



(10) **DE 10 2012 210 808 A1** 2014.01.02

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2012 210 808.4**

(22) Anmeldetag: **26.06.2012**

(43) Offenlegungstag: **02.01.2014**

(51) Int Cl.: **G02B 27/01 (2012.01)**

(71) Anmelder:

Sypro Optics GmbH, 07745, Jena, DE

(74) Vertreter:

**Gulde Hengelhaupt Ziebig & Schneider, 10179,
Berlin, DE**

(72) Erfinder:

Piehler, Eberhard, Dr., 07778, Lehesten, DE

(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE	10 2004 003 282	A1
DE	10 2009 002 189	A1
DE	600 28 499	T2
US	6 104 536	A

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

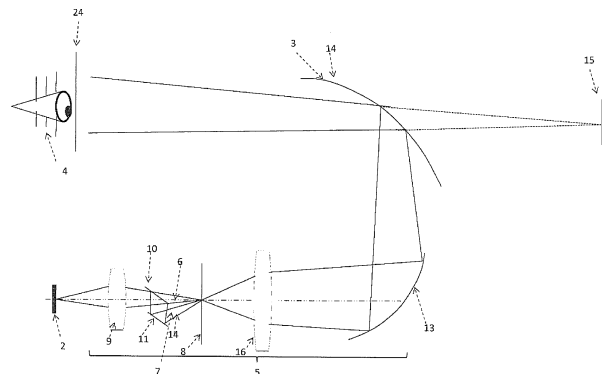
Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Head-up Display und Projektionsoptik für ein Head-up Display**

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung betrifft eine Projektionsoptik für ein Display, insbesondere eine Projektionsoptik für ein Head-up Display mit verbesserter Lichtausbeute.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die Lichtausbeute von Displays, welche ein virtuelles Bild erzeugen und einem Betrachter über eine optisch transparente Fläche einspiegeln, zu erhöhen.

Die erfindungsgemäße Projektionsoptik für ein Display weist eine bildgebende Anzeigeeinheit (2), die Bildinformationen zumindest teilweise in Form von unpolarisiertem Licht emittiert, und eine Abbildungsoptik (5) auf, wobei die Abbildungsoptik (5) dazu ausgebildet ist, ein virtuelles Bild einer von der Anzeigeeinheit (2) stammenden Bildinformation in einem Anzeigebereich (3) darstellen zu können, und wobei die Abbildungsoptik (5) weiterhin ausgebildet ist, das von der Anzeigeeinheit (2) emittierte Licht in zwei Teilstrahlengänge (6, 7) mit jeweils unterschiedlicher Polarisierung aufzuspalten, die Polarisationsrichtung mindestens eines der beiden Teilstrahlengänge (6) zu drehen und die beiden Teilstrahlengänge (6, 7) nachfolgend zu überlagern und als virtuelles Bild im Anzeigebereich (3) darzustellen.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Projektionsoptik für ein Display, insbesondere eine Projektionsoptik für ein Head-up Display mit verbesserter Lichtausbeute.

Stand der Technik

[0002] Es gibt eine Reihe von Projektionsaufgaben, bei denen ein virtuelles Bild erzeugt wird und einem Betrachter über eine optisch transparente Fläche, beispielsweise eine Windschutzscheibe eines Kraftfahrzeugs, eingespiegelt wird. Solche Displays sind beispielsweise sog. Head-up Displays oder Head-mounted Displays.

[0003] Ein konventionelles Head-up Display ist beispielsweise aus DE 10 2010 002 956 A1 bekannt. Für die genannten Displaytypen werden häufig Bildgeber (beispielsweise ein DMD, sog. „dot matrix device“) verwendet, die unpolarisiertes Licht aussenden. Durch die Geometrie dieser Displays bedingt, erfolgt die Einspiegelung der Bildinformation über die optisch transparente Fläche (Windschutzscheibe) häufig unter einem Winkel, bei dem im Wesentlichen nur eine Polarisationsrichtung reflektiert wird (sog. Brewsterwinkel). Die optisch transparente Fläche ist daher bezüglich ihrer Reflexionseigenschaften nicht sehr effizient. Eine Verspiegelung der optisch transparenten Fläche (Windschutzscheibe) ist jedoch häufig nicht möglich.

[0004] Um ein ausreichend helles Bild beim Betrachter zu erzeugen, muss die Bildinformation durch den Bildgeber mit hoher Intensität emittiert werden, was einerseits zu erhöhten Kosten beim Bildgeber, andererseits zu einer ungewollten Erwärmung im Bereich des Bildgebers führt.

[0005] Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, die Lichtausbeute von Displays, welche ein virtuelles Bild erzeugen und einem Betrachter über eine optisch transparente Fläche einspiegeln, zu erhöhen.

Offenbarung der Erfindung

[0006] Gemäß einem Aspekt der vorliegenden Erfindung wird eine Projektionsoptik für ein Display offenbart, umfassend: eine bildgebende Anzeigeeinheit, die Bildinformationen zumindest teilweise als unpolarisiertes Licht emittiert, eine Abbildungsoptik, die dazu ausgebildet ist, ein virtuelles Bild einer von der Anzeigeeinheit stammenden Bildinformation in einem Anzeigebereich darstellen zu können, wobei die Abbildungsoptik erfindungsgemäß ausgebildet ist, das von der Anzeigeeinheit emittierte Licht in mindestens zwei Teilstrahlengänge mit unterschiedlicher Polarisation aufzuspalten, die Polarisationsrichtung mindestens eines der beiden Teilstrahlengänge zu drehen, die beiden Teilstrahlengänge nachfolgend zu überlagern und ein virtuelles Bild der überlagerten Teilstrahlengänge im Anzeigebereich zu erzeugen.

[0007] Die Idee der vorliegenden Erfindung besteht darin, die Polarisation der von der bildgebenden Anzeigeeinheit emittierten Strahlung derart zu modifizieren, dass die Polarisationsrichtung der (nachfolgend überlagerten) Teilstrahlengänge parallel zur durchsichtigen Fläche (Windschutzscheibe), also senkrecht zur Einfallsebene orientiert ist. Dadurch ist es möglich, einem Betrachter das von der bildgebenden Anzeigeeinheit emittierte Licht mit einem hohen Reflexionskoeffizienten (für sämtliche Anteile des emittierten Lichts, die nunmehr senkrecht zur Einfallsebene, d. h. parallel zur durchsichtigen Fläche orientiert sind) über die optisch transparente Fläche (Windschutzscheibe) einzuspiegeln.

[0008] Die optisch transparente Fläche ist vorzugsweise nicht verspiegelt, d.h. dass die Reflexion (sichtbaren Lichts) der optisch transparenten Fläche nur einen Teil des Lichtstromes betrifft. Der Reflexionsgrad ist winkelabhängig und beträgt für nicht vergütete Glasoberflächen (Brechzahl ca. 1,55) bei senkrechtem Einfall etwa 4,6% und bei 57° Einfallswinkel über 8%. Allgemein ist es bevorzugt, optisch transparente Flächen mit einer Reflexion sichtbaren Lichts unter einem Winkel von 0° von vorzugsweise kleiner 10%, noch bevorzugter kleiner 5% zu verwenden.

[0009] Die Lichtausbeute solcher Systeme kann durch Modifikation der Polarisationsrichtung eines Teilstrahlengangs deutlich erhöht werden, bei Lichteinfall im Brewsterwinkel verdoppelt werden.

[0010] Vorzugsweise wird die erfindungsgemäße Projektionsoptik in einem Head-up Display oder in einem Head-mounted Display verwendet.

[0011] Vorzugsweise wird das Licht in orthogonale Polarisationsrichtungen aufgespaltet, eine der Polarisationsrichtungen um 90° gedreht und dann die Information (durch Entendueerhöhung) wieder zusammengeführt.

[0012] Da bei einem Head-up Display das erforderlich Entendue zur Ausfüllung der Eyebox eines Betrachters durch das Entendue der bildgebenden Anzeigeeinheit nicht ausgefüllt werden kann, treten aus Entenduebeobachtungen keine zusätzlichen Verluste auf.

[0013] In einer bevorzugten Ausführungsvariante der Erfindung, ist die Abbildungsoptik so ausgebildet, dass die beiden Teilstrahlengänge nach ihrer Aufspaltung und der Drehung der Polarisation (mindestens eines Teilstrahlengangs) zunächst als reelles Zwischenbild zu überlagert werden und dieses reelle Zwischenbild als virtuelles Bild im Anzeigebereich dargestellt wird.

[0014] Je nach Ausgestaltung der Erfindung kann an der Position des realen Zwischenbilds ein Schirm oder ein sonstiges Mittel zur Streuung des Lichts angeordnet sein, jedoch ist dies zur Ausführung der Erfindung nicht notwendig. Insbesondere muss das Mittel zur Streuung derart ausgebildet sind, dass der Polarisationsgrad des Lichts möglichst nicht beeinflusst bzw. nicht wesentlich verschlechtert wird, da die Reduzierung des Polarisationsgrades die Effizienz der Reflexion am Combiner (Windschutzscheibe) reduziert.

[0015] Alternativ ist es jedoch auch möglich, die beiden Teilstrahlengänge nach ihrer Aufspaltung und der Drehung der Polarisation (mindestens eines Teilstrahlengangs) direkt, d.h. ohne vorherige Überlagerung als Zwischenbild, als virtuelles Bild im Anzeigebereich darzustellen.

[0016] Vorzugsweise emittiert die bildgebende Anzeigeeinheit zumindest teilweise unpolarisiertes Licht. Vorzugsweise beträgt die Intensität des von der bildgebenden Anzeigeeinheit emittierten, unpolarisierten Lichts mindestens 30%, bevorzugter mindestens 50%, noch bevorzugter mindestens 70% und noch bevorzugter mindestens 90% der Gesamtintensität. Besonders bevorzugt emittiert die bildgebende Anzeigeeinheit vollständig unpolarisiertes Licht. Vorzugsweise ist die bildgebende Anzeigeeinheit durch ein DMD ausgebildet. Die bildgebende Anzeigeeinheit weist vorzugsweise ebenfalls eine Projektionsoptik auf.

[0017] In einer besonders bevorzugten Ausführungsvariante der Erfindung erfolgt die Aufspaltung des von der Anzeigeeinheit emittierten Lichts in zwei Teilstrahlengänge direkt am Ausgang der bildgebenden Anzeigeeinheit. Die räumliche Aufspaltung des von der Anzeigeeinheit emittierten Lichts in zwei Teilstrahlengänge erfolgt vorzugsweise durch mindestens einen Polarisationsstrahlteiler. Vorzugsweise ist dem Polarisationsstrahlteiler ein weiteres Element zur Umlenkung (Umlenkspiegel) eines der Teilstrahlengänge zugeordnet. Die Drehung der Polarisationsrichtung eines der beiden Teilstrahlengänge kann vorzugsweise durch eine reflektierende Fläche innerhalb des Polarisationsstrahlteilers erfolgen. Die Drehung der Polarisationsrichtung eines der beiden Teilstrahlengänge kann alternativ aber auch durch ein separates optisches Element realisiert werden. Besonders bevorzugt ist es, dass sowohl die Umlenkung eines der Teilstrahlengänge als auch die Drehung der Polarisationsrichtung eines der beiden Teilstrahlengänge in einem integrierten Element (dem Polarisationsstrahlteiler) zu realisieren.

[0018] Wie erwähnt, ist es möglich, die Drehung der Polarisationsrichtung durch separate Elemente wie beispielsweise eine Phasenplatte oder einen Polarisationsrotator vorzunehmen.

[0019] Die Drehung der Polarisationsrichtung erfolgt derart, dass die Polarisationsrichtung beider Strahlengänge nach ihrer Überlagerung gleich ist, also linear polarisiertes Licht vorliegt. Die beiden Teilstrahlengänge werden vorzugsweise durch eine Ablenkeinheit im Zwischenbild überlagert. Je nach Ausgestaltung der Teilstrahlengänge kann es bevorzugt sein, weitere optische Elemente zur Korrektur der Bildgröße und zur Eliminierung von Bildfehlern vorzusehen. Die von der Anzeigeeinheit stammenden Bildinformationen entsprechen dann dem Zwischenbild, wobei das Zwischenbild im Gegensatz zu den ursprünglichen Bildinformationen vorzugsweise vollständig aus polarisiertem Licht generiert ist.

[0020] Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsvariante der Erfindung erfolgt Aufspaltung in Teilstrahlengänge bereits innerhalb der bildgebenden Anzeigeeinheit, die dann zwei Ausgangskanäle besitzt. In diesem Fall ist die Abbildungsoptik der erfindungsgemäßen Projektionsoptik zumindest teilweise in die bildgebende Anzeigeeinheit integriert.

[0021] Vorzugsweise weist die Abbildungsoptik zur Erzeugung eines virtuellen Bilds mindestens einen konkaven Reflektor auf. Dieser konkave Reflektor ist vorzugsweise zwischen den (sonstigen) Elementen der Abbildungsoptik und der optisch transparenten Fläche (Windschutzscheibe) angeordnet.

[0022] Vorzugsweise ist eine erste Fokussiereinheit zwischen der bildgebenden Anzeigeeinheit und dem mindestens einen Polarisationsstrahlteiler vorgesehen.

[0023] In einer besonders bevorzugten Ausführungsvariante der Erfindung erfolgt die Aufspaltung des von der Anzeigeeinheit emittierten Lichts in zwei Teilstrahlengänge in der Nähe der Zwischenbildebene. Durch ein Linsenarray (vorzugsweise Zylinderlinsen) mit positiver Brechkraft wird das Licht gebündelt und in diesem gebündelten Bereich das Polarisationsrecovery durchgeführt. Dazu ist es vorgesehen, dass das Linsenarray eine Vielzahl von matrixförmig angeordneten Fokussierungselementen (vorzugsweise Zylinderlinsen) umfasst, wobei jedem Fokussierungselement mindestens ein Polarisationsstrahlteiler zugeordnet ist und jedem zweiten Polarisationsstrahlteiler ein Mittel zur Drehung der Polarisationsrichtung zugeordnet ist. Die Strukturgröße für das Array ist dabei so zu wählen, dass die Auflösung, welche durch den Bildgeber generiert wird, erhalten bleibt.

[0024] Eine weitere bevorzugte Ausführung besteht in der Verwendung von Elementen, welche eine polarisationsabhängige Strahlablenkung bewirken. Die könnten z.B. doppelbrechende Kristalle oder diffraktive Strukturen sein. Durch die unterschiedliche Strahlablenkung können in Verbindung mit einem sammelnden Element für die unterschiedlichen Polarisierungen unterschiedliche Orte des Zwischenbildes erzeugt werden. Durch Drehung der Polarisation für eine Komponente kann folglich linear polarisiertes Licht erzeugt werden.

[0025] Vorzugsweise ist eine zweite Fokussiereinheit zwischen dem mindestens einen Polarisationsstrahlteiler und dem konkaven Reflektor vorgesehen.

[0026] Gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung wird ein Display mit einer durchsichtigen Fläche offenbart, wobei die durchsichtige Fläche in Blickrichtung eines Betrachters als Anzeigebereich fungiert, und wobei das Display eine erfindungsgemäße Projektionsoptik nach mindestens einem der vorhergehenden Merkmale aufweist.

[0027] Vorzugsweise ist das Display ein Head-up Display oder ein Head-mounted Display.

[0028] Vorzugsweise ist die Abbildungsoptik ausgebildet, die Polarisationsrichtung mindestens eines der beiden Teilstrahlengänge derart zu drehen, dass das gesamte von der Anzeigeeinheit emittierte Licht (nach Überlagerung beider Teilstrahlengänge) eine Polarisation parallel zur durchsichtigen Fläche bzw. senkrecht zur Lichtausbreitungsrichtung aufweist.

[0029] Vorzugsweise erfolgt die Einstrahlung der von der Abbildungsoptik überlagerten Teilstrahlengänge (des Zwischenbilds) auf die optisch transparente Fläche unter einem Winkel zwischen 30° und 85° , bevorzugter zwischen 45° und 75° in Bezug auf den Normalenvektor der optisch transparenten Fläche. Besonders bevorzugt erfolgt die Einstrahlung der von der Abbildungsoptik überlagerten Teilstrahlengänge (des Zwischenbilds) auf die optisch transparente Fläche unter einem Winkel von $\pm 20^\circ$, bevorzugter $\pm 10^\circ$ des Brewsterwinkels. Die optisch transparente Fläche (Windschutzscheibe) muss nicht notwendigerweise planar ausgebildet sein, sondern kann eine gewisse Krümmung aufweisen. In einem solchen Fall wird der Winkel desjenigen Normalenvektors der optisch transparenten Fläche betrachtet, der sich im geometrischen Schwerpunkt des an der Reflexion beteiligten Bereichs der optisch transparenten Fläche befindet.

Zeichnungen

[0030] Ausführungsbeispiele der Erfindung werden anhand der Zeichnungen und nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen:

[0031] Fig. 1 eine Projektionsoptik für ein Head-up Display in schematischer, geschnittener Darstellung gemäß einer ersten bevorzugten Ausführungsvariante der vorliegenden Erfindung,

[0032] Fig. 2 eine Projektionsoptik für ein Head-up Display in schematischer, geschnittener Darstellung gemäß einer zweiten bevorzugten Ausführungsvariante der vorliegenden Erfindung,

[0033] Fig. 3 ein Linsenarray, ein Array von Polarisationsstrahlteilern mit zugeordneten Mitteln zur Drehung der Polarisationsrichtung und Reflektoren gemäß der zweiten bevorzugten Ausführungsvariante der vorliegenden Erfindung in schematischer, geschnittener Darstellung,

[0034] Fig. 4 ein Array von Linsen mit einem vorgelagerten Element zur polarisationsabhängigen Strahlablenkung und einem Schirm mit Elementen zur Drehung der Polarisation, und

[0035] Fig. 5 bis Fig. 8 eine Projektionsoptik für ein Head-up Display in schematischer, geschnittener Darstellung gemäß einer dritten bevorzugten Ausführungsvariante der vorliegenden Erfindung.

[0036] Fig. 1 zeigt ein Head-up Display mit erfindungsgemäßer Projektionsoptik **1**. Der Bildgeber **2** erzeugt eine flächige Bildinformation, die mittels der Projektionsoptik **1** einem Betrachter **4** als virtuelles Bild in der Fokussierungsebene **15** dargestellt wird. Das Head-up Display ist vorzugsweise ausgebildet, die Bildinformation des Bildgebers **2** in unterschiedlichen Fokussierungsebenen darzustellen. Dies kann beispielsweise durch einen konkaven Reflektor **13** mit variabler Brennweite realisiert werden.

[0037] Die Bildinformation des Bildgebers **2** wird über die optisch transparente Fläche **14**, die als Anzeigebereich **3** fungiert, eingespiegelt. Da die optisch transparente Fläche **14** beispielsweise als Windschutzscheibe eines Kraftfahrzeugs dient, darf diese nicht verspiegelt sein. Daher hängt der Reflexionskoeffizient nicht nur vom Winkel ab, unter dem das vom Bildgeber **2** stammende Licht eingespiegelt wird, sondern insbesondere von der Polarisationsrichtung.

[0038] Da gebräuchliche Bildgeber **2** häufig unpolarisiertes Licht emittieren und dieses Licht häufig unter einem Winkel im Bereich des Brewsterwinkels auf die optisch transparente Fläche **14** eingestrahlt wird, erfahren die Lichtanteile mit einer Polarisation parallel zur Einfallsebene keine oder nahezu keine Reflexion. Dadurch wird die Lichtausbeute (Verhältnis der Intensität des an der optisch transparenten Fläche **14** reflektierten Lichts zur Intensität des vom Bildgeber **2** emittierten Lichts) nachteilhafterweise reduziert.

[0039] Diesem Problem kann erfindungsgemäß dadurch begegnet werden, dass das vom Bildgeber **2** ausgestrahlte, unpolarisierte Licht über eine Sammellinse **9** auf einen Polarisationsstrahlteiler **10** geführt wird, der das unpolarisierte Licht in einen ersten Teilstrahlengang **6** mit einer ersten Polarisation (beispielsweise senkrecht zur Einfallsebene) und einen zweiten Teilstrahlengang **7** mit einer zweiten Polarisation (beispielsweise parallel zur Einfallsebene) räumlich aufspaltet. Der Polarisationsstrahlteiler **10** ist im vorliegenden Ausführungsbeispiel derart ausgestaltet, dass das Licht mit einer Polarisation senkrecht zur Papierebene den Polarisationsstrahlteiler **10** ohne Richtungsänderung passiert, wohingegen das Licht mit einer Polarisation parallel zur Papierebene in Richtung der reflektierenden Fläche **11** des Polarisationsstrahlteilers **10** abgelenkt wird. Durch die Reflexion dieses abgelenkten Lichts an der reflektierenden Fläche **11** wird dessen Polarisationsrichtung derart gedreht, dass das Licht des zweiten Teilstrahlengangs **7** nun ebenfalls die Polarisationsrichtung wie das Licht des ersten Teilstrahlengangs **6**, d.h. senkrecht zur Papierebene aufweist.

[0040] Die räumlich aufgetrennten Teilstrahlengänge **6**, **7** werden mittels der reflektierenden Fläche **11** auf die Zwischenbildebene in ein reelles Zwischenbild **8** abgebildet und dort überlagert. Andere vorteilhafte Realisierungen ergeben sich durch Linsensysteme, welche nur im Teilstrahlengang **6** oder Teilstrahlengang **7** positioniert sind. Die Zwischenbildebene (das Zwischenbild **8**) ist im vorliegenden Ausführungsbeispiel planar ausgebildet, jedoch ist die vorliegende Erfindung nicht darauf beschränkt. Die Zwischenbildebene **8** (das Zwischenbild **8**) kann beispielsweise auch durch eine gekrümmte Fläche ausgebildet sein.

[0041] Da die optischen Wege von der Sammellinse **9** bis zum Zwischenbild **8** über die verschiedenen Teilstrahlengänge **6**, **7** unterschiedlich sind, ist eine unterschiedliche Behandlung der Teilstrahlengänge **6**, **7** erforderlich.

[0042] Das Zwischenbild **8** wird nachfolgend mittels des Konkavspiegels **1** über die optisch transparente Fläche **14** als virtuelles Bild, das in der Fokussierungsebene **15** erscheint, abgebildet. Der Betrachter **4** kann nun die vom Bildgeber **2** erzeugte Bildinformation als hinter der transparenten Fläche **14** befindlich wahrnehmen.

[0043] Da das Licht des zweiten Teilstrahlengangs **7** die gleiche Polarisationsrichtung wie das Licht des ersten Teilstrahlengangs **6**, nämlich senkrecht zur Einfallsebene aufweist, wird das unter dem Winkel α (vorzugsweise zwischen 30° und 85°) eingestrahlte Licht an der transparenten Fläche **14** mit einem vergleichsweise höheren Reflexionskoeffizienten als unpolarisiertes Licht reflektiert, was zu einer Erhöhung der Intensität beim Betrachter führt.

[0044] Fig. 2 zeigt ein Head-up Display mit erfindungsgemäßer Projektionsoptik **1** gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsvariante. Während die Aufspaltung des Lichts vom Bildgeber **2** gemäß der Ausführungsvariante der Fig. 1 in der Nähe des Bildgebers **2** in zwei Teilstrahlengänge **6**, **7** erfolgt und diese Teil-

strahlengänge nachfolgend in das Zwischenbild **8** abgebildet werden, erfolgt eine Aufspaltung des Lichts vom Bildgeber **2** gemäß der Ausführungsvariante der **Fig. 2** unmittelbar vor dem Zwischenbild **8**.

[0045] Hierzu wird das Licht vom Bildgeber **2** in eine Vielzahl von Teilstrahlpaaren **6, 7** aufgespalten. Dies kann durch ein Array **17** von Fokussierelementen **19** (Zylinderlinsen) erfolgen, die zunächst die flächige Strahlung in eine Vielzahl von Strahlenbündeln zerlegen (**Fig. 3**). Darüber hinaus passiert das Licht ein Array **18** von Polarisationsstrahlteilern **20, 30**, die jeweils abwechselnd nebeneinander angeordnet sind. Die Polarisationsstrahlteiler **20, 30** unterscheiden sich jeweils bezüglich Transmission und Reflexion der Polarisationsrichtung, wobei der jeweilige Polarisationszustand des Lichts nach Passieren der Polarisationsstrahlteilern **20, 30** durch einen Kreis bzw. durch einen Doppelpfeil schematisch dargestellt ist. Durch die unterschiedliche Wirkung der Polarisationsstrahlteiler **20, 30** bezüglich Transmission und Reflexion wird die bereits durch die Polarisationsstrahlteiler **20, 30** bearbeitete Strahlung nochmals umgelenkt.

[0046] Somit wird die Strahlung mittels der Polarisationsstrahlteiler **20, 30** in eine Vielzahl von Teilstrahlengängen aufgeteilt, wobei die Polarisationsrichtung benachbarter Teilstrahlengänge mittels benachbarter Polarisationsstrahlteiler **20, 30** unterschiedlich gedreht wird. Nachfolgend wird von den Teilstrahlengängen die Polarisationsrichtung jeweils jedes zweiten Teilstrahlengangs mittels der Elemente **21** gedreht und sämtliche Teilstrahlengänge zum Zwischenbild **8** überlagert. Wie aus **Fig. 3** ersichtlich, ist jedem Fokussierelement **19** ein Polarisationsstrahlteiler **20** bzw. **30** und jedem zweiten Fokussierelement **19** ein Mittel **21** zur Drehung der Polarisationsrichtung zugeordnet. Die Arrays **17, 18** bestehend aus den Elementen **19, 20, 30** und **21** sind räumlich nah zur Zwischenbildebene **8** angeordnet (Brennweite der Fokussierelemente **19** vorzugsweise kleiner als 5 mm). Es ist bevorzugt, dass die Anordnung der Elemente **19, 20, 30, 21** homogen über die Zwischenbildebene erfolgt.

[0047] **Fig. 4** zeigt eine alternative Variante für die Ausbildung der Arrays **17** und **18**. Das Array **17** umfasst eine Vielzahl von sammelnden Linsen **19** und ein vorgelagertes, doppelbrechendes Element **25**, das sich über das gesamte Array **17** erstreckt. Das Array **18** weist eine Vielzahl von Mitteln **21** zur Drehung der Polarisationsrichtung auf, die räumlich jeweils derart angeordnet sind, dass senkrecht auf die Linsen **19** auftreffende Strahlung (erster Teilstrahlengang) auf diese Mittel **21** fokussiert wird, wobei Strahlung, die unter einem vorgegebenen Neigungswinkel auf die Linsen **19** auftrifft (zweiter Teilstrahlengang), in Bereiche zwischen benachbarten Mitteln **21**, in den keine Drehung der Polarisationsrichtung erfolgt. Alternativ kann die Drehung der Polarisationsrichtung auch für die vom doppelbrechenden Element **25** abgelenkte Strahlung erfolgen.

[0048] **Fig. 5** zeigt eine Abbildungsoptik, welche den Bildgeber **2** auf eine reelle Projektionsfläche **8** abbildet. Eine solche Einheit kann beispielsweise in der Ausführungsvariante der **Fig. 1** verwendet werden. Eine solche Einheit ist geeignet, für ein HUD die Bildinformation bereitzustellen. Zur Vermeidung von Sonnenreflexen für den Betrachter ist das ausgeleuchtete Bildfeld schräg gestellt. Die vor dem reellen Bild in der Zwischenbildebene **8** positionierte Feldlinse **26** dient der Anpassung der Strahlenbündel dieser Projektionseinheit an die vom eigentlichen HUD-System geforderte Abstrahlcharakteristik über das Bildfeld. Diese Wirkung kann auch durch entsprechende Strukturierung (Fresnellinse) der Streuscheibe realisiert werden. Die Optik ist ausgelegt für einen 0.3" Chip (DMD von Texas Instruments), und ist für eine Öffnungszahl 2.4 korrigiert. Die Beleuchtung des DMD-Chips ist nicht mit dargestellt.

[0049] **Fig. 6** zeigt die Projektionseinheit der **Fig. 5** ergänzt durch den Polarisationsstrahlteiler **10**, einen Umlenkspiegel **11** und eine zusätzliche Linse **23** (Linsenabschnitt nur benötigt) zur Auskopplung eines Teilstrahlenganges, Drehung der Polarisation und Neuausrichtung des Strahlenbündels auf das reelle Zwischenbild **8**. Für die Drehung der Polarisation ist kein extra Element dargestellt. Die Drehung der Polarisation kann am Umlenkspiegel **11**, auf den Linsenflächen oder durch Einfügen eines extra Elementes erfolgen.

[0050] **Fig. 7** zeigt die Überlagerung der beiden Darstellungen der **Fig. 5** und **Fig. 6**.

[0051] **Fig. 8** eine vergrößerte Darstellung des zentralen Projektionsteils der Abbildungsoptik der **Fig. 5** bis **Fig. 7**.

[0052] Die optischen Daten der Linsensysteme sind in Tabelle 1 (**Fig. 5**) und Tabelle 2 (**Fig. 6** und **Fig. 7**) aufgeführt.

Tabelle 1

Radien		Dicken- und Luftabstände		Brechzahlen ne		Abbe-Zahl ve	
Objekt	unendlich	t1					
R1 =	-524,567	d1 =	6,300	n1 =	1,51976	v1 =	52,14
R2 =	-219,967						
		t5					
R7 =	7,628	d7 =	3,101	n4 =	1,81078	v4 =	40,7
R8 =	65,808	d8 =	0,208				
R9 =	-48,901	d9 =	0,695	n5 =	1,48915	v5 =	70,0
R10 =	3,943	d10 =	2,150				
R11 =	83,440	d11 =	1,824	n6 =	1,83945	v6 =	42,5
R12 =	-4,028	d12 =	1,366	n7 =	1,73429	v7 =	28,2
R13 =	-21,089	d13 =	0,044				
R14 =	-42,639	d14 =	0,506	n8 =	1,51976	v8 =	52,1
R15 =	-31,102	d15 =	1,026				
R16 =	-4,704	d16 =	0,357	n9 =	1,81264	v9 =	25,2
R17 =	-13,213	d17 =	0,081				
R18 =	-12,336	d18 =	1,518	n10 =	1,83945	v10 =	42,5
R19 =	-5,239	t6					
A3 R20 =	29,265	d20 =	0,770	n11 =	1,85202	v11 =	24,6
A4 R21 =	-35,116	t7					
R22 =	unendlich	d22 =	0,650	n12 =	1,51872	v11 =	63,96
R23 =	unendlich	d23 =	0,709				
R24 =	unendlich						

Tabelle 2

	Radien	Dicken- und Luftabstände	Brechzahlen	Abbe-Zahl
			ne	ve
Objekt	unendlich	t1		
R1 =	-524,567	d1 = 6,300	n1 = 1,51976	v1 = 52,14
R2 =	-219,967	t2		
A1 R3 =	40,731	d3 = 5,676	n2 = 1,52743	v2 = 56,26
A2 R4 =	40,196	t3		
R5 =	6926,610	t4	Spiegel	
R6 =	unendlich	t5	Spiegel	
R7 =	7,628	d7 = 3,101	n4 = 1,81078	v4 = 40,7
R8 =	65,808	d8 = 0,208		
R9 =	-48,901	d9 = 0,695	n5 = 1,48915	v5 = 70,0
R10 =	3,943	d10 = 2,150		
R11 =	83,440	d11 = 1,824	n6 = 1,83945	v6 = 42,5
R12 =	-4,028	d12 = 1,366	n7 = 1,73429	v7 = 28,2
R13 =	-21,089	d13 = 0,044		
R14 =	-42,639	d14 = 0,506	n8 = 1,51976	v8 = 52,1
R15 =	-31,102	d15 = 1,026		
R16 =	-4,704	d16 = 0,357	n9 = 1,81264	v9 = 25,2
R17 =	-13,213	d17 = 0,081		
R18 =	-12,336	d18 = 1,518	n10 = 1,83945	v10 = 42,5
R19 =	-5,239	t6		
A3 R20 =	29,265	d20 = 0,770	n11 = 1,85202	v11 = 24,6
A4 R21 =	-35,116	t7		
R22 =	unendlich	d22 = 0,650	n12 = 1,51872	v11 = 63,96

R23 = unendlich

d23 = 0,709

R24 = unendlich

Asphären	A1	A2	A3	A4
k =	6,82469E-01	1,43578E+00	1,99779E+00	2,83240E+01
c2 =	3,38551E-06	2,35215E-06	-1,54043E-04	4,97095E-05
c3 =	3,72430E-09	2,38585E-08	5,71683E-06	1,13441E-06
c4 =	4,90498E-11	-1,33755E-12	-2,96102E-07	-3,78006E-09
c5 =	-3,21880E-14	1,53794E-13	7,38780E-09	7,26707E-10
c6 =			-7,37071E-11	

Asphärengleichung $z=(h^2/R)/1+WURZEL(1-(1+k)*(h/R)^2))+SUMMEc(i)*h^{**2i} \quad i=2,3,4,\dots$

[0053] An Stellen, bei denen ein Versatz und/oder eine Verkippung implementiert sind, ist eine Transformationsvorschrift gemäß Tabelle 3 angegeben.

Tabelle 3

Transformation	Bezugsfläche	Versatz z	Versatz y	Kippung
t1	Bildfläche	26,6019	2,273	-29,898
t2	2	144,4144	56,1366	20
t3	5	6,9341	-2,6815	45,901
t4	5	-0,6485	-8,466	-136,028
t5	2	166,393	46,9739	19,354
t6	19	9,5899	-2,5175	10,875
t7	21	0,9268	0,7822	-8,006

[0054] Diese beinhaltet das Bezugssystem für die Transformation, die Verschiebung in z-Richtung (optische Achse bzw. Achse des Bezugs-elementes), die Verschiebung in der Papierebene senkrecht dazu und eine Verdrehung am verschobenen Ort.

[0055] Die verwendeten Asphären A1 bis A4 sind rotationssymmetrisch. In der Formel wird die Berechnung der Pfeilhöhe in Abhängigkeit von der Höhe h eines beliebigen Punktes angegeben.

Bezugszeichenliste

2	Anzeigeeinheit
3	Anzeigebereich
4	Betrachter
5	Abbildungsoptik
6	Erster Teilstrahlengang
7	Zweiter Teilstrahlengang
8	Zwischenbildebene / Zwischenbild
9	Fokussiereinheit
10	Polarisationsstrahlteiler
11	Reflektor/ reflektierende Fläche des Polarisationsstrahlteilers
13	Konkaver Reflektor
14	Durchsichtige Fläche

15	Fokussierungsebene
16	Strahlformendes Element
17	Linsenarray
18	Array von Polarisationsstrahlteilern, Array von Mitteln zur Drehung der Polarisationsrichtung
19	Fokussierelement
20	Polarisationsstrahlteiler
21	Mitteln zur Drehung der Polarisationsrichtung
23	Linse
24	Eyebox
25	Doppelbrechendes Element
26	Feldlinse
30	Polarisationsstrahlteiler

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 102010002956 A1 [0003]

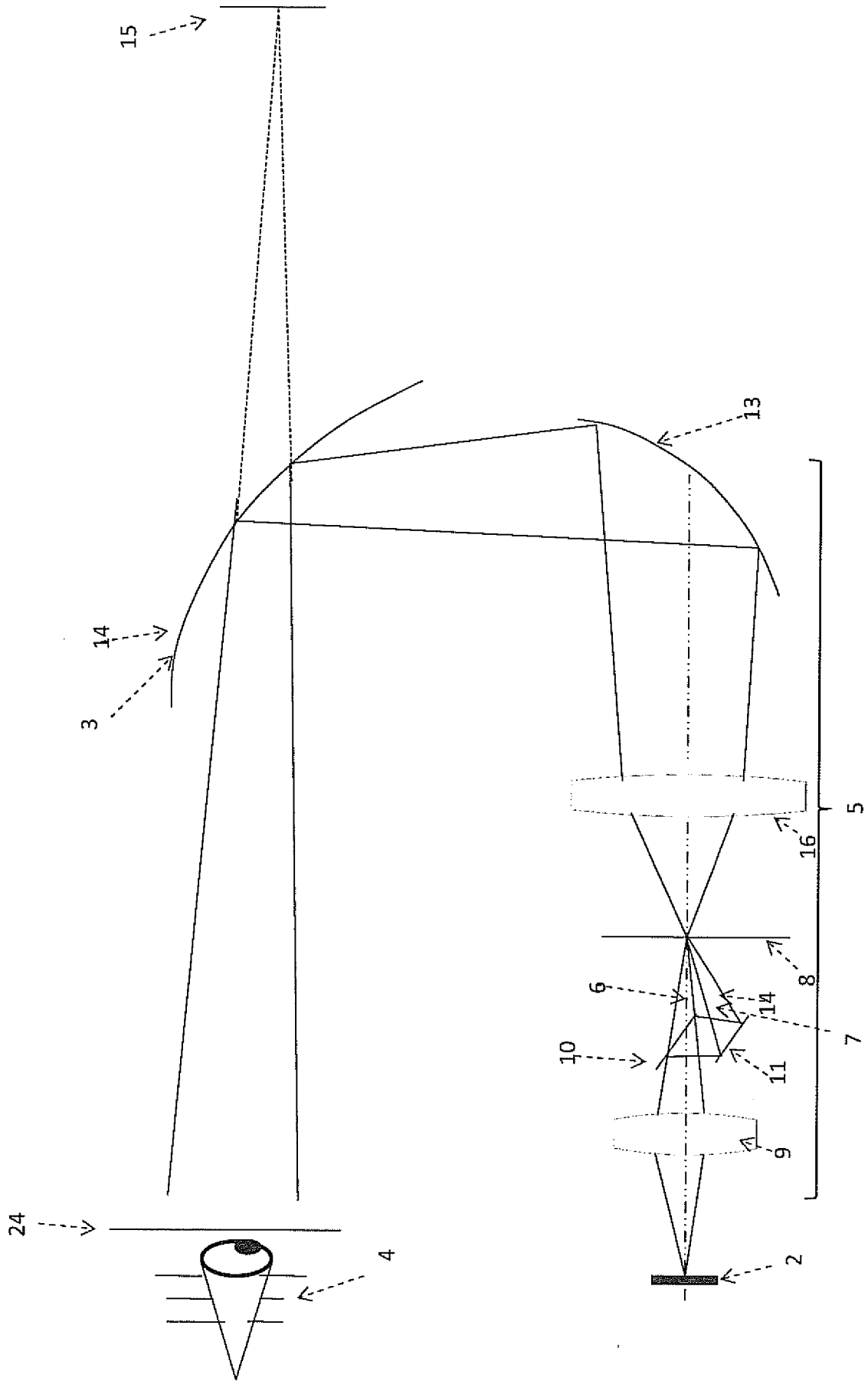
Patentansprüche

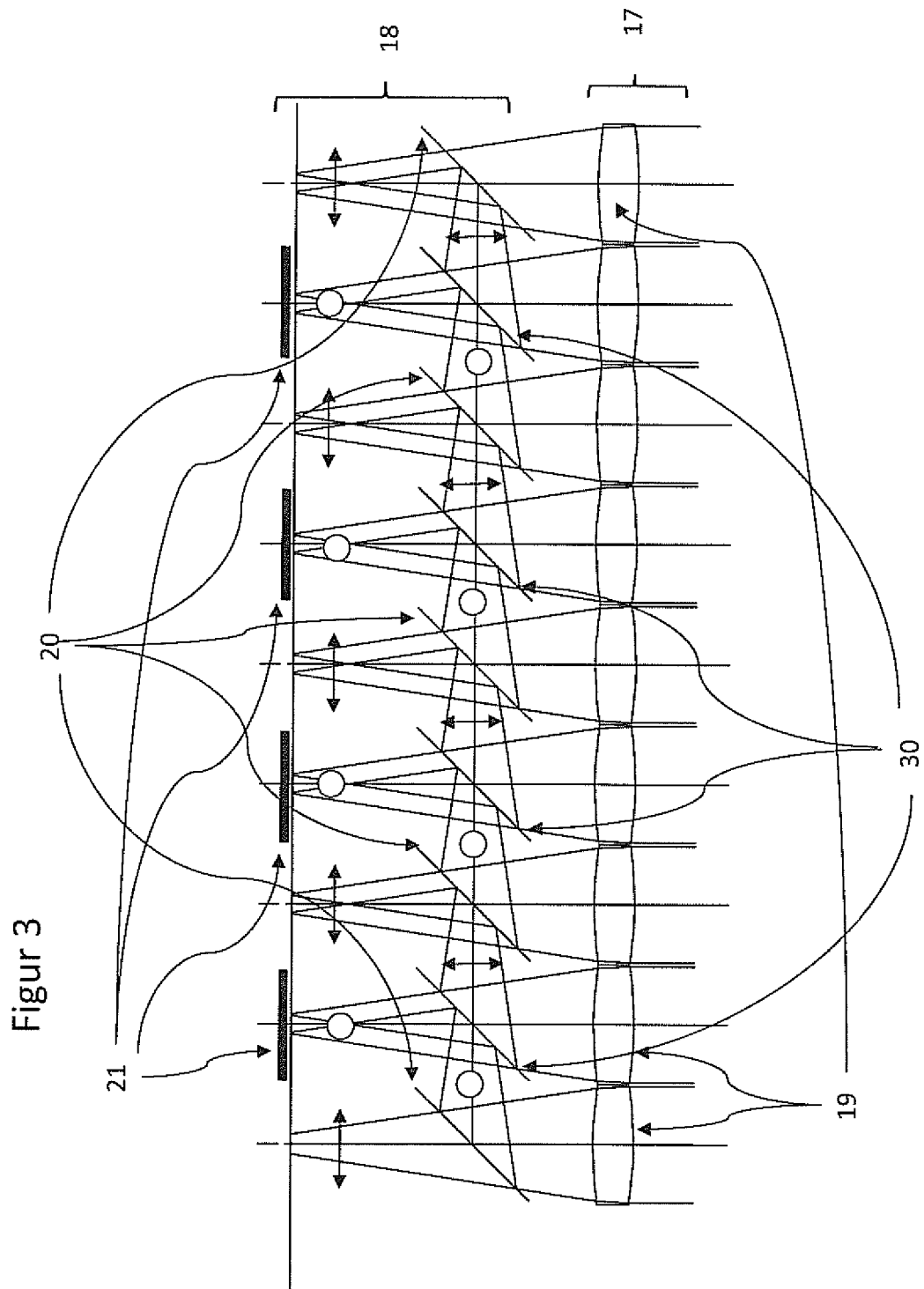
1. Projektionsoptik für ein Display, aufweisend:
eine bildgebende Anzeigeeinheit (2), die Bildinformationen zumindest teilweise in Form von unpolarisiertem Licht emittiert,
eine Abbildungsoptik (5), die dazu ausgebildet ist, ein virtuelles Bild einer von der Anzeigeeinheit (2) stammenden Bildinformation in einem Anzeigebereich (3) darzustellen,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Abbildungsoptik (5) weiterhin ausgebildet ist, das von der Anzeigeeinheit (2) emittierte Licht in mindestens zwei Teilstrahlengänge (6, 7) mit jeweils unterschiedlicher Polarisation aufzuspalten, die Polarisationsrichtung mindestens eines der beiden Teilstrahlengänge (6) zu drehen, die beiden Teilstrahlengänge (6, 7) nachfolgend zu überlagern und als virtuelles Bild im Anzeigebereich (3) darzustellen.
2. Projektionsoptik nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Abbildungsoptik (5) ausgebildet ist, die beiden Teilstrahlengänge (6, 7) zu einem reellen Zwischenbild (8) zu überlagern und ein virtuelles Bild des Zwischenbilds (8) im Anzeigebereich (3) darzustellen.
3. Projektionsoptik nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Abbildungsoptik (5) zur Aufspaltung des von der Anzeigeeinheit (2) emittierten Lichts in zwei Teilstrahlengänge (6, 7) mindestens einen Polarisationsstrahlteiler (10) umfasst.
4. Projektionsoptik nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Abbildungsoptik (5) zur Überlagerung der Teilstrahlengänge (6, 7) mindestens eine reflektierende Fläche (11) aufweist, wobei die reflektierende Fläche (11) derart angeordnet ist, dass die Strahlung eines Teilstrahlengangs (7) nach Passieren des Polarisationsstrahlteilers (10) auf die reflektierende Fläche (11) trifft und umgelenkt wird.
5. Projektionsoptik nach einem der Ansprüche 3 und 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Abbildungsoptik (5) nach dem Polarisationsstrahlteiler (10) ein Mittel zur Drehung der Polarisation aufweist, welches in mindestens einem Teilstrahlengang (7) angeordnet ist.
6. Projektionsoptik nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Abbildungsoptik (5) zur Erzeugung eines virtuellen Bilds mindestens einen konkaven Reflektor (13) aufweist.
7. Projektionsoptik nach einem der Ansprüche 3 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine erste Fokussiereinheit (9) zwischen der Anzeigeeinheit (2) und dem Polarisationsstrahlteiler (10) vorgesehen ist.
8. Projektionsoptik nach einem der Ansprüche 1, 2, 6 und 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Abbildungsoptik (5) ein Array (17) mit einer Vielzahl von matrixförmig angeordneten Fokussierungselementen (19) umfasst, wobei jedem Fokussierungselement (19) ein Polarisationsstrahlteiler (20, 30) zugeordnet ist, und wobei jedem Polarisationsstrahlteiler (20, 30) ein Reflektor zur Strahlumlenkung und jedem zweiten Polarisationsstrahlteiler (30) ein Mittel (21) zur Drehung der Polarisationsrichtung zugeordnet ist.
9. Projektionsoptik nach einem der Ansprüche 6 und 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine zweite Fokussiereinheit (12) zwischen dem mindestens einen Polarisationsstrahlteiler (10) und dem konkaven Reflektor (13) vorgesehen ist.
10. Head-up Display mit einer durchsichtigen Fläche (14), die in Blickrichtung eines Betrachters (4) als Anzeigebereich (3) fungiert, gekennzeichnet durch eine Projektionsoptik nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche.
11. Head-up Display nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Abbildungsoptik (5) ausgebildet ist, die Polarisationsrichtung mindestens eines der beiden Teilstrahlengänge (6) derart zu drehen, dass das von der Anzeigeeinheit (2) emittierte Licht eine Polarisation parallel zur durchsichtigen Fläche (14) aufweist.

Es folgen 8 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

Figur 1





Figur 3

Figur 4

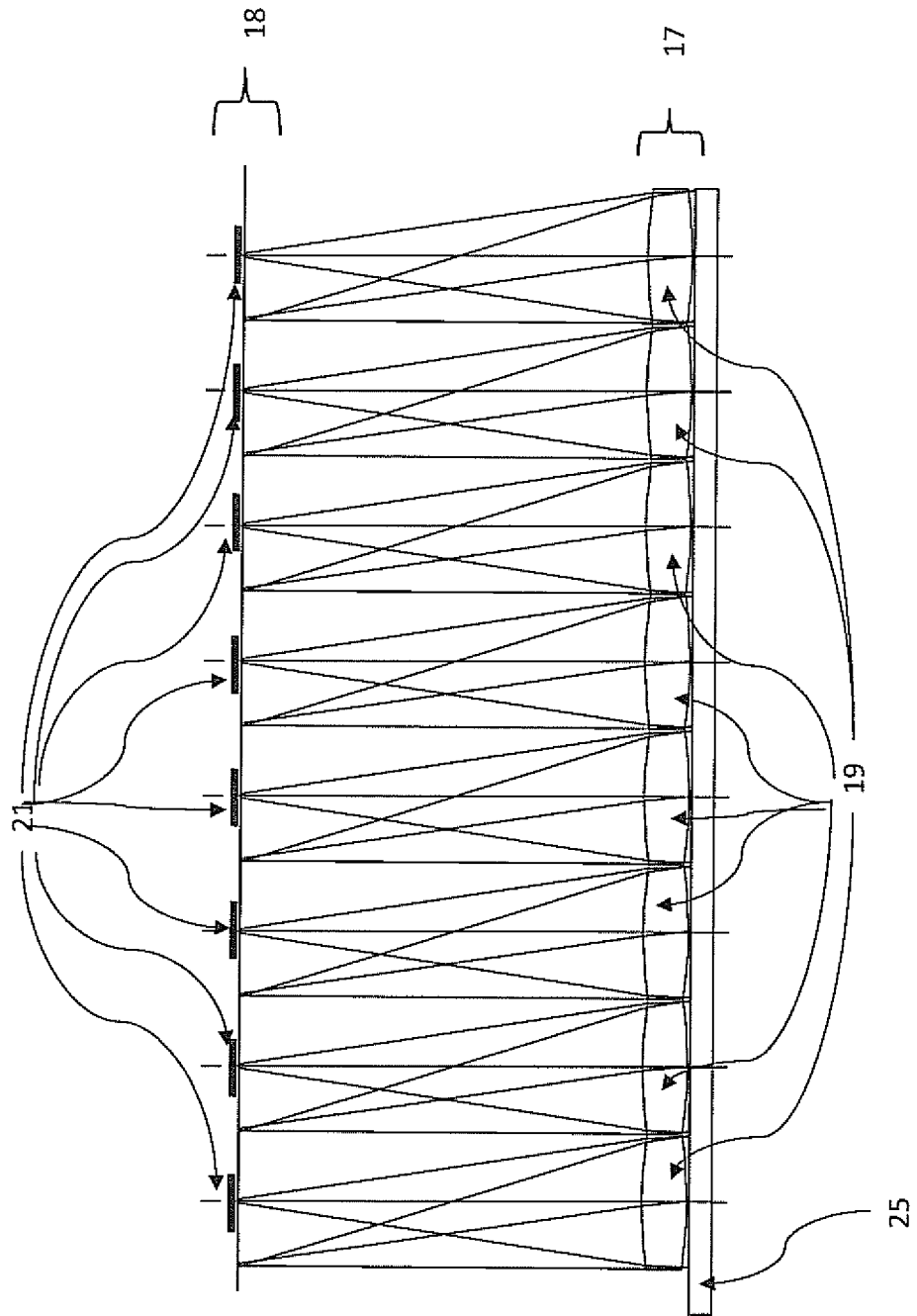


Figure 5

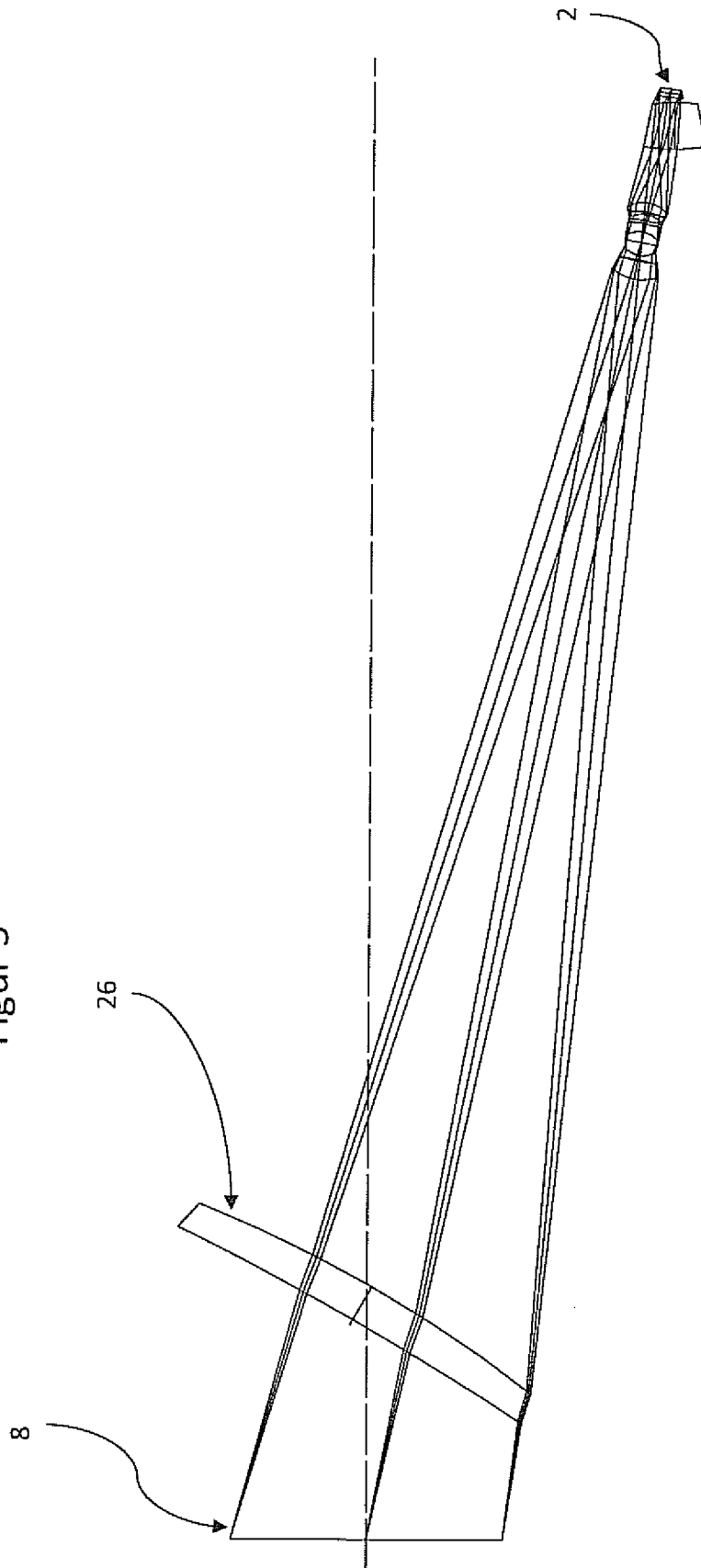


Figure 6

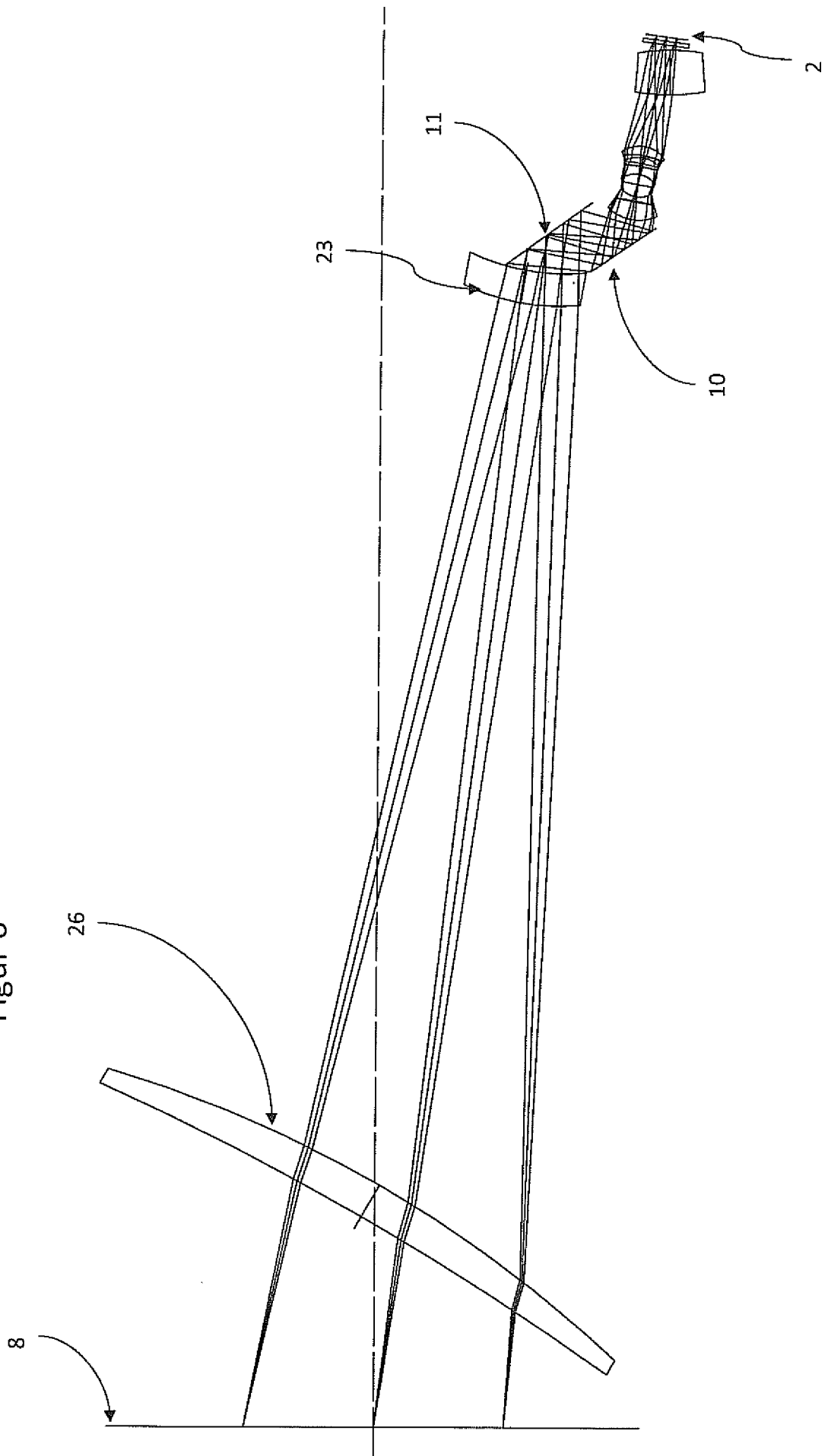
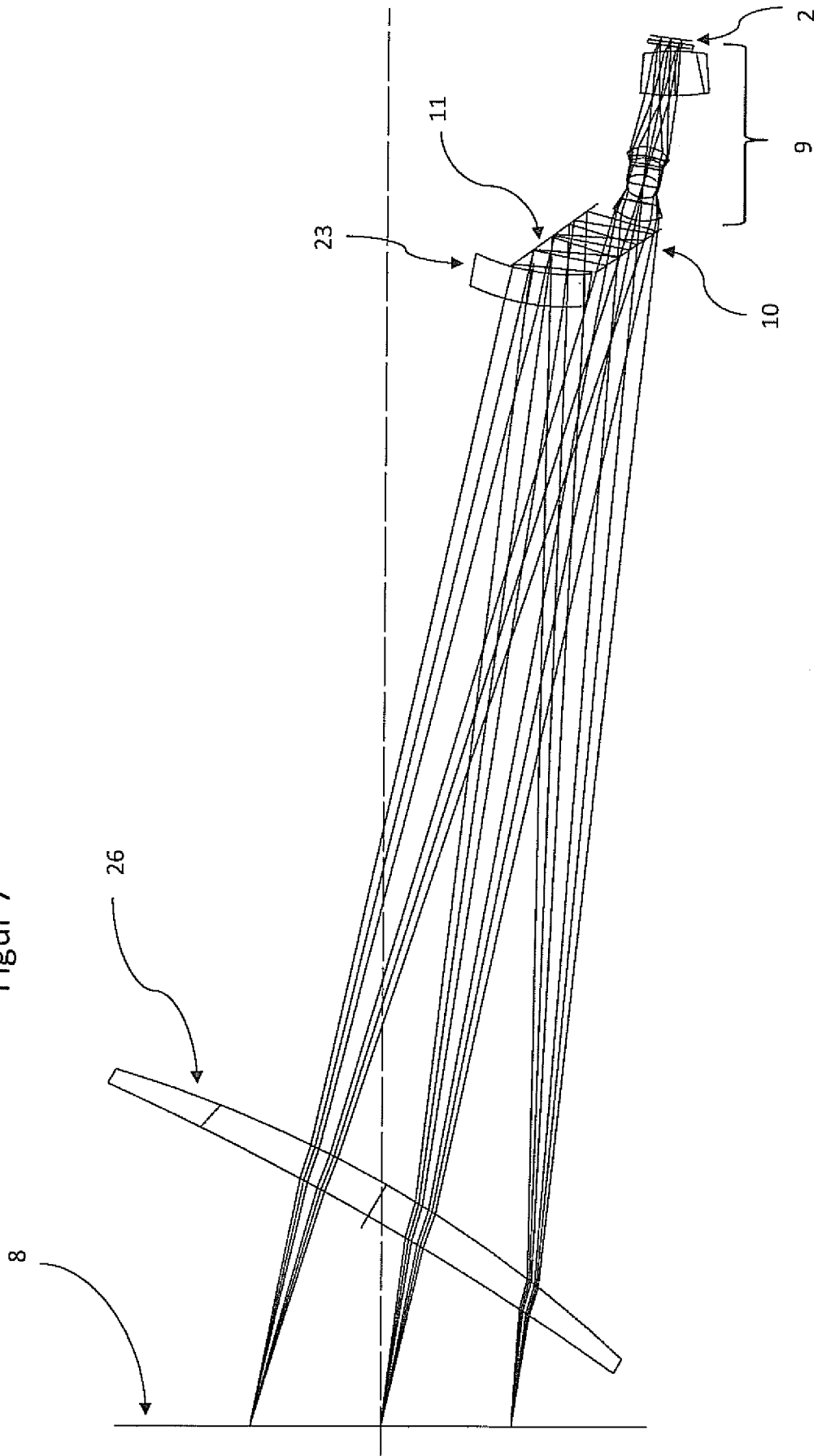


Figure 7



Figur 8

