



(12) Wirtschaftspatent

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1 Patentgesetz

(19) DD (11) 248 670 A1

4(51) G 06 K 7/14

AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21) WP G 06 K / 289 712 6

(22) 29.04.86

(44) 12.08.87

(71) Technische Hochschule Ilmenau, 6300 Ilmenau, PSF 327, DD

(72) Riemann, Manfred, Prof. Dr. sc. techn.; Mitschunas, Beate, Dr.-Ing., DD

(54) Zeilenleuchte mit vorgebbarer Beleuchtungsstärkeverteilung, insbesondere für automatische Bildererkennungssysteme

(57) Die Erfindung bezieht sich auf die Beleuchtung der Arbeitsszenen für zeilenförmige bildauflösende optische Sensorsysteme. Es liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, eine Zeile mit einer vorgebbaren Helligkeitsverteilung zu beleuchten, insbesondere soll eine hohe Gleichmäßigkeit längs der Zeile erreichbar sein. Erfindungsgemäß wird die Aufgabe durch die astigmatische Abbildung eines kompakten Leuchtkörpers mittels eines Hohlspiegels gelöst, dessen optische Achse gegen die Verbindungslinie Leuchtkörper – Hohlspiegelmitte geneigt ist. Die gewünschte Beleuchtungsstärkeverteilung längs der projizierten Linie wird durch die Form einer unmittelbar vor dem Hohlspiegel angebrachten Blende erzeugt, die ein Trapez bei gleichmäßiger Zeilenausleuchtung ist. Die Erfindung kann für eindimensionale Abtastungen mit optischen Zeilensensoren wie automatischen Inspektionsplätzen, Erkennungseinheiten und Robotern eingesetzt werden.

Erfindungsanspruch:

1. Zeilenleuchte mit vorgebbarer Beleuchtungsstärkeverteilung, insbesondere für automatische Bilderkennungssysteme unter Verwendung einer Lichtquelle mit kompaktem Leuchtkörper und abbildendem optischem System, **dadurch gekennzeichnet**, daß als optisches System ein Hohlspiegel verwendet wird, dessen optische Achse gegen die Verbindungslinie Leuchtkörper der Lichtquelle – Hohlspiegelmitte geneigt ist.
2. Zeilenleuchte nach Pkt. 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß unmittelbar vor dem Hohlspiegel eine entsprechend der gewünschten Beleuchtungsstärkeverteilung geformte Blende angeordnet ist.
3. Zeilenleuchte nach Pkt. 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Umrandung des Hohlspiegels eine der gewünschten Beleuchtungsstärkeverteilung entsprechende Form besitzt.

Hierzu 1 Seite Zeichnungen

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung ist für alle optischen Einrichtungen anwendbar, die eine Erfassung von Helligkeitsverteilungen längs einer Koordinate bezwecken. Hierzu gehören alle Systeme, die ihre Objekte zeilenförmig abrastern und sich dabei CCD-Zeilen oder Diodenzeilen bedienen. Das betrifft automatische Inspektionsplätze, Erkennungseinheiten, Roboter mit optischen Zeilensensoren und Abrasterungseinheiten.

Die Erfindung kann mit Vorteil dort eingesetzt werden, wo mit hohem optischem Wirkungsgrad linienförmige bzw. zeilenförmige Lichtstreifen erzeugt werden sollen, wobei deren Beleuchtungsstärkeverteilung längs der Linien bzw. Zeilen eine vorgegebene Verteilung, z. B. hohe Gleichmäßigkeit, aufweisen soll.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Es sind verschiedene Beleuchtungsanordnungen zur Projizierung eines schmalen Lichtstreifens auf das Prüfobjekt bekannt. Einen scharf begrenzten und gleichmäßig ausgeleuchteten Lichtstreifen erhält man zum Beispiel mit einer modifizierten Köhlerschen Beleuchtungsanordnung bei linienförmiger Gestaltung der Leuchtfeldblende. Diese Anordnung ist jedoch aufwendig und zur Ausleuchtung kleiner Linien energetisch uneffektiv.

Eine größere Beleuchtungsstärke bei gleicher Leuchtdichte der Lichtquelle und sonst gleichen Randbedingungen kann mit einer aus einer linienförmigen Lichtquelle und einer Zylinderlinse bestehenden Anordnung erreicht werden. Die Lichtquelle wird mit dem senkrecht zur Zylinderachse liegenden wirksamen Schnitt in die zu beleuchtende Ebene abgebildet, wobei sich ihre Breite entsprechend dem Abbildungsmaßstab ergibt. Da es im parallel zur Zylinderachse liegenden unwirksamen Schnitt keine Abbildung gibt, kommt es in Ausdehnungsrichtung zu einer Vignettierung.

Ein wesentlicher Nachteil dieser Anordnung besteht darin, daß eine Bildunschärfe durch die windschiefen Strahlen nicht zu vermeiden ist. Mit einer zusätzlichen Lamellenblende zur Ausblendung schräg einfallender Strahlen kann die Bildschärfe des Lichtstreifens verbessert werden (DD-WP G 06 K / 259 602 6). Diese Lösung ist jedoch mit beträchtlichen Energieverlusten verbunden. Ein in der Breite und Länge scharf begrenzter Lichtstreifen läßt sich auch mit einer linienförmigen Lichtquelle und zwei gekreuzten Zylinderlinsen realisieren (Haferkorn: „Optik“, VEB Deutscher Verlag der Wissenschaften, Berlin 1980).

Ein wesentlicher Nachteil aller Beleuchtungsanordnungen mit Zylinderlinsen besteht darin, daß diese auf bestimmte Größenverhältnisse zugeschnitten sind und die hierfür notwendigen speziellen Zylinderlinsen teuer und schwer beschaffbar sind.

Ziel der Erfindung

Das Ziel der Erfindung besteht darin, eine Zeile bzw. Linie mit einer vorgebbaren Beleuchtungsstärkeverteilung längs der Zeile bzw. Linie zu beleuchten.

Die Ausleuchtung dieser Zeile bzw. Linie soll mit einem hohen optischen Wirkungsgrad erfolgen und durch eine einfache Anordnung realisiert werden.

Die Erfindung soll durch nachstellbare Elemente auf verschiedene Zeilenlängen bzw. Linienlängen und Beleuchtungsstärken einstellbar sein. Die Variation der Beleuchtungsstärkeverteilungen soll durch Wechsel einfacher Elemente an der Anordnung ermöglicht werden.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Leuchte zur Ausleuchtung von zeilen- bzw. linienförmigen langen schmalen Flächen zu schaffen, deren Lichtquelle mit kompaktem Leuchtkörper unter Verwendung eines Hohlspiegels astigmatisch auf die zu beleuchtende lange schmale Fläche abgebildet werden soll. Durch die Neigung des Hohlspiegels gegen die Verbindungslinie

Leuchtkörper der Lichtquelle – Hohlspiegelmitte, durch Größe und Brennweite des Hohlspiegels, durch den Abstand der Lichtquelle vom Hohlspiegel und der beleuchteten Fläche vom Hohlspiegel sollen Länge und Breite der beleuchteten Fläche eingestellt werden.

- Die Beleuchtungsstärkeverteilung längs der beleuchteten Fläche soll vorgebar sein, insbesondere soll eine hohe Gleichmäßigkeit erreichbar sein.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe dadurch gelöst, daß zur Abbildung des kompakten Leuchtkörpers der Lichtquelle ein Hohlspiegel verwendet wird, dessen optische Achse gegen die Verbindungslinie Leuchtkörper – Hohlspiegelmitte geneigt ist. Die Länge der ausgeleuchteten Linie hängt dabei in bekannter Weise von der Länge und Breite bzw. vom Durchmesser des Hohlspiegels, seiner Brennweite und vom Neigungswinkel des Hauptstrahles sowie von der Leuchtkörperentfernung vom Spiegelscheitel ab. Die Breite der ausgeleuchteten Linie ergibt sich aus den Abbildungsgesetzen des Hohlspiegels entsprechend der Größe des Leuchtkörpers der verwendeten Lichtquelle.

Die Beleuchtungsstärkeverteilung längs der ausgeleuchteten Linie wird durch eine unmittelbar vor dem Hohlspiegel angebrachte Blende erzeugt, deren Höhenverteilung in der Sagittalebene nach bekannten Beziehungen diese Beleuchtungsstärkeverteilung erzeugt. Insbesondere ergibt sich eine gleichmäßige Beleuchtungsstärkeverteilung durch eine trapezförmige Blende. Durch die Abhängigkeiten sind die Länge und Breite der Linie sowie ihre Beleuchtungsstärkeverteilung längs der Linie in großen Bereichen frei einstellbar.

Ausführungsbeispiel

Die Erfindung soll im folgenden an dem in einer Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiel näher erläutert werden. Dabei zeigt Fig. 1 die erfindungsgemäße Anordnung, bestehend aus einem sphärischen Hohlspiegel 1, einer als punktförmig angenommenen Lichtquelle 2 sowie einer direkt vor dem Hohlspiegel 1 angeordneten Blende 3.

In Fig. 2a und Fig. 2b sind mögliche Profile der Blende 3 dargestellt, wobei sich deren Form entsprechend der an die Gleichmäßigkeit der auszuleuchtenden Linie gestellten Forderungen ergibt. Durch Reflexion des Punktes der Lichtquelle 2 am sphärischen Hohlspiegel 1 erhält man aufgrund des auftretenden Astigmatismus zwei Bildlinien, die meridionale Bildlinie 6 und die sagittale Bildlinie 7, die in den beiden entsprechenden Schnittebenen, dem Meridional- und Sagittalschnitt, liegen. Die geometrischen Abmessungen der Anordnung sind so festgelegt, daß die Krümmung der sagittalen Bildlinie 7 verschwindet: Die Lichtquelle 2 befindet sich in diesem Fall in der Knotenpunktebene 8 des Hohlspiegels 1. Nach Reflexion der Lichtquelle 2 am Hohlspiegel 1 entsteht die sagittale Bildlinie 7 wiederum in der Knotenpunktebene 8 des Hohlspiegels 1. Einfallender Hauptstrahl 5a und reflektierter Hauptstrahl 5b bilden im in Fig. 1 dargestellten Beispiel einen rechten Winkel.

Die Breite der sagittalen Bildlinie 7 ergibt sich aus der Breite der Lichtquelle 2, da diese mit dem Abbildungsmaßstab $\beta' = 1$ abgebildet wird. Die Länge der sagittalen Bildlinie 7 ist abhängig vom Einfallswinkel des Hauptstrahles 5a und vom Durchmesser des Hohlspiegels 1. Wird ein sphärischer Hohlspiegel mit einem freien Durchmesser von 89 mm verwendet, so kann mit der Lichtquelle 2 eine sagittale Bildlinie 7 von 180 mm Länge erzeugt werden.

Durch Verwendung einer rechteckförmigen Blende 3, welche sich direkt vor dem Hohlspiegel 1 befindet, wird eine relativ gleichmäßige Beleuchtungsstärkeverteilung entlang der sagittalen Bildlinie 7 über einen großen Bereich hinweg realisiert (Fig. 2a).

Eine weitere Verfeinerung hinsichtlich der Gleichmäßigkeit der sagittalen Bildlinie 7 läßt sich durch die Anordnung einer trapezförmigen Blende 3 in der Ebene des Hohlspiegels 1 erreichen (Fig. 2b).

Die erfindungsgemäße Anordnung ist einfach realisierbar. Sie ist nicht auf bestimmte Größenverhältnisse zugeschnitten. Durch variable Anordnung der Lichtquelle 2 entlang der Knotenpunktebene 8 des Hohlspiegels 1, d. h. durch Variation des Einfallswinkels des Hauptstrahles 5a gegenüber der Spiegelachse 4, kann die Länge der sagittalen Bildlinie 7 zielgerichtet verändert werden.

Die in der Fig. 1 dargestellte Spiegelanordnung besitzt des weiteren den Vorteil, daß sie im Vergleich zur Projektoranordnung für die Erzeugung von leuchtenden Linien bis zu einer Länge von 80 mm bei sonst gleichen Randbedingungen energetisch günstiger ist.

