



(19) **FEDERAL REPUBLIC
OF GERMANY**



**GERMAN
PATENT AND
TRADEMARK OFFICE**

(12) **Unexamined Application**
(10) **DE 101 29 743 C2**

(51) Int. Cl.7:

F 21 S 8/12
G 02 B 27/02
F 21 V 5/04
B 60 Q 1/06
// F21Y 101:02

(21) Application Number: 101 29 743.2-22
(22) Filing Date: 6/20/2001
(43) Disclosure Date: 1/9/2003
(45) Date of Publication of Grant of Patent: 5/8/2003

Notice of opposition may be filed within 3 months of publication of the grant.

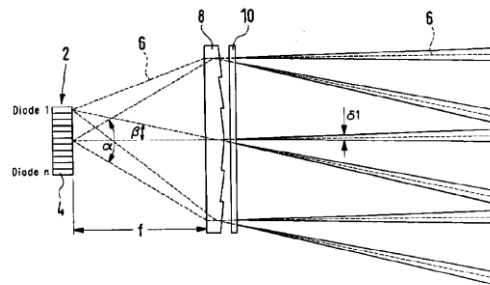
(71) Applicant:
DaimlerChrysler AG, 70567 Stuttgart, DE

(72) Inventor:
Weidel, Edgar, Dipl.-Phys., 89250 Senden, DE

(58) Citations considered for the assessment of patentability:
DE 100 09 782 A1
DE 42 48 895 A1
DE 40 07 646 A1

(54) Vehicle Headlight Comprising a Plurality of Electronic Luminous Elements as Light Source

(57) The invention relates to a vehicle headlight comprising a plurality of electronic luminous elements as a light source, the luminous elements being arranged in a two-dimensional array (2) and configured to emit a plurality of parallel light beams (6), characterized by a converging lens (8) which is arranged its focal length away substantially parallel to the surface of the array so as to receive the light from the array, and an activation electronic system for the luminous elements (4), which is configured to selectively illuminate the luminous elements (4) individually or in groups, and in that some of the plurality of luminous elements (4) emit infrared light.



DE 101 29 743 C 2

FEDERAL PRINTING OFFICE 03.03 203 190/139/9 5

Description

[0001] The invention relates to such a vehicle headlight.

[0002] Poor visibility at night is a stressful and dangerous situation that many drivers fear. As a result of poor visibility, the frequency of accidents at night is significantly higher than when driving during the day when visibility is good. In particular, the following difficulties arise at night:

- The range of vision with low beam light in oncoming traffic is low and is misjudged by many drivers. This leads to late detection of non-illuminated obstacles, pedestrians, bicyclists without lights and animals, and thus to accidents.
- The headlights of oncoming vehicles and the reflections thereof, especially on wet roads, cause the driver to be blinded and to temporarily drive into a black hole. Night-blind and older drivers are particularly at risk due to their reduced vision.
- In rain, fog and snow flurries, the visibility conditions can be significantly worse.

[0003] So as to be able to illuminate traffic scenes as well as possible at night, there are vehicle headlights, the light beam distribution of which can be adapted to the course of the road. These headlights can be tilted vertically by motor to compensate for different load conditions or to illuminate hilltops or dips ahead of the vehicle, or swiveled horizontally to illuminate curves. The mechanics required for this are very complex and prone to malfunction, and the only alternative is to provide different types of headlights between which it is possible to switch. Corresponding special headlights can also be used to create wider and lower illumination, which is advantageous in fog or snowfall, for example. However, for design and cost reasons, it is often undesirable to equip a vehicle with an excessive number of headlights.

[0004] A further improvement in visibility at night is achieved by an optoelectronic system, which is described in DE 40 07 646 A1. The system records a video image of a traffic scene and displays it appropriately to the driver. The image displayed contains additional information that the driver cannot see with his or her own eyes or can only see with difficulty, especially in darkness, bad weather and fog.

[0005] In addition to the regular headlights, the system contains two infrared headlights that use near-infrared emitting laser diodes as a light source. The laser diodes are operated in pulsed mode. A CCD camera for recording the video image is located in the roof area of the vehicle. The CCD camera has an electronic shutter that is synchronized with the laser diodes. An optical bandpass filter is installed in front of the camera lens. The video image is shown to the driver on an LCD display. Using laser light has a number of advantages:

The lasers emit at a wavelength of 810 nm in the near infrared. Since infrared light is almost invisible to the human eye, it can be illuminated permanently in high-beam light mode.

[0006] By using laser light, the glare on the camera from the visible headlights of oncoming vehicles can be significantly reduced. On the one hand, laser light only has a spectral width of a few nm, while visible light sources such as

halogen lamps are several hundred nm wide. If an optical filter having a narrow full width at half maximum is placed in front of the camera lens, almost all of the laser light is transmitted, while the light from oncoming vehicles is weakened by a factor of 50 to 100. On the other hand, laser diodes follow the driver current directly and can be pulsed rapidly in a simple manner. Using a video camera with a fast electronic shutter synchronized with the lasers can further reduce the light from oncoming vehicles.

[0007] The above-mentioned published prior art also proposes varying the brightness of the illumination based on the radiation angle, for example to illuminate the foreground of a traffic scene less brightly than the background. This compensates for the decreasing surface brightness of the laser light as the distance increases and achieves a more uniform illumination of the scene. Specifically, a laser beam is pivoted back and forth in one spatial direction by a tilting mirror and is either evenly expanded or also rapidly pivoted in a spatial direction perpendicular thereto so as to successively scan the traffic scene to be illuminated, and the intensity of the laser light is varied synchronously with the movement of the tilting mirror. However, the necessary mechanics for pivoting the mirror are subject to high requirements, which are not easy to fulfill in the case of a vehicle. Although the response times are shorter than with purely mechanical pivoting of conventional headlights, they are nonetheless limited.

[0008] An illumination device for vehicles is known from the German patent application DE 42 28 895 A1, comprising multiple semiconductor light sources that emit light of various visible colors in light beams. By providing a light disc, it is ensured that the various light beams are superimposed to achieve a desired light intensity distribution having a uniform color.

[0009] The object of the invention is to provide a vehicle headlight that, in addition to illumination, has an expanded functionality.

[0010] This object is achieved by a vehicle headlight comprising a two-dimensional array made up of a plurality of electronic luminous elements which are configured to emit a plurality of parallel light beams parallel, a converging lens which is arranged approximately its focal length away substantially parallel to the surface of the array so as to receive the light from the array; and an activation electronic system for the luminous elements which is configured to selectively illuminate the luminous elements individually or in groups.

[0011] Using the invention, the illumination characteristic of the headlight can be adapted to variable driving operation or ambient conditions solely with the aid of the activation electronic system. No mechanically moving parts are necessary, and only one headlight lens is required.

[0012] The invention can be used in a night vision system, as described in aforementioned DE 40 07 646 A1, preferably in that the headlight is fitted with LEDs or laser diodes, which emit in the near infrared. The invention can, however, also be used as a vehicle headlight for visible light, preferably by equipping the headlight with white light LEDs or laser diodes. Such a vehicle headlight can produce high beam light or low beam light as well as a variety of further luminous characteristics, depending on the activation of the luminous elements. Even a combined application as a headlight

having a variable light beam distribution for both visible as well non-visible light is possible by equipping the headlight with differently emitting luminous elements.

[0013] After exiting the converging lens, the light beams of the individual luminous elements have a certain divergence, which is desirable when used as vehicle headlights and which causes them to overlap at a certain distance. If the design-related divergence is so small that nearby objects would appear in an undesirable striped pattern, a diffuser can be provided to spread the light beams appropriately. The diffuser is preferably arranged close to the converging lens on the light exit side thereof or is integrated into the converging lens.

[0014] In a preferred embodiment, the activation electronic system selects the luminous elements that are illuminated based on data obtained from sensors about driving operation or ambient conditions. Examples of corresponding sensors include sensors that measure the suspension travel of the individual wheels, curve sensors, sensors for visibility, weather and street lighting conditions in the vehicle's surroundings and many others. Since the invention does not require any moving mechanics, an adaptation to the detected driving operation or ambient conditions can take place practically as quickly as desired, so that these can be compensated even if they change very rapidly over time.

[0015] The individual luminous elements can, for example, be activated or deactivated by simply switching them on and off, whereby intermediate brightness levels can be set by, for example, activating only every other luminous element. Intermediate brightness levels, however, can also be generated by the activation electronic system supplying some or all of the luminous elements with a lower activation current than the nominal current. In special cases, for example when sensors in the vehicle detect an unusually hazardous situation in poor lighting conditions, the activation electronic system can even supply the luminous elements or only those that illuminate a sector in which the hazardous situation is detected with excess current in order to make the situation even clearer to the driver, without the overall service life of the luminous elements being significantly affected.

[0016] In the preferred embodiment, the vehicle headlight according to the invention is a front headlight. However, it is also conceivable for it, for example, to form a combination made up of a tail light, a brake light and a rear fog light, in which only some luminous elements are active during normal driving operation at night, further luminous elements become active when braking, and some specially arranged luminous elements produce the light beam distribution of a rear fog light.

[0017] In another embodiment, the vehicle headlight contains multiple two-dimensional arrays, each containing a plurality of electronic luminous elements configured to emit a plurality of parallel light beams, wherein the light emitted by each array has a wavelength different from that of the light of the other array or arrays, and wherein the multiple arrays are arranged such that the respective light beams thereof meet in a beam combiner (an inverted beam splitter), which directs the light beams of all arrays in parallel to a common converging lens, and an activation electronic system for the luminous elements which is configured to selectively illuminate the luminous elements individually or

in groups.

[0018] In this way, for example, one of the arrays can produce infrared light, and the remaining arrays can produce visible light. Alternatively or additionally, two or more arrays can emit visible monochromatic light, each having different wavelengths, which together yield white light. In both instances, only one converging lens is required, which means that the volume of the headlight can be made small.

[0019] Further features and advantages of the invention will be apparent from the dependent claims and from the following description of exemplary embodiments based on the drawings. In the drawings:

[0020] FIG. 1 shows a side view of a vehicle headlight comprising a luminous element array,

[0021] FIG. 2 shows a view of the vehicle headlight from above; and

[0022] FIG. 3 shows an exemplary embodiment of a vehicle headlight comprising multiple luminous element arrays.

[0023] A flat array of laser diodes, preferably surface-emitting lasers, so-called VCSELs, or an array of densely packed individual LEDs can be used as the light source; both types are summarized below under the term diode array.

[0024] In the example shown, the diode array 2 is a two-dimensional planar regular arrangement of n diodes 4 in the vertical direction (FIG. 1) and m diodes 4 in the horizontal direction (FIG. 2). This means that a total of $n \times m$ diodes 4 are arranged in a rectangular array having n rows and m columns. The arrangement, however, does not have to be rectangular, but can, for example, also be elliptical or semi-elliptical, depending on which areas ahead of a vehicle in which the headlight is installed are to be illuminated.

[0025] The diodes 4 are supplied with power by an activation circuit (not shown), which allows the diodes 4 to be selectively illuminated individually or in predetermined groups with a desired intensity.

[0026] The diode array 2 is connected to a heat sink (not shown) on the back of the headlight. The light from each individual diode 4 expands both vertically and horizontally at an angle α of, for example, 10° . Light rays emanating from individual diodes 4 are plotted in dotted fashion in FIGS. 1 and 2. For the sake of clarity, only rays from two diodes 4 are plotted in FIG. 1, and only rays emanating from one diode 4 are shown in FIG. 2; furthermore, only the central ray and the edge rays of the light beams 6 emanating from the individual diodes 4 are plotted.

[0027] The diode array 2 is mounted at the focal point of a converging lens 8. For the sake of clarity, the diode array 2 and the converging lens 8 are drawn so close to each other that the angle α in the figures appears much larger than it normally is.

[0028] The converging lens 8 can be a simple lens, a plano-convex lens, a Fresnel lens or an aspherical lens. The converging lens 8 collimates the diverging light beam 6 of each diode 4. After exiting the converging lens 8, the light beams 6 will have a divergence δ (not shown), which is determined by the size of the light exit surface of an individual diode 4, by diffraction, and by the shape of the converging lens 8.

[0029] In the vertical direction (FIG. 1), this divergence δ is increased to a divergence δ_1 by a diffuser 10. δ_1 should be large enough so that the light beams 6 of adjacent diodes 4

overlap and, with suitable electrical activation of the diodes 4, the desired angular distribution of the light beam 6 is created. The maximum illuminable vertical angular range is given by 2β according to FIG. 1 and is determined by the distance between the outer diodes 4 divided by the focal length f of the converging lens 8.

[0030] In the horizontal direction, according to FIG. 2, a divergence δ_2 deviating from δ_1 can be obtained, namely by appropriately designing the diffuser 10 and/or due to a non-circularly symmetrical radiation characteristic of the diodes 4.

[0031] Either a holographic diffuser or a diffuser comprising microlenses or microwedges can be used as the diffuser 10. The diffuser 10 can have a refractive and/or diffractive effect. In another design, which is not shown, the diffuser 10 can be integrated into the converging lens 8.

[0032] The diffuser 10 forms the desired headlight distribution from the incoming collimated light beams 6. If the divergence δ of the light beams 6 emerging from the converging lens 8 is large enough, the diffuser 10 can also be dispensed with.

[0033] The angular distribution of light emitted by the headlight can now be shaped within wide limits and changed and adapted very rapidly over time, more particularly by electronically activating individual diodes 4 or groups of vertical or horizontal directions as described below.

A) In the vertical direction

- 1) If all diode rows are activated, high beam light and low beam light are obtained at the same time.
- 2) If only the diode rows $n/2$ to n (that is, the lower half of the diodes 4 in FIG. 1) are activated, only low beam light is obtained.
- 3) More generally, the vertical light distribution can be varied and optimized by the current intensity used to activate the individual diode rows.
- 4) Tilting of the vehicle due to heavy cargo or pitching movements while driving on uneven road surfaces can be dynamically compensated for by measuring the deflection of the individual wheels and using a control signal derived therefrom for the activation current of the diode rows. This control can be so rapid that no change in the illumination is perceptible, even on very uneven surfaces. This ensures that the roadway is evenly and optimally illuminated.

B) In the horizontal direction

[0034] In an analogous manner, the horizontal light distribution can be set and optimized in the horizontal direction by activating suitable groups of diodes 4. The distribution can be selected to be wider or narrower, and the maximum can be pivoted to one side to illuminate curves. These variations are also achieved by changing the diode current.

[0035] FIG. 3 shows a vehicle headlight containing two two-dimensional diode arrays 12, 12', each containing a plurality of light-emitting diodes 14, 14'. During operation, the diodes 14, 14' each emit a plurality of mutually parallel light beams 16, 16', of which only the central beam is plotted in FIG. 3. The diode arrays 12, 12' are arranged perpendicular to each

other so that the light beams 16, 16' thereof meet in a beam splitter 20, which directs the light beams 16, 16' of the two diode arrays 12, 12' in parallel onto a common converging lens 18. This means that the beam splitter 20 is used here as a beam combiner. Furthermore, a diffuser, which is not shown here, can be provided as in FIG. 1.

[0036] For example, the light beams 16 are visible light having a certain wavelength λ_1 , and the light beams 16' are visible light having a certain wavelength λ_2 different from λ_1 , where λ_1 and λ_2 lie on a straight line through the achromatic locus on the standard chromaticity diagram. As a result, the light combined by the beam splitter 20 appears like white light to the human eye, and a white light headlight can be produced with only one converging lens 18, which normally takes up a considerable part of the headlight volume, using monochrome light-emitting diodes.

[0037] Alternatively, one of the wavelengths λ_1 and λ_2 can be in the infrared range, so that a combined infrared and driving light headlight is obtained using only one converging lens 18.

[0038] If in this case one also wants to use monochromatic LEDs for the driving light, at least one further diode array is needed, which is not plotted in FIG. 3, and a beam splitter, which combines the light from all diode arrays.

[0039] In the example of FIG. 3, the beam splitter 20 contains a dielectric mirror layer 22 which is highly reflective for λ_1 and pervious for λ_2 . Such a beam splitter, in particular the dielectric layer thereof, is easier to manufacture if the angles of incidence of the two light beam groups are less than 45° . More acute angles of incidence also make it easier to combine more than two groups of light beams. Corresponding beam splitters are available, for example, for color CCD cameras comprising three CCD elements for the different colors, which are, however, transmitted through in reverse for use in a vehicle headlight.

[0040] The diodes 14, 14' of the diode arrays 12, 12' are selectively supplied with power either from a common activation circuit or from multiple separate activation circuits according to the respective illumination target, similarly to what was described above.

Claims

1. A vehicle headlight, comprising a plurality of electronic luminous elements as a light source, the luminous elements being arranged in a two-dimensional array and configured to emit a plurality of parallel light beams (6), characterized by a converging lens (8) which is arranged its focal length away substantially parallel to the surface of the array so as to receive the light from the array, and by an activation electronic system for the luminous elements (4), which is configured to selectively illuminate the luminous elements (4) individually or in group, and in that some of the plurality of luminous elements (4) emit infrared light.
2. The vehicle headlight according to claim 1, characterized in that some of the luminous elements (4) only emit infrared or only visible light.
3. The vehicle headlight according to any one of the preceding claims, characterized in that the luminous elements (4) are laser diodes.
4. The vehicle headlight according to either claim 1 or 2,

DE 101 29 743 C2

- characterized in that the luminous elements (4) are LEDs.
5. A vehicle headlight, characterized by a plurality of two-dimensional arrays (12, 12'), each containing a plurality of electronic luminous elements (14, 14') which are configured to emit a plurality of parallel light beams (16, 16'), the light emitted by each array having a wavelength different from that of the light of the other array or arrays, and the plurality of arrays being arranged such that the respective light beams thereof meet in a beam combiner (20) which directs the light beams of all arrays in parallel onto a common converging lens (18), and by an activation electronic system for the luminous elements which is configured to selectively illuminate the luminous elements (14, 14') individually or in groups.
6. The vehicle headlight according to claim 5, characterized in that one of the arrays (12) emits infrared light, and that the remaining arrays (12') emit visible light.
7. The vehicle headlight according to claim 5 or 6, characterized in that two or more arrays (12, 12') emit visible monochromatic light, each having different wavelengths, which together yield white light.
8. The vehicle headlight according to any one of the preceding claims, characterized in that a diffuser (10) for spreading the light beams is arranged in the light path of the light beams (6) of some or all of the luminous elements (4).
9. The vehicle headlight according to claim 8, characterized in that the diffuser (10) is arranged close to the converging lens (8) on the light exit side thereof.
10. The vehicle headlight according to claim 8, characterized in that the diffuser (10) is integrated into the converging lens (8).
11. The vehicle headlight according to any one of the preceding claims, characterized in that the activation electronic system is configured to select the luminous elements (4) that are to be illuminated based on data obtained from sensors about driving operation or ambient conditions.
12. The vehicle headlight according to any one of the preceding claims, characterized in that the activation electronic system is configured to set luminous intensities for some or all of the luminous elements (4) which are smaller or greater than the normal luminous intensity of the luminous elements.
13. The vehicle headlight according to any one of the preceding claims, characterized by being a front headlight.

2 page(s) of drawings

- Blank Page -

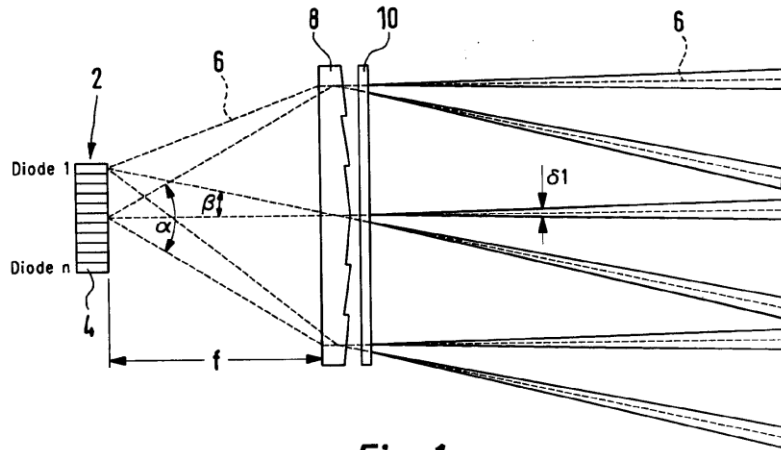


Fig. 1

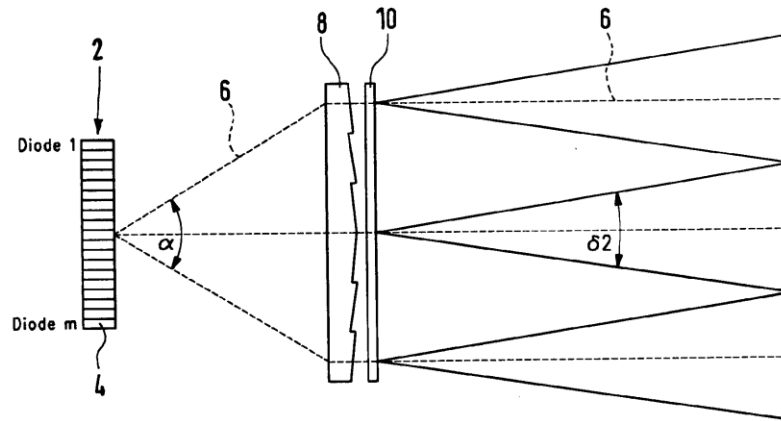
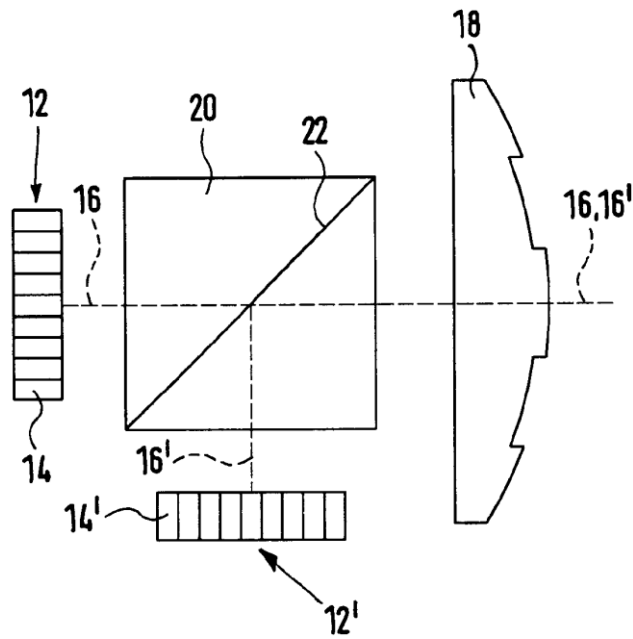


Fig. 2

Fig. 3





Certification of Accuracy of Translation

Sun IP Project # 25-2244

German to English translation of Weidel (DE_10129743_C2).pdf

Sun IP hereby certifies that the attached translation has been translated by experienced and qualified translators and that, to the best of our knowledge, the translated text reflects the content, meaning and style of the original text and constitutes a true and accurate translation of the original document.

April 14, 2025

Alex Dockery

PROJECT MANAGER

Sun IP | 555 E City Ave STE 940, Bala Cynwyd, PA 19004 | (215) 344-7800 | www.sunip.com



19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

12 Patentschrift
10 DE 101 29 743 C 2

51 Int. Cl. 7:
F 21 S 8/12
G 02 B 27/02
F 21 V 5/04
B 60 Q 1/06
// F21Y 101:02

21 Aktenzeichen: 101 29 743.2-33
22 Anmeldetag: 20. 6. 2001
43 Offenlegungstag: 9. 1. 2003
45 Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 8. 5. 2003

DE 101 29 743 C 2

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

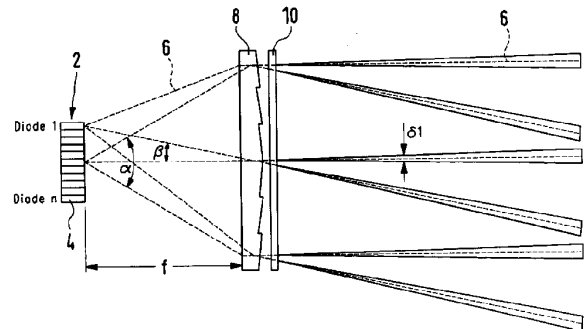
73 Patentinhaber:
DaimlerChrysler AG, 70567 Stuttgart, DE

72 Erfinder:
Weidel, Edgar, Dipl.-Phys., 89250 Senden, DE

56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:
DE 100 09 782 A1
DE 42 28 895 A1
DE 40 07 646 A1

54 Fahrzeugscheinwerfer, mit einer Anzahl von elektronischen Leuchtelementen als Lichtquelle

57 Fahrzeugscheinwerfer, mit einer Anzahl von elektronischen Leuchtelementen als Lichtquelle, wobei die Leuchtelemente in einem zweidimensionalen Array (2) angeordnet und dafür eingerichtet sind, eine Anzahl von zueinander parallelen Lichtbündeln (6) zu emittieren, gekennzeichnet, durch eine Sammellinse (8), die im Abstand ihrer Brennweite im wesentlichen parallel zu der Fläche des Arrays angeordnet ist, um das Licht von dem Array zu empfangen, durch eine Ansteuerlektronik für die Leuchtelemente (4), die dafür eingerichtet ist, die Leuchtelemente (4) einzeln oder gruppenweise selektiv leuchten zu lassen und dadurch dass ein Teil der Anzahl der Leuchtelemente (4) infrarotes Licht emittiert.



DE 101 29 743 C 2

[0001] Die Erfindung betrifft einen solchen Fahrzeugscheinwerfer.

[0002] Schlechte Sicht bei Nacht ist eine anstrengende und gefährliche Situation, die von vielen Fahrern gefürchtet wird. Als Folge der schlechten Sicht ist die Unfallhäufigkeit nachts deutlich höher als bei Fahrten bei Tag und guter Sicht. Insbesondere treten bei Nacht folgende Schwierigkeiten auf:

- Die Sichtweite mit Abblendlicht bei Gegenverkehr ist gering und wird von vielen Fahrern falsch eingeschätzt. Das führt zu einem späten Erkennen von unbeleuchteten Hindernissen, Fußgängern, Radfahrern ohne Licht und von Tieren und damit zu Unfällen.
- Durch die Scheinwerfer entgegenkommender Fahrzeuge und deren Reflexe vor allem bei nasser Fahrbahn wird der Fahrer geblendet, der Fahrer fährt kurzzeitig in ein schwarzes Loch. Besonders gefährdet sind nachtblinde und ältere Fahrer wegen ihrer geringeren Sehleistung.
- Bei Regen, Nebel und Schneetreiben können die Sichtverhältnisse nochmals deutlich schlechter sein.

[0003] Um Verkehrsszenen bei Nacht möglichst gut ausleuchten zu können, gibt es Fahrzeugscheinwerfer, deren Lichtbündelverteilung an den Straßenverlauf angepasst werden kann. Diese Scheinwerfer können motorisch in der Vertikalen gekippt werden, um unterschiedliche Beladungszustände auszugleichen oder Kuppen oder Mulden vor dem Fahrzeug auszuleuchten, beziehungsweise in der Horizontalen geschwenkt werden, um Kurven auszuleuchten. Die dazu nötige Mechanik ist sehr aufwendig und stör anfällig, und als Alternative bleibt nur die Möglichkeit, unterschiedliche Typen von Scheinwerfern vorzusehen, zwischen denen umgeschaltet werden kann. Entsprechende Sonderscheinwerfer kann man auch verwenden, um zum Beispiel eine bei Nebel oder Schneefall vorteilhafte breitere und abgesenkte Beleuchtung zu erzeugen. Aus Design- und Kostengründen ist es aber häufig unerwünscht, ein Fahrzeug mit übermäßig vielen Scheinwerfern auszurüsten.

[0004] Eine weitere Verbesserung der Sicht bei Nacht wird durch ein optoelektronisches System erreicht, das in der DE 40 07 646 A1 dargelegt ist. Das System nimmt ein Videobild einer Verkehrsszene auf und stellt es dem Fahrer geeignet dar. Das dargestellte Bild enthält zusätzliche Informationen, die der Fahrer mit seinen eigenen Augen nicht oder nur mit Mühe erfassen kann, insbesondere bei Dunkelheit, schlechter Witterung und Nebel.

[0005] Das System enthält zusätzlich zu den normalen Scheinwerfern zwei Infrarotscheinwerfer, die im nahen Infrarot emittierende Laserdioden als Lichtquelle nutzen. Die Laserdioden werden gepulst betrieben. Eine CCD-Kamera zur Aufnahme des Videobildes ist im Dachbereich des Fahrzeuges untergebracht. Die CCD-Kamera besitzt einen elektronischen Verschluss, der mit den Laserdioden synchronisiert ist. Vor dem Kameraobjektiv ist ein optisches Bandpassfilter angebracht. Das Videobild wird dem Fahrer auf einem LCD-Display gezeigt. Das Verwenden von Laserlicht hat eine Reihe von Vorteilen:

Die Laser emittieren bei einer Wellenlänge von 810 nm im nahen Infrarot. Da das infrarote Licht für das menschliche Auge nahezu nicht sichtbar ist, kann permanent aufgeblendet beleuchtet werden.

[0006] Durch Verwenden von Laserlicht kann die Blendung der Kamera durch die sichtbaren Scheinwerfer entgegenkommender Fahrzeuge erheblich reduziert werden. Zum

einen weist das Laserlicht nur eine spektrale Breite von wenigen nm auf, während sichtbare Lichtquellen wie Halogenlampen mehrere hundert nm breit sind. Bringt man ein optisches Filter mit einer schmalen Durchlassbreite vor das Kameraobjektiv, so wird nahezu das gesamte Laserlicht transmittiert, während das Licht entgegenkommender Fahrzeuge um einen Faktor 50 bis 100 geschwächt wird. Zum Anderen folgen Laserdioden dem Treiberstrom unmittelbar, sie können auf einfache Weise schnell gepulst werden. Verwendet man eine Videokamera mit einem schnellen elektronischen Verschluss, der mit den Lasern synchronisiert ist, so kann das Licht entgegenkommender Fahrzeuge weiter reduziert werden.

[0007] In der genannten Druckschrift wird außerdem vorgeschlagen, die Helligkeit der Beleuchtung abhängig vom Abstrahlwinkel zu variieren, zum Beispiel um den Vordergrund einer Verkehrsszene weniger hell zu beleuchten als den Hintergrund. Damit kann die mit der Entfernung gering werdende Flächenhelligkeit des Laserlichts kompensiert und eine gleichmäßigere Ausleuchtung der Szene erreicht werden. Speziell wird ein Laserstrahl in einer Raumrichtung durch einen Kippspiegel hin- und hergeschwenkt und in einer dazu senkrechten Raumrichtung entweder gleichmäßig aufgeweitet oder ebenfalls schnell geschwenkt, um die zu beleuchtende Verkehrsszene aufeinander folgend abzutasten, und die Intensität des Laserlichtes wird synchron mit der Bewegung des Kippspiegels variiert. An die nötige Mechanik für das Schwenken des Spiegels sind aber hohe Anforderungen gestellt, die im Falle eines Fahrzeuges nicht leicht zu erfüllen sind. Die Reaktionszeiten sind zwar kürzer als bei einer rein mechanischen Schwenkung von konventionellen Scheinwerfern, aber dennoch begrenzt.

[0008] Aus der deutschen Patentanmeldung DE 42 28 895 A1 ist eine Beleuchtungseinrichtung für Fahrzeuge bekannt, die eine Vielzahl von Halbleiterlichtquellen aufweist, die Licht unterschiedlicher sichtbarer Farben in Lichtbündeln abstrahlen. Durch das Vorsehen einer Lichtscheibe ist sichergestellt, dass sich die verschiedenen Lichtbündel zu einer gewünschten Lichtstärkeverteilung mit einheitlicher Farbe überlagern.

[0009] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Fahrzeugscheinwerfer anzugeben, der über die Beleuchtung hinaus eine erweiterte Funktionalität aufweist.

[0010] Diese Aufgabe löst ein Fahrzeugscheinwerfer mit einem zweidimensionalen Array aus einer Vielzahl von elektronischen Leuchtelementen, die dafür eingerichtet sind, eine Vielzahl von zueinander parallelen Lichtbündeln zu emittieren, einer Sammellinse, die im Abstand ihrer Brennweite im wesentlichen parallel zu der Fläche des Arrays angeordnet ist, um das Licht von dem Array zu empfangen, und einer Ansterelektronik für die Leuchtelemente, die dafür eingerichtet ist, die Leuchtelemente einzeln oder gruppenweise selektiv leuchten zu lassen.

[0011] Mit der Erfindung kann die Lichtbündelverteilung des Scheinwerfers allein mit Hilfe der Ansterelektronik an veränderliche Fahrbetriebs- oder Umgebungsbedingungen angepasst werden. Es sind keinerlei mechanisch bewegte Teile notwendig, und man benötigt nur eine Scheinwerferoptik.

[0012] Die Erfindung kann bei einem Nachtsichtsystem verwendet werden, wie es in der erwähnten DE 40 07 646 A1 beschrieben ist, vorzugsweise indem der Scheinwerfer mit LEDs oder Laserdioden bestückt wird, die im nahen Infraroten emittieren. Die Erfindung kann aber auch als Fahrzeugscheinwerfer für sichtbares Licht verwendet werden, vorzugsweise indem der Scheinwerfer mit Weißlicht-LEDs oder -Laserdioden bestückt wird. So ein Fahrzeugscheinwerfer kann je nach Ansteuerung der Leuch-

telemente Fernlicht oder Abblendlicht sowie eine Vielzahl von weiteren Beleuchtungscharakteristiken erzeugen. Es ist sogar eine kombinierte Anwendung als Scheinwerfer mit veränderlicher Lichtbündelverteilung sowohl für sichtbares als auch für unsichtbares Licht möglich, indem der Scheinwerfer mit verschiedenen emittierenden Leuchtelementen bestückt wird.

[0013] Die Lichtbündel der einzelnen Leuchtelemente haben nach Austritt aus der Sammellinse eine bestimmte, bei der Anwendung als Fahrzeugscheinwerfer erwünschte Divergenz, aufgrund derer sie sich in einiger Entfernung überlappen. Falls die konstruktionsbedingte Divergenz so klein ist, dass nahe Objekte in einem unerwünschten Streifenmuster erscheinen würden, kann man einen Diffuser vorsehen, der die Lichtbündel geeignet spreizt. Der Diffuser wird vorzugsweise nahe an der Sammellinse auf deren Lichtaustrittsseite angeordnet oder in die Sammellinse integriert.

[0014] In einer bevorzugten Ausführungsform wählt die Ansteuerelektronik die Leuchtelemente, die leuchten gelassen werden, in Abhängigkeit von sensorisch gewonnenen Daten über Fahrbetriebs- oder Umgebungsbedingungen aus. Entsprechende Sensoren sind zum Beispiel Sensoren, die den Einfederweg der einzelnen Räder messen, Kurvensensoren, Sensoren für Sicht-, Witterungs- und Straßenbeleuchtungsverhältnisse in der Fahrzeugumgebung und viele andere mehr. Da die Erfindung ohne jede bewegte Mechanik auskommt, kann eine Anpassung an die erfassten Fahrbetriebs- oder Umgebungsbedingungen praktisch beliebig schnell erfolgen, so dass diese selbst dann kompensiert werden können, wenn sie sich zeitlich sehr schnell ändern.

[0015] Die einzelnen Leuchtelemente können z. B. durch einfaches Ein- und Ausschalten aktiviert bzw. deaktiviert werden, wobei Zwischenhelligkeiten dadurch eingestellt werden können, dass z. B. nur jedes zweite Leuchtelement aktiviert wird. Zwischenhelligkeiten können aber auch dadurch erzeugt werden, dass die Ansteuerelektronik einige oder alle Leuchtelemente mit einem geringeren Ansteuerstrom als dem Nennstrom versorgt. In Sonderfällen, etwa wenn Sensoren im Fahrzeug bei schlechten Beleuchtungsverhältnissen eine außergewöhnliche Gefahrensituation registrieren, kann die Ansteuerelektronik die Leuchtelemente oder auch nur diejenigen, die einen Sektor beleuchten, in dem die Gefahrensituation registriert wird, sogar mit einem Überstrom versorgen, um die Situation dem Fahrer noch deutlicher zu machen, ohne dass die Gesamt-Lebensdauer der Leuchtelemente nennenswert darunter leidet.

[0016] In der bevorzugten Ausführungsform ist der erfindungsgemäße Fahrzeugscheinwerfer ein Frontscheinwerfer. Es ist aber auch denkbar, dass er z. B. eine Kombination aus Rücklicht, Bremsleuchte und Nebenschlussleuchte bildet, bei der im normalen Fahrbetrieb bei Nacht nur einige Leuchtelemente aktiv sind, weitere Leuchtelemente beim Bremsen aktiv werden sowie einige speziell angeordnete Leuchtelemente gegebenenfalls die Lichtbündelverteilung einer Nebenschlussleuchte erzeugen.

[0017] In einer anderen Ausführungsform enthält der Fahrzeugscheinwerfer mehrere zweidimensionale Arrays, die jeweils eine Vielzahl von elektronischen Leuchtelementen enthalten, die dafür eingerichtet sind, eine Vielzahl von zueinander parallelen Lichtbündeln zu emittieren, wobei das von jedem Array ausgesandte Licht eine Wellenlänge hat, die von derjenigen des Lichtes des oder der anderen Arrays verschieden ist, und wobei die mehreren Arrays so angeordnet sind, dass sich ihre jeweiligen Lichtbündel in einem Strahlkombinierer (einem umgedrehten Strahlteiler) treffen, der die Lichtbündel aller Arrays parallel auf eine gemeinsame Sammellinse richtet, sowie eine Ansteuerelektronik für die Leuchtelemente, die dafür eingerichtet ist, die

Leuchtelemente einzeln oder gruppenweise selektiv leuchten zu lassen.

[0018] Auf diese Weise kann zum Beispiel eines der Arrays infrarotes Licht erzeugen, und die übrigen Arrays können sichtbares Licht erzeugen. Alternativ oder zusätzlich können zwei oder mehr Arrays sichtbares monochromes Licht mit jeweils verschiedenen Wellenlängen emittieren, die zusammen Weißlicht ergeben. In beiden Fällen benötigt man nur eine Sammellinse, weshalb das Volumen des Scheinwerfers klein gemacht werden kann.

[0019] Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen und aus der folgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen anhand der Zeichnung. In der Zeichnung zeigen:

[0020] **Fig. 1** eine Seitenansicht eines Fahrzeugscheinwerfers mit Leuchtelemente-Array,

[0021] **Fig. 2** eine Ansicht des Fahrzeugscheinwerfers von oben, und

[0022] **Fig. 3** ein Ausführungsbeispiel für einen Fahrzeugscheinwerfer mit mehreren Leuchtelemente-Arrays.

[0023] Als Lichtquelle kann ein flächiges Array von Laserdioden – vorzugsweise oberflächenemittierende Laser, sogenannte VCSELs – oder ein Array aus dichtgepackten einzelnen LEDs eingesetzt werden; beide Typen werden im Folgenden unter der Bezeichnung Diodenarray zusammengefasst.

Das Diodenarray **2** ist in dem gezeigten Beispiel eine zweidimensionale ebene regelmäßige Anordnung aus n Dioden **4** in vertikaler Richtung (**Fig. 1**) und m Dioden **4** in horizontaler Richtung (**Fig. 2**). Das heißt, insgesamt $n \times m$ Dioden **4** sind in einem rechteckigen Feld mit n Zeilen und m Spalten angeordnet. Die Anordnung muss aber nicht rechteckig sein, sondern sie kann z. B. auch elliptisch oder halbelliptisch sein, je nachdem, welche Bereiche vor einem Fahrzeug, in dem der Scheinwerfer eingebaut ist, beleuchtbar sein sollen.

Die Dioden **4** werden von einer nicht gezeigten Ansteuerschaltung mit Strom versorgt, die es ermöglicht, die Dioden **4** wahlweise einzeln oder in vorbestimmten Gruppen mit einer gewünschten Intensität leuchten zu lassen.

Das Diodenarray **2** ist mit einem nicht gezeichneten Kühlkörper an der Rückseite des Scheinwerfers verbunden. Das Licht jeder einzelnen Diode **4** weitet mit einem Winkel α von beispielsweise 10° sowohl vertikal als auch horizontal auf. Von einzelnen Dioden **4** ausgehende Lichtstrahlen sind in **Fig. 1** und **2** punktiert eingezeichnet. Der Übersichtlichkeit halber sind in **Fig. 1** nur Strahlen von zwei Dioden **4** und in **Fig. 2** nur von einer Diode **4** ausgehende Strahlen eingezeichnet; ferner sind nur der zentrale Strahl und die Randstrahlen der von den einzelnen Dioden **4** ausgehenden Lichtbündel **6** eingezeichnet.

Das Diodenarray **2** ist im Brennpunkt einer Sammellinse **8** angebracht. Zugunsten einer übersichtlichen Darstellung sind das Diodenarray **2** und die Sammellinse **8** so nahe beieinander gezeichnet, dass der Winkel α in den Figuren wesentlich größer erscheint als er normalerweise ist.

Die Sammellinse **8** kann eine einfache Linse, eine Plankonvexlinse, eine Fresnellinse oder eine asphärische Linse sein. Die Sammellinse **8** kollimiert das divergierende Lichtbündel **6** jeder Diode **4**. Nach Austritt aus der Sammellinse **8** werden die Lichtbündel **6** eine nicht eingezeichnete Divergenz δ aufweisen, die durch die Größe der Lichtaustrittsfläche einer einzelnen Diode **4**, durch Beugung und durch die Form der Sammellinse **8** bedingt ist.

In vertikaler Richtung (**Fig. 1**) wird diese Divergenz δ durch einen Diffuser **10** zu einer Divergenz $\delta 1$ vergrößert. $\delta 1$ sollte so groß sein, dass sich die Lichtbündel **6**

benachbarter Dioden **4** überlappen und bei geeigneter elektrischer Ansteuerung der Dioden **4** die gewünschte Winkelverteilung des Lichtbündels **6** entsteht. Der maximal ausleuchtbare vertikale Winkelbereich ist nach **Fig. 1** durch 2β gegeben und wird durch den Abstand der außen liegenden Dioden **4** dividiert durch die Brennweite f der Sammellinse **8** gegeben.

[0030] In horizontaler Richtung kann nach **Fig. 2** eine von δ_1 abweichende Divergenz δ_2 erhalten werden, nämlich durch entsprechende Auslegung des Diffusers **10** und/oder aufgrund einer nicht kreissymmetrischen Abstrahlcharakteristik der Dioden **4**.

[0031] Als Diffuser **10** kann entweder ein holographischer Diffuser oder ein Diffuser mit Mikrolinsen oder Mikrokeilen verwendet werden. Der Diffuser **10** kann refraktiv und/oder diffraktiv wirken. In einer weiteren, nicht dargestellten Bauform kann der Diffuser **10** in die Sammellinse **8** integriert sein.

[0032] Der Diffuser **10** formt aus den ankommenden kollimierten Lichtbündeln **6** die gewünschte Scheinwerferverteilung. Falls die Divergenz δ der aus der Sammellinse **8** austretenden Lichtbündel **6** groß genug ist, kann auf den Diffuser **10** auch verzichtet werden.

[0033] Die durch den Scheinwerfer abgestrahlte Winkelverteilung des Lichts kann nun in weiten Grenzen geformt und zeitlich sehr schnell geändert und angepasst werden, und zwar durch elektronische Ansteuerung von einzelnen Dioden **4** oder Gruppen von vertikaler bzw. horizontaler Richtung werden nachfolgend beschrieben.

A) In vertikaler Richtung

- 1) Werden alle Diodenzeilen angesteuert, erhält man gleichzeitig Fernlicht und Abblendlicht.
- 2) Werden nur die Diodenzeilen $n/2$ bis n (d. h. die untere Hälfte der Dioden **4** in **Fig. 1**) angesteuert, so erhält man nur Abblendlicht.
- 3) Allgemeiner kann die vertikale Lichtverteilung durch die Stromstärke, mit der die einzelnen Diodenzeilen angesteuert werden, variiert und optimiert werden.
- 4) Ein Verkippen des Fahrzeuges durch schwere Zuladung oder Nickbewegungen während der Fahrt bei Unebenheiten der Fahrbahn kann durch Messen der Einfederung der einzelnen Räder und mit einem daraus abgeleiteten Regelsignal für den Ansteuerstrom der Diodenzeilen dynamisch ausgeglichen werden. Diese Regelung kann so schnell sein, dass keine Änderung der Ausleuchtung auch bei starken Unebenheiten wahrnehmbar ist. Damit ist eine gleichmäßig optimale Ausleuchtung der Fahrbahn zu erreichen.

B) In horizontaler Richtung

[0034] In analoger Weise kann in horizontaler Richtung durch Ansteuerung geeigneter Gruppen von Dioden **4** die horizontale Lichtverteilung eingestellt und optimiert werden. Die Verteilung kann breiter oder schmaler gewählt werden, und das Maximum kann zu einer Seite geschwenkt werden, um in Kurven hineinzuleuchten. Auch diese Variationen werden durch eine Änderung des Diodenstroms erreicht.

[0035] **Fig. 3** zeigt einen Fahrzeugscheinwerfer, der zwei zweidimensionale Diodenarrays **12, 12'** enthält, die jeweils eine Vielzahl von Leuchtdioden **14, 14'** enthalten. Die Dioden **14, 14'** emittieren im Betrieb jeweils eine Vielzahl von zueinander parallelen Lichtbündeln **16, 16'**, von denen in **Fig. 3** jeweils nur der zentrale Strahl eingezeichnet ist. Die

Diodenarrays **12, 12'** sind senkrecht zueinander angeordnet, so dass sich ihre Lichtbündel **16, 16'** in einem Strahlteiler **20** treffen, der die Lichtbündel **16, 16'** der beiden Diodenarrays **12, 12'** parallel auf eine gemeinsame Sammellinse **18** richtet. Das heißt, der Strahlteiler **20** wird hier als Strahlkombinierer verwendet. Ferner kann ein hier nicht eingezeichneter Diffuser wie in **Fig. 1** vorgesehen sein.

[0036] Zum Beispiel sind die Lichtbündel **16** sichtbares Licht mit einer bestimmten Wellenlänge λ_1 und sind die Lichtbündel **16'** sichtbares Licht mit einer bestimmten Wellenlänge λ_2 , die von λ_1 verschieden ist, wobei λ_1 und λ_2 auf der Normfarbtafel auf einer Geraden durch den Unbuntpunkt liegen. Dadurch erscheint das durch den Strahlteiler **20** vereinigte Licht für das menschliche Auge wie Weißlicht, und man kann mit nur einer Sammellinse **18**, die normalerweise einen erheblichen Teil des Scheinwerfervolumens einnimmt, unter Verwendung von monochromen Leuchtdioden einen Weißlichtscheinwerfer erzeugen.

[0037] Alternativ kann eine der Wellenlängen λ_1 und λ_2 im infraroten Bereich liegen, so dass man mit nur einer Sammellinse **18** einen kombinierten Infrarot- und Fahrlichtscheinwerfer erhält.

[0038] Wenn man in diesem Fall auch für das Fahrlicht monochrome Leuchtdioden verwenden will, benötigt man mindestens ein weiteres Diodenarray, das in **Fig. 3** nicht eingezeichnet ist, und einen Strahlteiler, der das Licht aller Diodenarrays vereinigt.

[0039] In dem Beispiel von **Fig. 3** enthält der Strahlteiler **20** eine dielektrische Spiegelschicht **22**, die für λ_1 hochreflektierend und für λ_2 durchlässig ist. So ein Strahlteiler, insbesondere seine dielektrische Schicht, lässt sich leichter herstellen, wenn die Einfallswinkel der beiden Lichtbündelgruppen kleiner als 45° sind. Spitzere Einfallswinkel erleichtern es auch, mehr als zwei Lichtbündelgruppen zu vereinigen. Entsprechende Strahlteiler gibt es zum Beispiel für Farb-CCD-Kameras mit drei CCD-Elementen für die verschiedenen Farben, die für eine Verwendung bei einem Fahrzeugscheinwerfer allerdings umgekehrt durchstrahlt werden.

[0040] Die Dioden **14, 14'** der Diodenarrays **12, 12'** werden ähnlich wie weiter oben beschrieben entweder von einer gemeinsamen oder von mehreren getrennten Ansteuerschaltungen entsprechend dem jeweiligen Beleuchtungsziel selektiv mit Strom versorgt.

Patentansprüche

1. Fahrzeugscheinwerfer, mit einer Anzahl von elektronischen Leuchtelementen als Lichtquelle, wobei die Leuchtelemente in einem zweidimensionalen Array (**2**) angeordnet und dafür eingerichtet sind, eine Anzahl von zueinander parallelen Lichtbündeln (**6**) zu emittieren, gekennzeichnet, durch eine Sammellinse (**8**), die im Abstand ihrer Brennweite im wesentlichen parallel zu der Fläche des Arrays angeordnet ist, um das Licht von dem Array zu empfangen, durch eine Ansteuerelektronik für die Leuchtelemente (**4**), die dafür eingerichtet ist, die Leuchtelemente (**4**) einzeln oder gruppenweise selektiv leuchten zu lassen und dadurch dass ein Teil der Anzahl der Leuchtelemente (**4**) infrarotes Licht emittiert.
2. Fahrzeugscheinwerfer nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass ein Teil der Leuchtelemente (**4**) nur infrarotes oder nur sichtbares Licht emittiert.
3. Fahrzeugscheinwerfer nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Leuchtelemente (**4**) Laserdioden sind.

4. Fahrzeugscheinwerfer nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Leuchtelemente (4) LEDs sind.
5. Fahrzeugscheinwerfer, gekennzeichnet durch mehrere zweidimensionale Arrays (12, 12'), die jeweils eine Vielzahl von elektronischen Leuchtelementen (14, 14') enthalten, die dafür eingerichtet sind, eine Vielzahl von zueinander parallelen Lichtbündeln (16, 16') zu emittieren, wobei das von jedem Array ausgesandte Licht eine Wellenlänge hat, die von derjenigen des Lichtes des oder der anderen Arrays verschieden ist, und wobei die mehreren Arrays so angeordnet sind, dass sich ihre jeweiligen Lichtbündel in einem Strahlkombinierer (20) treffen, der die Lichtbündel aller Arrays parallel auf eine gemeinsame Sammellinse (18) richtet, und durch eine Ansteuerelektronik für die Leuchtelemente, die dafür eingerichtet ist, die Leuchtelemente (14, 14') einzeln oder gruppenweise selektiv leuchten zu lassen.
6. Fahrzeugscheinwerfer nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass eines der Arrays (12) infrarotes Licht emittiert und dass die übrigen Arrays (12') sichtbares Licht emittieren.
7. Fahrzeugscheinwerfer nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, dass zwei oder mehr Arrays (12, 12') sichtbares monochromes Licht mit jeweils verschiedenen Wellenlängen emittieren, die zusammen Weißlicht ergeben.
8. Fahrzeugscheinwerfer nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass im Lichtweg der Lichtbündel (6) einiger oder aller Leuchtelemente (4) ein Diffusor (10) zum Spreizen der Lichtbündel angeordnet ist.
9. Fahrzeugscheinwerfer nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Diffusor (10) nahe an der Sammellinse (8) auf deren Lichtaustrittseite angeordnet ist.
10. Fahrzeugscheinwerfer nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Diffusor (10) in die Sammellinse (8) integriert ist.
11. Fahrzeugscheinwerfer nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Ansteuerelektronik dafür eingerichtet ist, die Leuchtelemente (4), die leuchten gelassen werden, in Abhängigkeit von sensorisch gewonnenen Daten über Fahrbetriebs- oder Umgebungsbedingungen auszuwählen.
12. Fahrzeugscheinwerfer nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Ansteuerelektronik dafür eingerichtet ist, für einige oder alle Leuchtelemente (4) Leuchtstärken einzustellen, die kleiner oder größer als die normale Leuchtstärke der Leuchtelemente sind.
13. Fahrzeugscheinwerfer nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass er ein Frontscheinwerfer ist.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

60

65

- Leerseite -

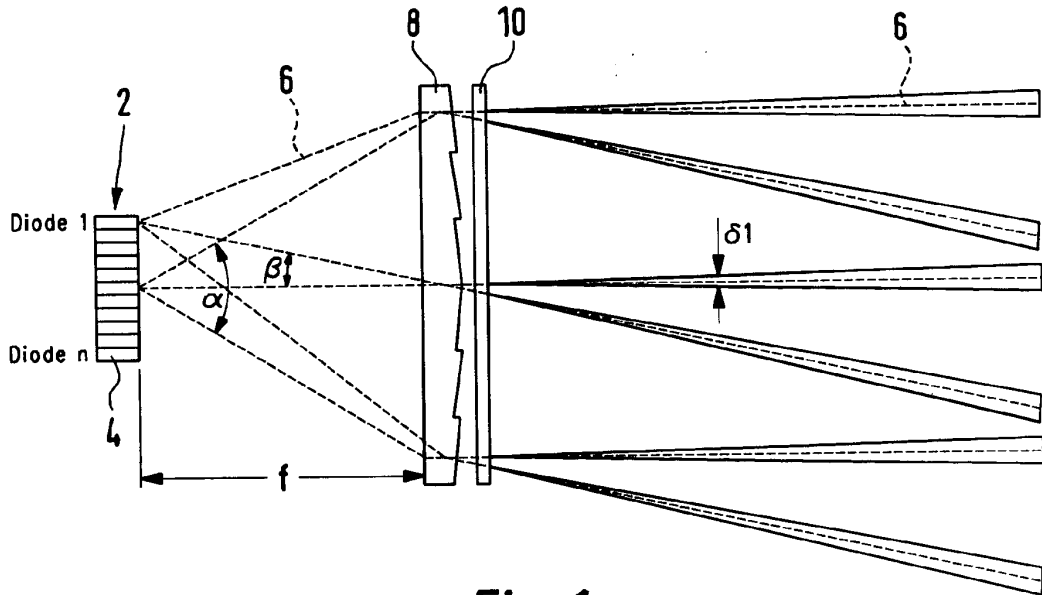


Fig. 1

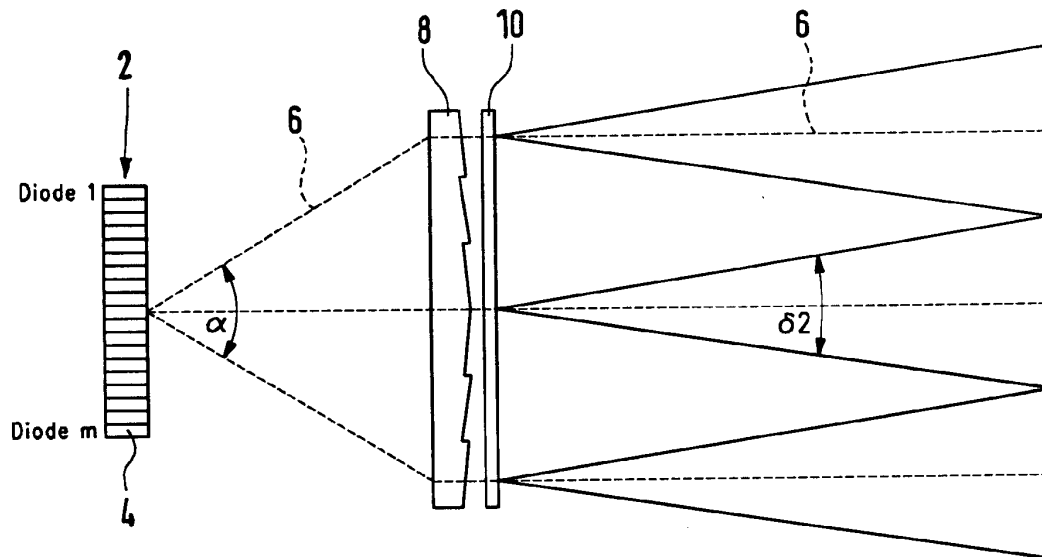


Fig. 2

Fig. 3

