



(10) **DE 10 2014 001 710 A1** 2014.08.14

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2014 001 710.9**

(22) Anmeldetag: **08.02.2014**

(43) Offenlegungstag: **14.08.2014**

(51) Int Cl.: **G02B 27/01 (2006.01)**

G02B 27/22 (2006.01)

(71) Anmelder:

Daimler AG, 70327, Stuttgart, DE

(72) Erfinder:

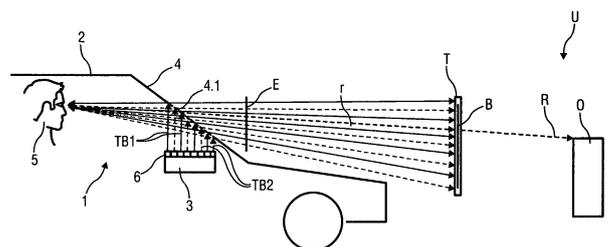
Necker, Marc, Dr.-Ing., 70565, Stuttgart, DE

Mit Einverständnis des Anmelders offengelegte Anmeldung gemäß § 31 Abs. 2 Ziffer 1 PatG

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Vorrichtung und Verfahren zur augmentierten Darstellung eines virtuellen Bildobjektes in einer realen Umgebung**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung (1) zur augmentierten Darstellung mindestens eines virtuellen Bildobjektes (B) in einer realen Umgebung (U) eines Fahrzeugs (2). Die Vorrichtung (1) umfasst mindestens eine bildgebende Ausgabereinheit (3), die im Bereich einer Scheibe (4) innen im Fahrzeug (2) derart angeordnet und die derart ausgestaltet ist, dass zwei Teilbilder (TB1, TB2) des darzustellenden virtuellen Bildobjektes (B) gleichzeitig getrennt voneinander erzeugt werden und an der Scheibe (4) derart gespiegelt werden, dass das darzustellende virtuelle Bildobjekt (B) als ein virtuelles Tiefenbild (T) außerhalb des Fahrzeugs (2) hinter der Scheibe (4) in der realen Umgebung (U) überlagert ausgegeben wird.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zur augmentierten Darstellung eines virtuellen Bildobjektes in einer realen Umgebung, insbesondere einer vorausliegenden Fahrzeugumgebung.

[0002] Aus der DE 20 2013 101 078 U1, DE 10 2011 082 985 A1 und DE 10 2009 045 169 A1 sind verschiedene, als ein Head-Up-Display ausgebildete Anzeigeeinheiten bekannt. Ein Head-Up-Display projiziert dabei üblicherweise ein virtuelles Bild vor das Fahrzeug. Dies wird über eine Projektionseinheit hinter dem Lenkrad realisiert, welche das virtuelle Bild über die Windschutzscheibe (welche als teildurchlässiger Spiegel fungiert) in den Blick des Fahrers einblendet. Mit konventionellen Head-Up-Displays kann nur eine relativ kleine Größe des virtuellen Bildes realisiert werden, da der benötigte Bauraum für die Projektionseinheit mit steigender Bildgröße sehr groß wird.

[0003] Darüber hinaus gibt es alternative Technologien, welche ein Bild direkt in die Windschutzscheibe projizieren, z. B. mit Hilfe eines Lasers. Hierbei wird die Windschutzscheibe selbst als Projektionsfläche genutzt. Eine solche Technologie ist aber nicht für eine kontaktanaloge Markierung von z. B. Gefahrenstellen geeignet, da der Fahrer sowohl die Konvergenz als auch die Akkommodation seiner Augen entweder auf eine Gefahrenstelle vor dem Fahrzeug oder auf die Windschutzscheibe durchführen kann, jedoch nicht auf beides gleichzeitig.

[0004] Der Erfindung liegt die Aufgabe zu Grunde, eine gegenüber dem Stand der Technik verbesserte Vorrichtung und ein verbessertes Verfahren zur augmentierten Darstellung mindestens eines virtuellen Bildobjektes in einer realen Umgebung eines Fahrzeugs anzugeben.

[0005] Die Aufgabe hinsichtlich der Vorrichtung wird erfindungsgemäß gelöst durch die Merkmale des Anspruchs 1. Hinsichtlich des Verfahrens wird die Aufgabe erfindungsgemäß durch die Merkmale des Anspruchs 9 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

[0006] Die erfindungsgemäße Vorrichtung zur augmentierten Darstellung mindestens eines virtuellen Bildobjektes in einer realen Umgebung eines Fahrzeugs umfasst mindestens eine bildgebende Ausgabereinheit, die im Bereich einer Scheibe innen im Fahrzeug derart angeordnet und die derart ausgestaltet ist, dass zwei Teilbilder des darzustellenden virtuellen Bildobjektes derart gleichzeitig getrennt voneinander, eines für das rechte Auge und eines für das linke Auge eines Betrachters der realen Umgebung, erzeugt werden und an der Scheibe des Fahrzeugs gespiegelt werden, dass das darzustellende

virtuelle Bildobjekt als ein virtuelles Tiefenbild außerhalb des Fahrzeugs hinter der Scheibe in der realen Umgebung überlagert ausgegeben wird.

[0007] Mittels der Vorrichtung wird erreicht, dass für den Betrachter im vorausliegenden Sichtfeld das darzustellende virtuelle Bildobjekt in einer weiten Entfernung nah zum realen Objekt und somit kontaktanalog zum realen Objekt in seinem Sichtfeld erscheint.

[0008] Als ein darzustellendes, insbesondere virtuelles Bildobjekt wird insbesondere eine zu einem in der realen Umgebung existierenden realen Objekt korrespondierende Information oder ein Symbol oder ein Bildelement oder ein alphanumerischer Text erzeugt, welche/s das reale Objekt beschreibt oder grafisch hervorhebt, insbesondere farblich umrahmt.

[0009] Alternativ kann als darzustellendes virtuelles Bildobjekt eine virtuelle Zusatzinformation, insbesondere ein Symbol oder eine Grafik zu einer nicht in der Umgebung existierenden Funktion und/oder ein existierendes Objekt erzeugt werden, insbesondere eine nicht sichtbare Bedienfunktion und/oder ein nicht sichtbares Objekt.

[0010] Die erfindungsgemäße Vorrichtung stellt ein neuartiges Konzept für ein Head-Up-Display dar, mit welchem wesentlich größere virtuelle Bilder realisiert werden können, ohne dass jedoch ein übermäßig großer Bauraum benötigt wird. Hierdurch eignet sich die Vorrichtung für eine augmentierte Darstellung auch zu einer kontaktanalogen Darstellung des virtuellen Bildobjektes an weit entfernten realen Objekten in der vorausliegenden realen Umgebung. Dabei bringt die Vorrichtung das erzeugte und darzustellende virtuelle Bildobjekt in Überlagerung mit einer insbesondere aufgenommenen und wahrnehmbaren (realen) Umgebung, wobei das virtuelle Bildobjekt beispielsweise lagerichtig und/oder objektbezogen zu einem realen Objekt in der realen Umgebung dargestellt wird. Darüber hinaus ist die Vorrichtung besonders kompakt ausgeführt und spart Bauraum, so dass die Konstruktion des Gesamtfahrzeuges erheblich erleichtert wird und deutlich weniger Kompromisse eingegangen werden müssen.

[0011] Mit anderen Worten: Die Vorrichtung ist als ein Head-Up-Display ausgebildet, wobei die Front- oder Windschutzscheibe als ein insbesondere teildurchlässiger Spiegel fungiert, wodurch ein Betrachter, insbesondere ein Fahrer oder Beifahrer, in Sichtrichtung sowohl das reale Objekt vor dem Fahrzeug als auch das virtuelle Tiefenbild des Head-Up-Displays und somit der Vorrichtung sehen kann. Hierdurch entsteht für den Fahrer der Eindruck, als würde das virtuelle Tiefenbild des Head-Up-Displays hinter der Windschutzscheibe schweben, z. B. über der Motorhaube oder weit vor dem Fahrzeug.

[0012] Die Erfindung geht dabei von der Überlegung aus, dass ausschlaggebend für die scheinbare Entfernung des virtuellen Tiefenbildes die Länge des Strahlenganges zwischen den Augen des Betrachters und der bildgebenden Ausgabereinheit ist. Hierzu ist die bildgebende Ausgabereinheit mit einer geeigneten optischen Einheit versehen, mittels welcher der autostereoskopische Effekt genutzt wird, so dass die scheinbare Entfernung des virtuellen Tiefenbildes deutlich vergrößert werden kann. Hierdurch kann das virtuelle Tiefenbild vorteilhaft vor dem Fahrzeug und somit außen in der realen Umgebung erscheinen.

[0013] Mit Hilfe eines solchen Aufbaus kann das virtuelle Bildobjekt, insbesondere ein virtuelles grafisches Bildobjekt und/oder eine Beschreibung oder ein Text vor dem Fahrzeug erzeugt werden und ein reales Objekt mit Hilfe des virtuellen Bildobjektes des virtuellen Tiefenbildes hervorgehoben werden. Beispielsweise kann als virtuelles Bildobjekt innerhalb des virtuellen Tiefenbildes passgenau um das reale Objekt in der Umgebung ein Rahmen oder eine andere Markierung gezeichnet werden, so dass es für den Fahrer den Eindruck hat, dass das reale Objekt direkt markiert würde (auch kontaktanaloge Darstellung oder Augmentierung genannt).

[0014] Durch die Verortung des virtuellen Tiefenbildes vor das Fahrzeug ergibt sich eine Reihe von Vorteilen:

Der Fahrer kann gleichzeitig sowohl auf ein reales Objekt vor dem Fahrzeug (beispielsweise ein vorausfahrendes Fahrzeug) als auch auf das virtuelle Tiefenbild des Head-Up-Displays scharf stellen (auch Akkommodation des Auges des Betrachters genannt).

Die Augenkonvergenz kann sich sowohl auf das reale Objekt vor dem Fahrzeug als auch auf das virtuelle Tiefenbild des Head-Up-Displays einstellen (= zum Beispiel Parallelstellung der Augen für virtuelle, unendlich entfernte Objekte), so dass sich für den Betrachter keine Doppelbilder ergeben.

[0015] Demgegenüber ergeben sich bei der bekannten Verortung eines virtuellen Bildes nahe am Fahrer, beispielsweise direkt hinter der Windschutzscheibe, die folgenden Probleme:

Der Fahrer kann nicht gleichzeitig auf das reale Objekt vor dem Fahrzeug als auch auf das virtuelle Tiefenbild des Head-Up-Displays scharf stellen (Akkommodation). Eines von beiden erscheint immer unscharf.

Der Fahrer kann die Augenkonvergenz entweder nur auf das reale Objekt vor dem Fahrzeug oder auf das virtuelle Tiefenbild vornehmen. Hierdurch erscheint eines der beiden immer doppelt.

[0016] Die Erfindung geht dabei von folgenden zwei physiologischen Parametern des menschlichen Au-

ges des Betrachters für eine Tiefenwahrnehmung aus:

Die Augenkonvergenz beschreibt die gegensinnige Bewegung des linken und des rechten Auges in der Horizontalen, damit die Blickrichtung beider Augen auf einen gemeinsamen Punkt in der Entfernung des zu betrachtenden realen Objektes gerichtet ist.

Die Akkommodation bezeichnet die Scharfstellung eines einzelnen Auges auf die Entfernung des zu betrachtenden realen Objektes.

[0017] Eine Weiterbildung der Erfindung sieht vor, dass die bildgebende Ausgabereinheit als eine autostereoskopische Anzeigereinheit ausgebildet ist. Die Ausbildung der bildgebenden Ausgabereinheit als eine autostereoskopische Anzeigereinheit, insbesondere ein autostereoskopisches 3D-Display, löst sowohl das Bauraumproblem als auch das Problem der Augenkonvergenz. Das Problem der Akkommodation wird über ein speziell angepasstes HMI-Konzept (HMI = Human-Man-Interface-Konzept) der Vorrichtung gelöst, indem die bildgebende Ausgabereinheit derart ausgebildet ist, dass die Teilbilder derart erzeugt werden, dass das virtuelle Bildobjekt in mehreren Tiefenebenen in der realen Umgebung und/oder unscharf, beispielsweise mittels unscharfer Konturen, wahrgenommen wird, so dass die Unschärfe für den Betrachter nicht direkt wahrnehmbar ist oder zumindest nicht als störend empfunden wird.

[0018] Als autostereoskopische Anzeigereinheit dient insbesondere ein LCD-Display (LCD = Liquid Crystal Display) oder ein OLED-Display (OLED = organic light emitting diode). Die erfindungsgemäße Vorrichtung mit der bildgebenden Ausgabereinheit in Kombination mit mindestens einer spiegelnden Scheibe bildet somit eine teildurchsichtige Anzeigereinheit, wie eine HUD-Anzeigereinheit (HUD = Head-Up-Display) oder eine HMD-Anzeigereinheit (HMD = Head Mounted Display).

[0019] Eine weitere Ausführungsform sieht vor, dass der bildgebenden Ausgabereinheit ausgabeseitig eine Barrieren-Optik oder eine Lentikular-Optik vorgeschaltet ist. Die Barrieren-Optik oder die Lentikular-Optik ist dabei jeweils derart ausgestaltet, dass diese zwei unterschiedliche Teilbilder der von der bildgebenden Ausgabereinheit ausgehenden Information und zwar ein Teilbild für das linke Auge und ein Teilbild für das rechte Auge des Betrachters erzeugt, so dass ein virtuelles stereoskopisches Tiefenbild derart in der realen Umgebung hinter der Scheibe erzeugt wird, dass sich bezüglich der Augenkonvergenz des Betrachters ein ausreichend großer scheinbarer Abstand/Entfernung des erzeugten virtuellen Tiefenbildes von den Augen des Betrachters bis zur Tiefenebene des virtuellen Tiefenbildes hinter der Scheibe in der realen Umgebung ergibt.

[0020] In einer möglichen Ausführungsform ist die Barrieren-Optik als eine Parallaxenbarriere, insbesondere als eine Lochrastermaske, derart ausgebildet, dass für das rechte Auge eines Betrachters sichtbare Pixel für das linke Auge des Betrachters abgeschattet werden und umgekehrt.

[0021] Gemäß einer alternativen Weiterbildung ist die Lentikular-Optik als ein Lentikularraster derart ausgebildet, dass der Blick des rechten Auges eines Betrachters auf eine bestimmte Pixelgruppe (ein Teilbild der darzustellenden Information) des erzeugten virtuellen Tiefenbildes und der Blick des linken Auges des Betrachters auf eine dazu komplementäre Pixelgruppe (das andere Teilbild der darzustellenden Information) des virtuellen Tiefenbildes gelenkt wird.

[0022] Darüber hinaus kann zusätzlich eine Aufnahmeeinheit vorgesehen sein, die derart ausgebildet ist, dass diese den Kopf, die Pupillen und/oder die Augen des Betrachters des virtuellen Tiefenbildes und der realen Umgebung erfasst und eine Kopf-, Pupillen- und/oder Augenbewegung und/oder eine Kopf- und/oder Augenposition und/oder eine Blickrichtung des Betrachters bestimmt und überwacht sowie verfolgt.

[0023] Ferner ist vorgesehen, dass die Barrieren-Optik oder die Lentikular-Optik, insbesondere hinsichtlich deren Form, Größe, Abmessung und/oder Aufbau, an eine gegebene Krümmung der ausgangsseitig im Strahlengang angeordneten spiegelnden Scheibe angepasst ist. Hierdurch sind eine Optimierung des Strahlengangs und eine optimale Trennung der zu erzeugenden Teilbilder für das linke Auge und das rechte Auge des Betrachters ermöglicht.

[0024] Zusätzlich kann die Aufnahmeeinheit derart mit der bildgebenden Ausgabereinheit und/oder der Barrieren-Optik oder der Lentikular-Optik koppelbar sein, dass die Teilbilder in Abhängigkeit von der ermittelten Kopf-, Pupillen- und/oder Augenbewegung und/oder der Kopf- und/oder Augenposition und/oder der Blickrichtung des Betrachters erzeugt und gespiegelt werden.

[0025] Beispielsweise kann die Aufnahmeeinheit derart mit einer Stelleinheit koppelbar sein, dass in Abhängigkeit von der ermittelten Kopf-, Pupillen- und/oder Augenbewegung und/oder der Kopf- und/oder Augenposition und/oder der Blickrichtung des Betrachters eine Stellung der bildgebenden Ausgabereinheit und/oder der Barrieren-Optik oder der Lentikular-Optik einstellbar oder veränderbar ist.

[0026] Hinsichtlich des Verfahren zur augmentierten Darstellung mindestens eines virtuellen Bildobjektes in einer realen Umgebung eines Fahrzeugs wird die Aufgabe erfindungsgemäß gelöst, indem mittels mindestens einer bildgebenden Ausgabereinheit zwei Teilbilder des darzustellenden virtuellen Bildob-

jektes gleichzeitig getrennt voneinander erzeugt werden und an der Scheibe des Fahrzeugs derart gespiegelt werden, dass das dazustellende virtuelle Bildobjekt als ein virtuelles Tiefenbild außerhalb des Fahrzeugs hinter der Scheibe in der realen Umgebung überlagert ausgegeben wird.

[0027] Dabei werden die beiden Teilbilder derart erzeugt, dass sie jeweils nur von einem Auge gesehen werden.

[0028] Eine Ausführungsform des Verfahrens sieht vor, dass die zwei Teilbilder derart für das linke Auge und das rechte Auge eines Betrachters erzeugt werden, dass das darzustellende virtuelle Bildobjekt in einem der Teilbilder versetzt zum anderen Teilbild ausgegeben wird. Hierdurch entsteht für den Betrachter der Eindruck, dass das erzeugte virtuelle Bildobjekt vor dem realen Hintergrund und somit vor einem realen Objekt, wie einem vorausfahrenden Fahrzeug, liegt.

[0029] Alternativ werden für das linke Auge und das rechte Auge eines Betrachters zwei gleiche Teilbilder des darzustellenden virtuellen Bildobjektes erzeugt, wodurch für den Betrachter der Eindruck entsteht, dass das virtuelle Bildobjekt im Sichtfeld in weiter Entfernung zur Position des Betrachters liegt.

[0030] Ausführungsbeispiele der Erfindung werden im Folgenden anhand von Zeichnungen näher erläutert.

[0031] Dabei zeigen:

[0032] Fig. 1 schematisch in Seitenansicht ein Ausführungsbeispiel für eine Vorrichtung zur augmentierten Darstellung eines insbesondere virtuellen Bildobjektes in einer realen Umgebung, und

[0033] Fig. 2 schematisch in Draufsicht ein Ausführungsbeispiel für eine Vorrichtung zur augmentierten Darstellung eines insbesondere virtuellen Bildobjektes in einer realen Umgebung.

[0034] Einander entsprechende Teile sind in allen Figuren mit den gleichen Bezugszeichen versehen.

[0035] Fig. 1 zeigt ein Ausführungsbeispiel für eine Vorrichtung **1** zur augmentierten Darstellung mindestens eines virtuellen Bildobjektes **B** in einer realen Umgebung **U** eines Fahrzeugs **2**.

[0036] Die Vorrichtung **1** stellt eine HUD-Anzeige (HUD = Head-Up-Display) dar.

[0037] Hierzu umfasst die Vorrichtung **1** mindestens eine bildgebende Ausgabereinheit **3**, die im Bereich einer Scheibe **4** innen im Fahrzeug **2** derart angeordnet und die derart ausgestaltet ist, dass zwei Teilbil-

der TB1, TB2 des darzustellenden virtuellen Bildobjekts B gleichzeitig getrennt voneinander, eines für das linke Auge und eines für das rechte Auge eines Betrachters **5**, erzeugt werden und an der Scheibe **4** derart gespiegelt/reflektiert werden, dass das darzustellende virtuelle Bildobjekt B als ein virtuelles Tiefenbild T außerhalb des Fahrzeugs **2** hinter der Scheibe **4** in der realen Umgebung U überlagert ausgegeben wird, insbesondere in Blickrichtung R eines Betrachters **5**. Somit sieht der Betrachter **5** in Blickrichtung R sowohl das gespiegelte virtuelle Bildobjekt B des virtuellen Tiefenbildes T der bildgebenden Ausgabeinheit **3** in einer Entfernung r zur Position des Betrachters **5** in der realen Umgebung U und gleichzeitig die reale Umgebung U hinter der Scheibe **4**.

[0038] Im Ausführungsbeispiel nach Fig. 1 fährt dem eigenen Fahrzeug **2** als reales Objekt O beispielsweise ein Fahrzeug im Sichtfeld und damit in Blickrichtung R des Betrachters **5** voraus. Dabei wird das virtuelle Tiefenbild T des virtuellen Bildobjekts B derart mittels der Vorrichtung **1** erzeugt, dass der Betrachter **5** in Blickrichtung R sowohl das erzeugte virtuelle Bildobjekt B als auch das reale Objekt O wahrnimmt, insbesondere derart wahrnimmt, dass das virtuelle Bildobjekt B lage- und/oder positionsgenau zum realen Objekt O in der realen Umgebung U liegt. Bei dem virtuellen Bildobjekt B kann es sich beispielsweise um eine grafische Markierung des realen Objekts O in Form einer Umrahmung handeln. Alternativ kann eine Textinformation, beispielsweise eine ermittelte Geschwindigkeit für das vorausfahrende Fahrzeug seitlich des vorausfahrenden Fahrzeugs (= reales Objekt O) ausgegeben werden.

[0039] In einer möglichen Ausführungsform dient zumindest ein Teilbereich der Scheibe **4**, welcher spiegelnd und lichtdurchlässig ausgebildet ist als Reflexionsfläche **4.1** der Vorrichtung **1**. Alternativ kann die Scheibe **4** vollständig spiegelnd und lichtdurchlässig ausgebildet sein, so dass die Größe der Reflexionsfläche **4.1** der Größe der Scheibe **4** entspricht.

[0040] Die bildgebende Ausgabeinheit **3** ist in einer möglichen Ausführungsform als eine autostereoskopische Anzeigeeinheit ausgebildet. Insbesondere ist die bildgebende Ausgabeinheit **3** kompakt und flach ausgeführt. Beispielsweise ist die bildgebende Ausgabeinheit **3** als eine LCD-Anzeigeeinheit oder eine OLED-Anzeigeeinheit ausgebildet. Auch können andere geeignete flache Anzeigeeinheiten verwendet werden.

[0041] Für eine binokulare Erfassung und Wahrnehmung des virtuellen Bildobjekts B durch den Betrachter **5** und somit ein stereoskopisches Sehen mit einem virtuellen dreidimensionalen Tiefeneindruck ist der bildgebende Ausgabeinheit **3** ausgabeseitig und somit strahlungsausgangsseitig zumindest eine Optik **6** geschaltet.

[0042] In einer möglichen Ausführungsform ist die Optik **6** als eine Barrieren-Optik ausgeführt. Beispielsweise ist die Barrieren-Optik als eine Parallaxenbarriere, insbesondere eine Lochrastermaske, ausgebildet und derart gestaltet, dass für das rechte Auge des Betrachters **5** sichtbare Pixel des virtuellen Tiefenbilds T (= Teilbild TB1) für das linke Auge des Betrachters **5** und für das linke Auge des Betrachters **5** sichtbare Pixel des virtuellen Tiefenbilds T (= Teilbild TB2) für das rechte Auge abgeschattet werden oder umgekehrt.

[0043] Die Barriereoptik kann alternativ als ein transparentes Display, zum Beispiel als eine transparente LCD-Anzeigeeinheit, ausgebildet sein und somit elektrisch steuerbar sein.

[0044] Alternativ kann die Optik **6** als eine Lentikular-Optik ausgebildet sein. Beispielsweise ist die Lentikular-Optik als ein Lentikularraster (Linsenraster) ausgebildet und derart gestaltet, dass der Blick des rechten Auge des Betrachters **5** auf eine bestimmte Pixelgruppe des erzeugten virtuellen Tiefenbildes T (= Teilbild TB1) und der Blick des linken Auges des Betrachters **5** auf eine dazu komplementäre Pixelgruppe des virtuellen Tiefenbildes T (= Teilbild TB2) gelenkt wird.

[0045] Bei Verwendung der bildgebenden Ausgabeinheit **3** im Fahrzeug **2** ist die bildgebende Ausgabeinheit **3** an einem geeigneten Ort im Fahrzeug **2**, insbesondere am unteren Ende der Scheibe **4**, insbesondere einer Front- oder Windschutzscheibe, derart angeordnet, dass das von der Ausgabeinheit **3** generierte Bild des darzustellenden virtuellen Bildobjekts B mittels der im Strahlengang ausgangsseitig angeordneten Optik **6** als zwei Teilbilder TB1, TB2 derart an der Scheibe **4** gespiegelt wird, dass die gespiegelten Teilbilder TB1 und TB2 vom Betrachter **5** (z. B. einem Fahrer oder einem Beifahrer) mit beiden Augen als das virtuelle Tiefenbild T des virtuellen Bildobjekts B in der Entfernung r vor dem Fahrzeug **2** wahrgenommen werden. Wie bei einem konventionellen Head-Up-Display erscheint das virtuelle Tiefenbild T der Vorrichtung **1** daher in der Realität hinter der Scheibe **4** und somit in der realen Umgebung U überlagert. Die Scheibe **4** fungiert in diesem Fall als halbdurchlässiger Spiegel.

[0046] Die Schärfenebene E dieses virtuellen Tiefenbildes T erscheint für den Betrachter **5** wenige Dezimeter hinter der Scheibe **4**, so dass ohne weitere Maßnahmen der Betrachter **5** zur Ansicht des virtuellen Tiefenbildes T auf eine Entfernung wenige Dezimeter hinter der Scheibe **4** scharf stellen muss.

[0047] Für eine kontaktanaloge Augmentierung der Szenerie vor dem Fahrzeug **2** können sich folgende Probleme ergeben:

- Scharfstellung der Augen stets nur auf ein Objekt möglich (Akkommodation: Nah- oder Fernakkommodation), eine Scharfstellung auf Objekte in unterschiedlichen Entfernungen ist nicht möglich; die anderen Objekte erscheinen dem Betrachter **5** unscharf;
- Konvergenzbewegungen der Augen, bei welcher die Augen aus der Parallelstellung heraus in Überschneidung gebracht werden, so dass es zu Doppelbildwahrnehmungen kommen kann (Augenkonvergenz).

[0048] Erfindungsgemäß werden diese Probleme gelöst durch den Einsatz einer autostereoskopischen Anzeigeeinheit als bildgebende Ausgabereinheit **3**. Durch den erfindungsgemäßen Einsatz einer autostereoskopischen Anzeigeeinheit ist es möglich, dem Betrachter **5** subjektiv einen räumlichen Eindruck für das von der bildgebenden Ausgabereinheit **3** in Kombination mit der Optik **6** und der Reflexionsfläche **4.1** der Scheibe **4** generierte virtuelle Tiefenbild **T** zu vermitteln. Dies gilt zumindest für den räumlichen Eindruck, der aufgrund der Augenkonvergenz entsteht. Bezüglich der Akkommodation gilt die Schärfenebene **E** in einem Abstand von wenigen Dezimetern hinter der Scheibe **4**.

[0049] Fig. 2 zeigt die als Head-Up-Display ausgebildete Vorrichtung **1** in Draufsicht. Die Größe der dargestellten bildgebenden Ausgabereinheit **3** ist lediglich als Illustration und Beispiel zu verstehen. Mit anderen Worten: Die Größe der bildgebenden Ausgabereinheit **3** kann variieren, wobei symmetrische und asymmetrische Anordnungen und Ausgestaltungen/Größen der bildgebenden Ausgabereinheit **3** in Bezug auf die Scheibe **4** denkbar sind. Dies hängt mitunter auch von den baulichen Gegebenheiten im Fahrzeug **2** ab.

[0050] Fig. 2 zeigt den Verlauf der Augenkonvergenz bei der Betrachtung eines realen Objekts **O** vor dem eigenen Fahrzeug **2**. In Fig. 2 ist beispielhaft der Fahrer eines linksgelenkten Fahrzeugs **2** als Betrachter **5** der vorausliegenden Umgebung **U** eingezeichnet. Dies ist jedoch in keiner Weise einschränkend. Es ist offensichtlich, dass sämtliche beschriebene Konzepte auch für einen Beifahrer auf der rechten Seite oder den Fahrer eines rechtsgelenkten Fahrzeuges anwendbar sind. Ebenso ist die beschriebene erfindungsgemäße Vorrichtung **1** nicht auf die Anwendung in Kombination mit einer Front- oder Windschutzscheibe beschränkt. Vielmehr ist jede entsprechend geneigte Scheibe im Kraftfahrzeug als Reflexionsfläche verwendbar, beispielsweise auch eine Heckscheibe des Fahrzeugs **2**.

[0051] Hinsichtlich der im Strahlengang der bildgebenden Ausgabereinheit **3** angeordneten Optik **6** gibt es zumindest die bereits oben beschriebenen zwei Möglichkeiten, so dass die Vorrichtung **1** als ei-

ne autostereoskopische HUD-Anzeigeeinheit ausgeführt ist.

[0052] Bei der Ausführung der Optik **6** als Parallaxenbarrieren wird strahlenausgangsseitig in kleinem Abstand vor der bildgebenden Ausgabereinheit **3** eine Parallaxenbarriere angeordnet. Diese Parallaxenbarriere besteht insbesondere aus einem optimierten Raster, welches einzelne Pixel für das linke Auge des Betrachters **5** abschattet. Die anderen, für das linke Auge sichtbaren Pixel werden von der Parallaxenbarriere dagegen für das rechte Auge abgeschattet. Auf diese Art und Weise ist es möglich, dem linken und dem rechten Auge zwei unterschiedliche Bilder (= Teilbilder TB1, TB2) zu präsentieren, wodurch der gewünschte stereoskopische Effekt erzielt werden kann.

[0053] Bei der Ausführung der Optik **6** als Linsenraster wird strahlenausgangsseitig direkt vor der bildgebenden Ausgabereinheit **3** ein Linsenraster angeordnet. Dieses Linsenraster ist so aufgebaut, dass durch die Brechwirkung der Linsen der Blick des rechten Auges auf eine bestimmte Pixelgruppe der bildgebenden Ausgabereinheit **3** gelenkt wird, wohingegen der Blick des linken Auges auf die komplementäre Pixelgruppe der bildgebenden Ausgabereinheit **3** gelenkt wird. Somit kann wie bei einer Parallaxenbarriere auch dem linken und dem rechten Auge jeweils ein unterschiedliches Bild (= Teilbilder TB1, TB2) präsentiert werden, wodurch sich ebenfalls der gewünschte stereoskopische Effekt ergibt.

[0054] Darüber hinaus können weitere geeignete Optiken **6**, welche ein autostereoskopisches Sehen ermöglichen, eingesetzt werden.

[0055] Darüber hinaus kann die Vorrichtung **1** derart ausgestaltet sein, dass zusätzlich zu dem für den Betrachter **5** wahrnehmbaren stereoskopischen Effekt weitere Funktionen und Wahrnehmungen erzeugt werden.

[0056] So kann eine Aufnahmeeinheit **7**, beispielsweise eine Kamera, vorgesehen sein, die beispielsweise derart ausgebildet ist, dass diese den Kopf, die Pupillen und/oder die Augen des Betrachters **5** des virtuellen Tiefenbildes **T** und der realen Umgebung **U** erfasst und eine Kopf-, Pupillen- und/oder Augenbewegung und/oder eine Kopf- und/oder Augenposition und/oder die Blickrichtung **R** des Betrachters **5** bestimmt und überwacht und insbesondere deren Verlauf verfolgt.

[0057] Dabei ist die bildgebende Ausgabereinheit **3** und/oder die Optik **6** derart ausgestaltet, dass zumindest eine dieser Komponenten die Teilbilder TB1 und TB2 in Abhängigkeit von der ermittelten Kopf-, Pupillen- und/oder Augenbewegung und/oder der ermittelten Kopf- und/oder Augenposition und/oder der er-

mittelten Blickrichtung R des Betrachters **5** erzeugt, so dass daraus resultierend das virtuelle Tiefenbild T vom Betrachter **5** entsprechend, beispielsweise in der ermittelten Blickrichtung R in der realen Umgebung U, wahrgenommen wird.

[0058] Dabei hat insbesondere die horizontale Position der Augen des Betrachters **5** einen Einfluss. Mit Hilfe der beobachteten Kopf-, Pupillen- und/oder Augenposition kann die autostereoskopische Vorrichtung **1** entsprechend angepasst werden, um den autostereoskopischen Effekt möglichst optimal herbeizuführen.

[0059] Dabei sind verschiedene Anpassungen denkbar. So kann die Vorrichtung **1** zusätzlich zumindest eine Stelleinheit **8** umfassen, mittels der zumindest eine Position oder Stellung einer der Komponenten der Vorrichtung **1**, wie der bildgebenden Ausgabereinheit **3** und/oder der Optik **6**, angepasst, beispielsweise verschoben oder verstellt wird. Insbesondere können die einzelnen Komponenten der Vorrichtung **1**, wie z. B. das Linsenraster und/oder die bildgebende Ausgabereinheit **3** oder eine Kombination hiervon, in ihrer Position derart verändert werden, dass sich für den Betrachter **5** der gewünschte stereoskopische Effekt ergibt.

[0060] In einer Ausprägung der Erfindung erfolgt diese Verschiebung nicht mechanisch, sondern elektronisch gesteuert. So kann beispielsweise eine Parallaxenbarriere auch durch eine transparente LCD-Anzeigeeinheit realisiert werden, welche an den gewünschten Stellen mittels einer elektronischen Ansteuerung transparent oder undurchsichtig geschaltet wird. Dabei wird die transparente LCD-Anzeigeeinheit pixelgenau angesteuert und dynamisch verändert werden. In diesem Fall kann die Stelleinheit entfallen.

[0061] Im erfindungsgemäßen Anwendungsfall ist die autostereoskopische Vorrichtung **1** derart ausgestaltet, dass das virtuelle Tiefenbild T derart erzeugt wird, dass der Betrachter **5** das virtuelle Tiefenbild T weit außen hinter der Scheibe **4** in der Entfernung r in der realen Umgebung U wahrnimmt.

[0062] Üblicherweise ist eine als Windschutzscheibe ausgebildete Scheibe **4** nicht eben oder plan. Vielmehr weist die Windschutzscheibe eine Krümmung auf. Hierdurch kann es sein, dass eine herkömmliche Parallaxenbarriere oder ein herkömmliches Linsenraster nicht mehr den gewünschten Effekt erzielt.

[0063] In einer möglichen Ausprägung der Erfindung wird daher die Optik **6**, insbesondere die Parallaxenbarriere oder das Linsenraster der Vorrichtung **1**, entsprechend auf die Krümmung der Scheibe **4**, insbesondere einer Windschutzscheibe, ausgestaltet oder angepasst und optimiert, dass sich unter Berücksich-

tigung der Reflexion an der gekrümmten Scheibe **4** und unter Berücksichtigung der angepassten/optimierten Parallaxenbarriere oder des angepassten/optimierten Linsenrasters ein für die stereoskopische Darstellung vorteilhafter Strahlengang ergibt.

[0064] Wie oben beschrieben, erzeugt die autostereoskopische Vorrichtung **1** als Head-Up-Display für das linke und das rechte Auge des Betrachters **5** zwei unterschiedliche Teilbilder TB1, TB2.

[0065] In der grundsätzlichen Ausprägung der Erfindung wird das von der bildgebenden Ausgabereinheit **3** erzeugte stereoskopische virtuelle Tiefenbild T so aufgebaut, dass sich bezüglich der Augenkonvergenz eine ausreichend große wahrnehmbare Entfernung r des virtuellen Tiefenbildes T hinter der Scheibe **4** ergibt.

[0066] Typischerweise könnte eine solche wahrnehmbare Entfernung r des virtuellen Tiefenbildes T sieben bis fünfzehn Meter in Blickrichtung R betragen. In einem solchen Fall ergibt sich für den Betrachter **5** der Eindruck, dass das von der bildgebenden Ausgabereinheit **3** erzeugte virtuelle Tiefenbild T und somit das darzustellende virtuelle Bildobjekt B tatsächlich in diesem Abstand hinter der Scheibe **4** liegt. Dies betrifft zumindest den räumlichen Eindruck bezüglich der Augenkonvergenz. Wenn der Betrachter **5** in diesem Fall seine Augen auf das reale Objekt O vor seinem eigenen Fahrzeug **2** richtet und fokussiert (z. B. auf ein vor ihm fahrendes anderes Fahrzeug), so werden sich aufgrund der erfindungsgemäßen Ausführung der Vorrichtung **1** und der Erzeugung des stereoskopischen virtuellen Tiefenbildes T in der Entfernung r für den Betrachter **5** keine Doppelbilder ergeben. Der Betrachter **5** ist also in der Lage, sowohl das reale Objekt O als auch das virtuelle Tiefenbild T ohne Doppelbilder wahrzunehmen. Damit ist es möglich, eine kontaktanaloge Augmentierung der Realität vorzunehmen.

[0067] Hierzu werden zwei gleiche oder identische Teilbilder TB1, TB2 des darzustellenden virtuellen Bildobjekts B mittels der Vorrichtung **1** erzeugt, so dass der Betrachter **5** das virtuelle Tiefenbild T weit entfernt, insbesondere mehr als 5 m oder 10 m voraus in Blickrichtung R, in der realen Umgebung U wahrnimmt und seine Augen weitgehend parallel ausgerichtet sind.

[0068] Es kann aber auch bei der erfindungsgemäßen Vorrichtung **1** zu einer Differenz zwischen der Schärfenebene E des virtuellen Tiefenbildes T und den Schärfenebenen des realen Objektes O kommen. Die Akkommodation des Auges des Betrachters **5** kann also entweder auf das virtuelle Tiefenbild T der bildgebenden Ausgabereinheit **3** oder auf das reale Objekt O in der Umgebung U erfolgen, aber nicht auf beides gleichzeitig. In einer typischen Fahrsituation

wird der Betrachter **5** jedoch das vorausliegende oder vorausfahrende reale Objekt **O** in der Ferne fixieren, so dass er ein virtuelles Tiefenbild **T** der bildgebenden Ausgabereinheit **3** in einer anderen, insbesondere nah an der Scheibe **4** liegenden Schärfenebene **E** leicht unscharf wahrnehmen wird. Jedoch wird dieses virtuelle Tiefenbild **T** bezüglich der Augenkonvergenz räumlich in der Ferne, z. B. in der Entfernung **r** vor dem eigenen Fahrzeug **2**, wahrgenommen. Der Betrachter **5** wird also das virtuelle Tiefenbild **T** in der Ferne wahrnehmen, was leicht unscharf ist. Für viele Anwendungen ist dies akzeptabel, z. B. wenn ein vorausfahrendes Fahrzeug farblich markiert werden soll.

[0069] Alternativ können derartige Akkommodationsprobleme wie nachfolgend beschrieben mittels einer angepassten Vorrichtung **1** verbessert werden: In einer Ausprägung der Erfindung wird die oben erwähnte mögliche Unschärfe bei der Erzeugung des virtuellen Tiefenbilds **T** und des anzuzeigenden virtuellen Bildobjekts **B** entsprechend berücksichtigt. Beispielsweise wird eine als anzuzeigendes virtuelles Bildobjekt **B** einzuzeichnende Linie, z. B. für die Markierung einer Spur, mittels der bildgebenden Ausgabereinheit **3** bereits als eine unscharfe Linie erzeugt. Hierzu ist die bildgebende Ausgabereinheit **3** derart ausgebildet, dass diese die beiden Teilbilder **TB1** und **TB2** des darzustellenden virtuellen Bildobjekts **B** leicht versetzt zueinander erzeugt. Mit anderen Worten: Das darzustellende virtuelle Bildobjekt **B** des einen Teilbildes **TB1** ist im anderen Teilbild **TB2** leicht versetzt, so dass es zu einer Überlappung und somit Doppelbildern oder Unschärfe des virtuellen Bildobjekts **B** kommt.

[0070] Alternativ kann eine andere gestalterische oder grafische Eigenschaft des anzuzeigenden virtuellen Bildobjekts **B** so ausgestaltet werden, dass die Unschärfe für den Betrachter **5** nicht mehr direkt wahrnehmbar oder zumindest nicht mehr als störend empfunden wird.

[0071] In einer weiteren Alternative kann eine fehlerhafte Akkommodation durch mittels der Ausgabereinheit **3** erzeugte Teilbilder **TB1**, **TB2** mit gezielt wahrnehmbarer Unschärfe im virtuellen Tiefenbild **T** kompensiert werden.

[0072] In einer weiteren Variante der Erfindung ist die bildgebenden Ausgabereinheit **3** derart ausgebildet, das stereoskopische virtuelle Tiefenbild **T** mit mehreren Tiefenebenen zu erzeugen, insbesondere mit einem oder mehreren virtuellen Bildobjekten **B** in mehreren Tiefenebenen zu erzeugen. So können beispielsweise verschiedene Inhalte oder virtuelle Bildobjekte **B** des virtuellen Tiefenbildes **T** in scheinbar unterschiedlichen vorgegebenen Entfernungen **r** hinter der Scheibe **4** ausgegeben und vom Betrachter **5** wahrgenommen werden. Hierzu ist die bildgebende Ausgabereinheit **3** derart ausgestaltet, dass ein Ver-

satz der Bildinhalte oder der virtuellen Bildobjekte **B** zwischen linken und rechten Teilbild **TB1**, **TB2** für das linke bzw. rechte Auge des Betrachters erzeugt wird, wobei dieser Versatz an die Konvergenz der Augen des Betrachters **5** angepasst ist und hierdurch der gewünschte räumliche Eindruck, insbesondere Tiefeneindruck entsteht.

[0073] Dies ist auch kontinuierlich möglich, d. h. es ist möglich, eine Linie des virtuellen Tiefenbilds **T** derart zu erzeugen, dass sich für den Betrachter **5** der räumliche Eindruck ergibt, als würde die Linie in Blickrichtung **R** beispielsweise entlang eines vorausliegenden Straßenverlaufs in der realen Umgebung **U** laufen und diesem folgen.

[0074] In einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung kann die Helligkeit der bildgebenden Ausgabereinheit **3** automatisch an die Umgebungsbedingungen angepasst werden. Hierzu ist die bildgebende Ausgabereinheit **3** mit der Aufnahmeeinheit **7** oder einem anderen geeigneten Sensor, insbesondere einem Lichtsensor, koppelbar, wobei anhand von mittels der Aufnahmeeinheit **7** erfassten Bildern mindestens eine Umgebungsbedingung, insbesondere eine Umgebungshelligkeit oder -licht, bestimmt wird und bei Bedarf die Helligkeit des zu erzeugenden virtuellen Tiefenbilds **T** in Abhängigkeit vom erfassten Umgebungslicht gesteuert wird.

Bezugszeichenliste

1	Vorrichtung zur augmentierten Darstellung eines virtuellen Bildobjekts
2	Fahrzeug
3	bildgebende Ausgabereinheit
4	Scheibe
4.1	Reflexionsfläche
5	Betrachter
6	Optik
7	Aufnahmeeinheit
8	Stelleinheit
B	virtuelles Bildobjekt
E	Schärfenebene
O	reales Objekt
R	Blickrichtung
T	Tiefenbild
TB1, TB2	Teilbilder
U	reale Umgebung
r	Entfernung

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 202013101078 U1 [0002]
- DE 102011082985 A1 [0002]
- DE 102009045169 A1 [0002]

Patentansprüche

1. Vorrichtung (1) zur augmentierten Darstellung mindestens eines virtuellen Bildobjekts (B) in einer realen Umgebung (U) eines Fahrzeugs (2), gekennzeichnet durch mindestens eine bildgebende Ausgabeinheit (3), die im Bereich einer Scheibe (4) innen im Fahrzeug (2) derart angeordnet und die derart ausgestaltet ist, dass zwei Teilbilder (TB1, TB2) des darzustellenden virtuellen Bildobjekts (B) gleichzeitig getrennt voneinander erzeugt werden und an der Scheibe (4) derart gespiegelt werden, dass das darzustellende virtuelle Bildobjekt (B) als ein virtuelles Tiefenbild (T) außerhalb des Fahrzeugs (2) hinter der Scheibe (4) in der realen Umgebung (U) überlagert ausgegeben wird.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die bildgebende Ausgabeinheit (3) als eine autostereoskopische Anzeigeeinheit ausgebildet ist.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass der bildgebenden Ausgabeinheit (3) ausgabeseitig eine Barrieren-Optik oder eine Lentikular-Optik vorgeschaltet ist.

4. Vorrichtung nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Barrieren-Optik als eine Parallaxenbarriere derart ausgebildet ist, dass für das rechte Auge eines Betrachters (5) sichtbare Pixel für das linke Auge des Betrachters (5) abgeschattet werden und umgekehrt.

5. Vorrichtung nach Anspruch 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Lentikular-Optik als ein Lentikularraster derart ausgebildet ist, dass der Blick des rechten Auge eines Betrachters (5) auf eine bestimmte Pixelgruppe des erzeugten virtuellen Tiefenbildes (T) und der Blick des linken Auges des Betrachters (5) auf eine dazu komplementäre Pixelgruppe des virtuellen Tiefenbildes (T) gelenkt wird.

6. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Aufnahmeeinheit (7) vorgesehen ist, die derart ausgebildet ist, dass diese zumindest die Augen des Betrachters (5) des virtuellen Tiefenbildes (T) erfasst und eine Augenbewegung und/oder eine Augenposition des Betrachters (5) bestimmt und überwacht/verfolgt.

7. Vorrichtung nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Aufnahmeeinheit (7) derart mit der bildgebenden Ausgabeinheit (3) und/oder der Barrieren-Optik oder der Lentikular-Optik koppelbar ist, dass die Teilbilder (TB1, TB2) in Abhängigkeit von der ermittelten Augenbewegung und/oder Augenposition des Betrachters (5) erzeugt und gespiegelt werden.

8. Vorrichtung nach Anspruch 6 oder 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Aufnahmeeinheit (7) derart mit einer Stelleinheit (8) koppelbar ist, dass in Abhängigkeit von der ermittelten Augenbewegung und/oder Augenposition des Betrachters (5) eine Stellung der bildgebenden Ausgabeinheit (3) und/oder der Barrieren-Optik oder der Lentikular-Optik einstellbar oder veränderbar ist.

9. Verfahren zur augmentierten Darstellung mindestens eines virtuellen Bildobjekts (B) in einer realen Umgebung (U) eines Fahrzeugs (2), **dadurch gekennzeichnet**, dass mittels mindestens einer bildgebenden Ausgabeinheit (3) zwei Teilbilder (TB1, TB2) des darzustellenden virtuellen Bildobjekts (B) gleichzeitig getrennt voneinander erzeugt werden und an einer Scheibe (4) des Fahrzeugs (2) derart gespiegelt werden, dass das darzustellende virtuelle Bildobjekt (B) als ein virtuelles Tiefenbild (T) außerhalb des Fahrzeugs (2) hinter der Scheibe (4) in der realen Umgebung (U) überlagert ausgegeben wird.

10. Verfahren nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass die zwei Teilbilder (TB1, TB2) derart für das linke Auge und das rechte Auge eines Betrachters (5) erzeugt werden, dass das darzustellende virtuelle Bildobjekt (B) in einem der Teilbilder (TB1) versetzt zum anderen Teilbild (TB2) ausgegeben wird.

Es folgen 2 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

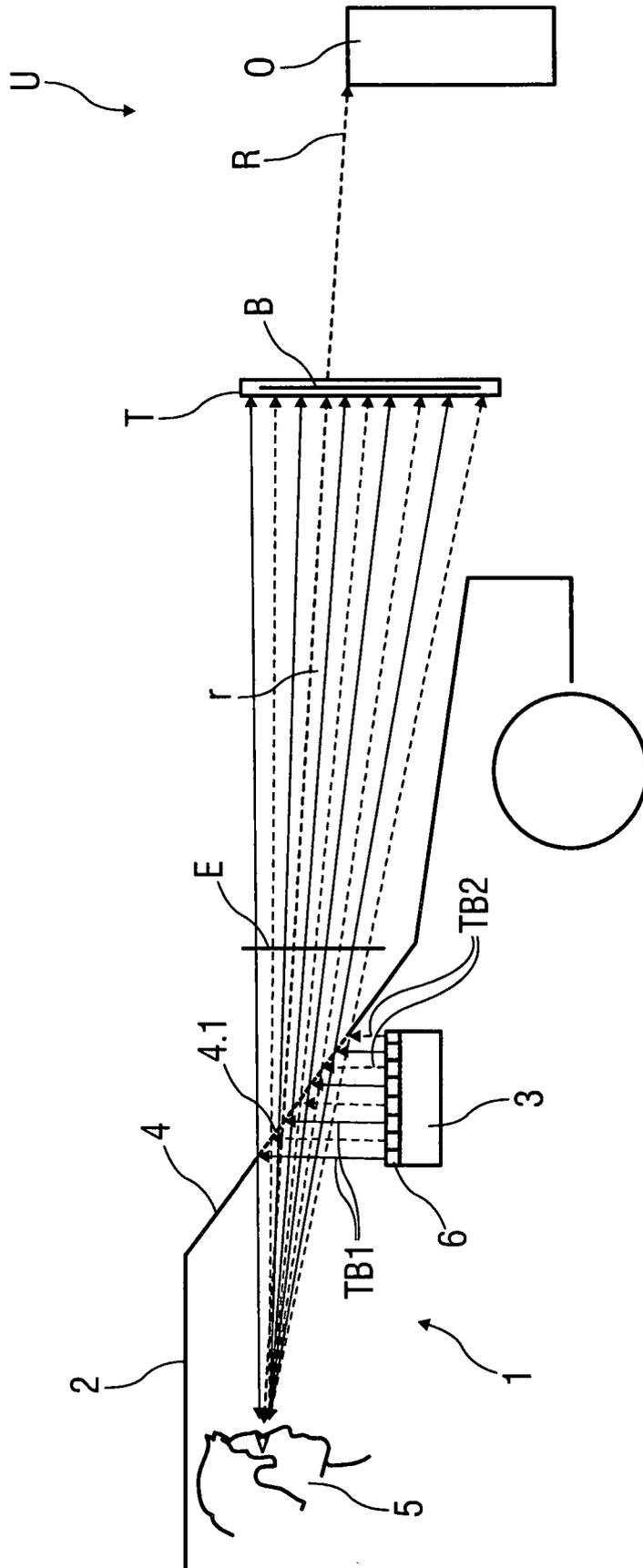


FIG 1

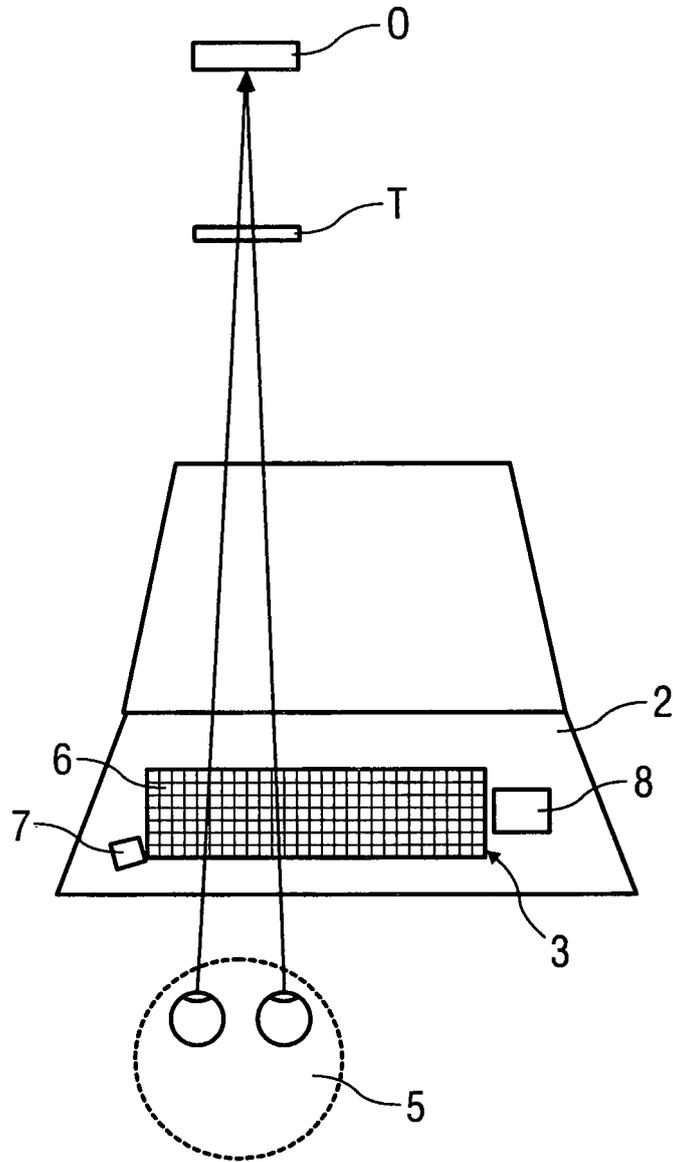


FIG 2