



19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

12 **Offenlegungsschrift**
10 **DE 199 17 890 A 1**

51 Int. Cl.7:
G 03 B 19/00
// G06K 19/07, G06F
3/00

21 Aktenzeichen: 199 17 890.9
22 Anmeldetag: 20. 4. 1999
43 Offenlegungstag: 30. 11. 2000

DE 199 17 890 A 1

71 Anmelder:
Siemens AG, 80333 München, DE

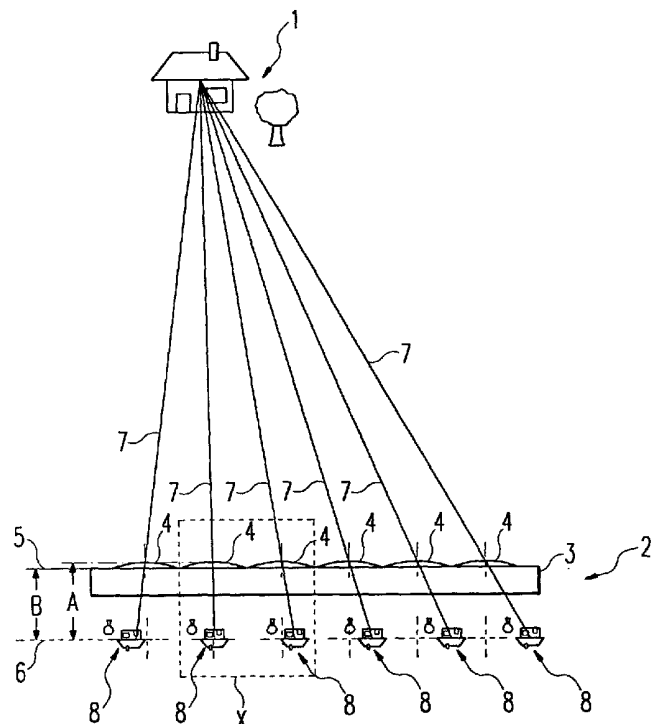
72 Erfinder:
Wallstab, Stefan, 81739 München, DE; Völkel,
Reinhard, Dr., Neuchâtel, CH

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Flachbauendes Bilderfassungssystem

57 Ein flachbauendes Bilderfassungssystem weist eine Linsenmatrixanordnung (3) auf, die eine Vielzahl von nebeneinanderliegend angeordneten Mikrolinsen (4) enthält. Ferner umfaßt das System eine in einer Bildebene (6) im Strahlengang hinter den Mikrolinsen (4) liegende flächige Photodetektoranordnung. Der Abstand (A) zwischen der Front der Linsenmatrixanordnung (3) und der sensitiven Fläche der Photodetektoranordnung ist kleiner als 1 cm, insbesondere kleiner als 0,5 cm.



DE 199 17 890 A 1



<p>(51) Internationale Patentklassifikation ⁷ : H04N 5/232, 5/225, H01L 27/146, G02B 3/00, G03B 33/14, 33/16, G02F 1/29</p>	<p>A2</p>	<p>(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 00/64146 (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 26. Oktober 2000 (26.10.00)</p>
<p>(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE00/01252 (22) Internationales Anmeldedatum: 20. April 2000 (20.04.00) (30) Prioritätsdaten: 199 17 890.9 20. April 1999 (20.04.99) DE (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): INFINEON TECHNOLOGIES AG [DE/DE]; St.-Martin-Strasse 53, D-81541 München (DE). (72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): VÖLKEL, Reinhard [DE/DE]; Elias-Holl-Strasse 8, D-90478 Nürnberg (DE). WALLSTAB, Stefan [DE/DE]; Gustav-Heinemann-Ring 55, D-81739 München (DE). (74) Gemeinsamer Vertreter: INFINEON TECHNOLOGIES AG; Zedlitz, Peter, Postfach 22 13 17, D-80503 München (DE).</p>	<p>(81) Bestimmungsstaaten: BR, CN, IN, JP, KR, MX, RU, UA, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE). Veröffentlicht <i>Ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts.</i></p>	

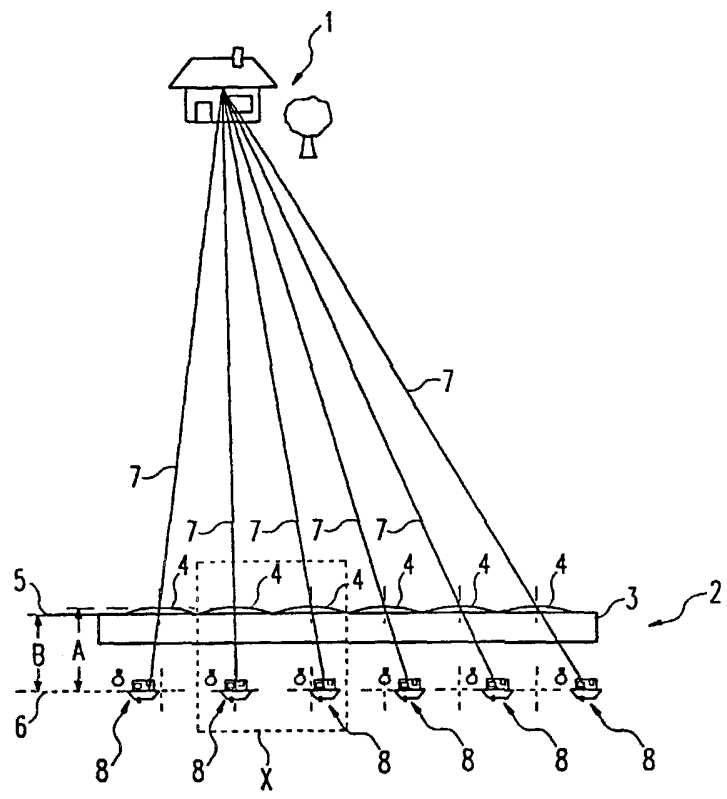
(54) Title: FLAT IMAGE ACQUISITION SYSTEM
(54) Bezeichnung: FLACHBAUENDES BILDERFASSUNGSSYSTEM

(57) Abstract

The invention relates to a flat image acquisition system which has a lens matrix arrangement (3) containing a plurality of adjacent microlenses (4). The system also comprises a flat photodetector arrangement which is positioned in an image plane (6) in the beam path, behind the microlenses (4). The distance (A) between the front of the lens matrix arrangement (3) and the sensitive surface of the photodetector arrangement is less than 1 cm, especially less than 0.5 cm.

(57) Zusammenfassung

Ein flachbauendes Bilderfassungssystem weist eine Linsenmatrixanordnung (3) auf, die eine Vielzahl von nebeneinanderliegend angeordneten Mikrolinsen (4) enthält. Ferner umfaßt das System eine in einer Bildebene (6) im Strahlengang hinter den Mikrolinsen (4) liegende flächige Photodetektoranordnung. Der Abstand (A) zwischen der Front der Linsenmatrixanordnung (3) und der sensitiven Fläche der Photodetektoranordnung ist kleiner als 1 cm, insbesondere kleiner als 0,5 cm.



LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbajdschan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland			TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	ML	Mali	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MN	Mongolei	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MR	Mauretanien	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MW	Malawi	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	MX	Mexiko		
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CG	Kongo	KE	Kenia	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CM	Kamerun			PL	Polen		
CN	China	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CU	Kuba	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CZ	Tschechische Republik	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
DE	Deutschland	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DK	Dänemark	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
EE	Estland	LR	Liberia	SG	Singapur		

Beschreibung

Flachbauendes Bilderfassungssystem

5 Die Erfindung betrifft ein flachbauendes Bilderfassungssystem, das in einer Vielzahl von unterschiedlichen Anwendungen zum Einsatz kommen kann.

10 In den letzten Jahren haben sich die Abmessungen von Photokameras und anderen optischen Abbildungsgeräten ständig verkleinert, wobei der Trend zur Miniaturisierung anhält. Dies liegt zum einen daran, daß die fortschreitende Miniaturisierung die Attraktivität derartiger Kameras für den täglichen Gebrauch erhöht, da sie bequem fast überall hin mitgenommen
15 werden können. Zum anderen werden durch die Miniaturisierung aber auch neue technische Einsatzgebiete wie beispielsweise optische Überwachungs- oder Autorisierungsanwendungen erschlossen, für die herkömmliche Photokameras nicht oder nur bedingt geeignet sind.

20

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Bilderfassungssystem mit einem hohen Miniaturisierungspotential insbesondere bezüglich der Dimension in Richtung der optischen Achse zu schaffen.

25

Diese Aufgabe wird durch die Merkmale des Anspruchs 1 gelöst.

Durch die Verwendung einer Linsenmatrixanordnung bestehend aus einer Vielzahl N von nebeneinanderliegend angeordneten
30 Mikrolinsen wird ein Bilderfassungssystem mit einer kleinen Bildweite B geschaffen. Dies ermöglicht es, den Abstand A zwischen der Front der Linsenmatrixanordnung und der sensitiven Fläche der Photodetektoranordnung so einzustellen, daß dieser maximal 1 cm beträgt, aber auch um Größenordnungen
35 kleiner ausgelegt sein kann. Dadurch wird der Einsatz des erfindungsgemäßen optischen Bilderfassungssystems als integraler Bestandteil von flachbauenden Kleingeräten wie bei-

spielsweise Uhren, Notebooks, Organizer, Mobiltelefone ermöglicht. Ferner kann ein Einbau in Brillen, Kleidungsstücken (z.B. Hüte) und dergleichen oder - als besonders interessante Anwendungsmöglichkeit - in Chipkarten vorgesehen sein.

5

Generell gilt, daß durch eine Erhöhung der Anzahl N der Mikrolinsen eine weitere Reduzierung der Bildweite B und damit des Abstands A ermöglicht wird. Vorzugsweise ist daher $N \geq 10$, insbesondere $N \geq 1000$, und es können im Rahmen der Erfindung auch Bilderfassungssysteme mit N im Bereich von 1.000.000 und mehr realisiert werden.

10

Zur Erzielung eines kleinen Abstands A werden vorzugsweise Mikrolinsen eingesetzt, deren Öffnungsweite kleiner als 2 mm, insbesondere kleiner als 0,5 mm ist. Auch wesentlich kleinere Öffnungsweiten im Bereich von 150 μm bis zu etwa 5 μm sind möglich.

15

Vorzugsweise weisen in bezug auf die optische Achse der Linsenmatrixanordnung außermittig liegende Mikrolinsen eine im wesentlichen elliptische Linsenumfangsform auf. Dadurch kann eine Korrektur der Aberrationen, insbesondere des Astigmatismus des Bilderfassungssystems erreicht werden.

20

Zweckmäßigerweise wird die Linsenmatrixanordnung durch Prägen, Gießen, insbesondere Spritzgießen, Formpressen oder Drucken aus einem optisch transparenten Kunststoffmaterial hergestellt.

25

Zur Begrenzung des Strahlengangs in den einzelnen, durch die N Mikrolinsen definierten optischen Kanälen wird gemäß einer vorteilhaften Maßnahme im Strahlengang vor und/oder hinter der Linsenmatrixanordnung eine Lochblendenmatrix angeordnet und in bezug auf die Linsenmatrixanordnung so positioniert, daß jeder Mikrolinse ein oder mehrere transmittierende Bereiche, insbesondere ein oder mehrere Löcher der Lochblendenmatrix zugeordnet sind. Durch die Lochblendenmatrix kann eine

30

35

Erhöhung der Tiefenschärfe (und damit eine Vergrößerung des nutzbaren Objekt-Abstandsbereichs) sowie eine Reduzierung des Übersprechens zwischen benachbarten optischen Kanälen erreicht werden. Eine Lochblendenmatrix, die für jede Mikro-
5 linse drei für verschiedene Wellenlängen transmittierende Folienbereiche umfaßt, kann (gleichzeitig) als Filtermaske bei einer Farbdetektion dienen.

Bei dem erfindungsgemäßen Bilderfassungssystem können die optischen Achsen der Mikrolinsen sowohl parallel als auch -
10 ähnlich wie bei einem Insektenauge - in Richtung zum Objekt divergent verlaufen. Dabei gilt für den Abbildungsmaßstab β zumeist $-1 < \beta < 1$ (d.h. die Abbildung ist verkleinernd), es sind jedoch auch erfindungsgemäße optische 1:1-Abbildungssysteme ($\beta = \pm 1$) oder vergrößernde Abbildungssysteme ($\beta < -1$
15 oder $\beta > 1$) möglich.

Nach einer vorteilhaften Ausgestaltung weist das erfindungsgemäße Bilderfassungssystem zwei oder mehr im Strahlengang
20 hintereinander angeordnete Linsenmatrixanordnungen auf. Dies ermöglicht, die Abbildungsqualität des Systems zu erhöhen.

Gute Abbildungseigenschaften werden insbesondere mit einem System aus drei Linsenmatrixanordnungen (objektseitige Linsenmatrixanordnung, Zwischenlinsenmatrixanordnung, bildseitige Linsenmatrixanordnung) erhalten. Durch die Zwischenlinsenmatrixanordnung kann in wirkungsvoller Weise ein optisches Übersprechen zwischen benachbarten optischen Kanälen unterdrückt werden.
30

Eine weitere vorteilhafte Maßnahme kennzeichnet sich dadurch, daß eine Flüssigkristallschicht im Strahlengang angeordnet ist. Durch eine geeignete elektrische Ansteuerung derselben kann eine variable Bildvergrößerung ("Zoomen") erreicht werden.
35 Alternativ oder zusätzlich kann eine Variabilität der Bildvergrößerung auch auf elektronischem Wege durch eine ge-

eignete Auswertung der von der Photodetektoranordnung gelieferten Bildsignale bewirkt werden.

Eine erste bevorzugte Ausführungsvariante des erfindungsgemä-
5 ßen Bilderfassungssystems kennzeichnet sich dadurch, daß jede Mikrolinse ein Bild des gesamten zu erfassenden Objekts in der Bildebene erzeugt, so daß in der Bildebene N überschneidungsfrei nebeneinander angeordnete Objektbilder erzeugt werden, daß jedem erzeugten Objektbild eine Detektoreinheit der
10 Photodetektoranordnung zugeordnet ist, und daß die Relativlagen der Objektbilder zu den zugeordneten Detektoreinheiten variieren, derart, daß die Detektoreinheiten jeweils unterschiedliche Bildabschnitte der N Objektbilder erfassen.

15 Bei dieser ersten Ausführungsvariante wird in jedem optischen Kanal zwar das gesamte Objektbild übertragen, dieses jedoch nur abschnittsweise photometrisch erfaßt. Im Ergebnis wird die Bildinformation durch eine "statische" Abtastung des Objektbilds erhalten. Der Bildaufbau erfolgt auf elektronischem Wege auf der Basis der bei den einzelnen Abtastungen
20 erhaltenen Teilbildinformationen.

Eine überlappungsfreie aber lückenlose (und somit vollständige) Bilderfassung und -auswertung wird erreicht, wenn bezüglich
25 benachbarter Objektbilder der Versatz der Relativlagen gerade der Abmessung der lichtempfindlichen Fläche einer Detektoreinheit entspricht.

Eine zweite Ausführungsvariante des erfindungsgemäßen Bilderfassungssystems kennzeichnet sich dadurch, daß jede Mikrolinse ein Bild eines Teilabschnitts des gesamten zu erfassenden Objekts in der Bildebene erzeugt, wobei sich die erzeugten N Teilabschnitte (bereits) in der Bildebene lagerichtig zu dem Bild des gesamten zu erfassenden Objekts zusammensetzen, und
30 daß das zusammengesetzte Bild durch eine Vielzahl von über die Bildebene verteilt angeordneten Detektoreinheiten der Photodetektoranordnung erfaßt wird.
35

Bei dieser Variante entsteht auf der Photodetektoranordnung lediglich ein einziges Bild des zu erfassenden Objekts, das von den Mikrolinsen durch Überlagerung der Bildteilabschnitte
5 zusammengefügt wird. Anders als bei der ersten Ausführungsvariante ist bei der zweiten Ausführungsvariante eine besondere laterale Positionierung der Photodetektoranordnung bzw. der Detektoreinheiten relativ zu der Linsenmatrixanordnung nicht erforderlich.

10

Eine Detektoreinheit kann durch einen Einzeldetektor realisiert sein (in diesem Fall umfaßt die Photodetektoranordnung N Einzeldetektoren) oder auch aus einer Detektorgruppe bestehend aus mehreren Einzeldetektoren aufgebaut sein.

15

Als Photodetektoranordnung wird vorzugsweise ein dünnes CCD oder ein CMOS-Photosensorarray eingesetzt. Solche Photodetektoranordnungen bestehen üblicherweise aus Si und können relativ problemlos auf Dicken unter 100 μm heruntergedünnt
20 werden. Eine geringe Dicke der Photodetektoranordnung ist nicht nur in Hinblick auf die angestrebte Reduzierung der Gesamtdicke des Bilderfassungssystems von Interesse, sondern ist auch Voraussetzung für Anwendungen, bei denen eine gewisse Biegsamkeit des erfindungsgemäßen Bilderfassungssystems
25 benötigt wird - beispielsweise bei Integration desselben in eine Chipkarte oder bei Anbringung desselben auf nicht ebenen Oberflächen. Das an sich spröde Si zeigt bei etwa 150 μm bereits eine gewisse Biegsamkeit, die sich durch weiteres Herunterdünnen geeignet erhöhen läßt.

30

Insbesondere für Anwendungen, die eine hohe Biegeflexibilität des erfindungsgemäßen Bilderfassungssystems erforderlich machen, ist es bevorzugt, ein photoempfindliches, elektrisch leitfähiges Polymermaterial für die Photodetektoranordnung zu
35 verwenden.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben.

Die Erfindung wird nachfolgend in beispielhafter Weise anhand von zwei Ausführungsvarianten unter Bezugnahme auf die Zeichnung erläutert; in dieser zeigt:

- 10 Fig. 1 eine schematische Darstellung zur Erläuterung des Funktionsprinzips der ersten erfindungsgemäßen Ausführungsvariante;
- Fig. 2 eine Detailansicht der Einzelheit X aus Fig. 1;
- 15 Fig. 3 eine Photodetektoranordnung mit darauf projizierten Objektbildern in Draufsicht;
- Fig. 4a eine einen Einzeldetektor enthaltende Zelle der Photodetektoranordnung aus Fig. 3;
- 20 Fig. 4b eine eine Detektorgruppe enthaltende Zelle der Photodetektoranordnung aus Fig. 3;
- Fig. 5 verschiedene Realisierungen einer Detektoreinheit in Form eines Einzeldetektors oder einer Detektorgruppe in Draufsicht;
- 25 Fig. 6 eine schematische Darstellung zur Erläuterung des Funktionsprinzips der zweiten erfindungsgemäßen Ausführungsvariante;
- 30 Fig. 7 das in Fig. 6 gezeigte Bilderfassungssystem mit ein-gezeichnetem Strahlengang;
- 35 Fig. 8 eine Schnittdarstellung einer aus vier Linsenmatrixanordnungen bestehenden Optik;

Fig. 9 ein Schaubild zur Verdeutlichung des Strahlengangs des in den Fig. 6 bis 8 gezeigten Bilderfassungssystems; und

- 5 Fig. 10 eine schematische Darstellung von zwei Mittenbereichen einer Linsenmatrixanordnung in Draufsicht.

Nach Fig. 1 liegt ein Objekt 1 (Haus mit Baum) im räumlichen Erfassungsbereich eines Bilderfassungssystems 2. Das Bilderfassungssystem 2 weist als Optik wenigstens eine Linsenmatrixanordnung 3 auf, in oder auf der eine Vielzahl (N) von nebeneinanderliegend angeordneten Mikrolinsen 4 ausgebildet sind. Die Linsenmatrixanordnung 3 kann beispielsweise in Form einer dünnen transparenten Kunststoffolie realisiert sein, in der die Mikrolinsen 4 durch Prägen, Drucken oder dergleichen herausgebildet sind. Eine andere Möglichkeit besteht darin, die Linsenmatrixanordnung 3 als Kunststoff-Formpreß- oder Spritzgußteil zu fertigen.

20 Die (bildseitigen) Hauptebenen der einzelnen Mikrolinsen 4 liegen vorzugsweise in einer gemeinsamen (bildseitigen) Linsenmatrix-Hauptebene 5, und die Mikrolinsen 4 weisen üblicherweise eine identische Brennweite auf. Eine Bildebene 6 erstreckt sich dann parallel zu der Linsenmatrix-Hauptebene 5 und ist von letzterer unter der Bildweite B beabstandet, welche durch die Brennweite der Mikrolinse 4 und den (gewünschten) Objektabstand (d.h. der Entfernung des Objektes 1 von der Linsenmatrix-Hauptebene 5) bestimmt ist.

30 Allgemein können die einzelnen Mikrolinsen 4 allerdings unterschiedliche Linsenformen und/oder unterschiedliche Brennweiten aufweisen. In diesen Fällen existiert in der Regel keine gemeinsame (bildseitige) Linsenmatrix-Hauptebene 5. Ferner muß die Linsenmatrixanordnung 3 nicht notwendigerweise plan sein, sondern kann beispielsweise auch eine leicht gewölbte Formgebung zeigen.

35

Zentrallinien 7 erstrecken sich von dem Objekt 1 durch die Mitten der Linsen 4 und repräsentieren die von der Linsenmatrixanordnung 3 definierten optischen Kanäle.

5 Im Strahlengang hinter der Linsenmatrixanordnung 3 ist in nicht dargestellter Weise eine Photodetektoranordnung angebracht. Eine sensitive Oberfläche der Photodetektoranordnung ist bezüglich der Linsenmatrixanordnung 3 so angeordnet, daß sie mit der Bildebene 6 möglichst genau zusammenfällt. Jedem
10 optischen Kanal ist eine Zelle auf der Photodetektoranordnung zugeordnet. Jede Zelle enthält eine in der sensitiven Oberfläche angeordnete Photodetektoreinheit, die, wie im folgenden noch näher erläutert, einen oder mehrere lichtempfindliche Bereiche aufweisen kann.

15

Der Abstand A zwischen der Linsenvorderfront und der sensitiven Oberfläche der Photodetektoranordnung kann im wesentlichen der Bildweite B entsprechen, ist kleiner als 1 cm und kann auf Werte im Bereich von 150 μm oder ggf. noch darunter
20 reduziert werden.

Die von der Linsenmatrixanordnung 3 auf die sensitive Oberfläche der Photodetektoranordnung projizierten Bilder des Objekts 1 sind mit dem Bezugszeichen 8 gekennzeichnet. Jede
25 Mikrolinse 4 erzeugt in der Regel ein vollständiges Bild 8 des Objekts 1 in der Bildebene 6. Insgesamt werden auf diese Weise in der Bildebene 6 N Bilder 8 des Objekts 1 erzeugt.

Die einzelnen Mikrolinsen 4 können refraktiv, diffraktiv oder
30 refraktiv-diffraktiv (hybrid) sein. Die Größe einer Mikrolinse 4 liegt typischerweise im Bereich zwischen etwa 2 mm bis 5 μm . Die Mikrolinsen 4 können eine runde, elliptische, dreieckige, quadratische, hexagonale oder allgemein polygonale Umfangsform aufweisen.

35

In Fig. 2 ist die in Fig. 1 von einer punktierten Linie umrandete Einzelheit X wiedergegeben.

Bei der Linse 4.1 fällt die Zentrallinie 7.1 mit der optischen Achse 9.1 der Linse 4.1 zusammen. Demgegenüber ist bei der Linse 4.2 die Zentrallinie 7.2 gegenüber der optischen Achse 9.2 um einen kleinen Winkel α geneigt. Während also das von der Linse 4.1 erzeugte Objektbild 8.1 zentrisch zu der optischen Achse 9.1 liegt, ist das von der Linse 4.2 erzeugte Objektbild 8.2 um einen kleinen Abstand Δx gegenüber der optischen Achse 9.2 (auf der sensitiven Oberfläche der Photodetektoranordnung) verschoben.

Die Detektoreinheit (nicht dargestellt) ist jeweils im Zentrum der Zellen Z1 bzw. Z2 angeordnet. Der erwähnte Versatz Δx zwischen den relativen Lagen der Objektbilder 8.1 und 8.2 bezogen auf die Zellteilung bewirkt, daß die in der Zelle Z2 angeordnete Detektoreinheit einen anderen Abschnitt (oder Ausschnitt) des Objektbildes 8.2 erfaßt als die in der benachbarten Zelle Z1 angeordnete Detektoreinheit.

Dieses Prinzip setzt sich über sämtliche N Zellen der Photodetektoranordnung fort und bewirkt, daß jede Detektoreinheit einen anderen Abschnitt der Objektbilder 8, 8.1, 8.2 erfaßt. Somit wird das Objektbild als Ganzes von den Detektoreinheiten der Zellen zeitgleich abgetastet. Es bietet sich an, die Linsenmatrixanordnung 3 und die Photodetektoranordnung baulich und in bezug auf ihre Justage so aufeinander abzustimmen, daß der Versatz Δx der Objektbilder 8, 8.1, 8.2 von Zelle zu Zelle der Größe des lichtempfindlichen Bereichs der Detektoreinheit entspricht. Das Gesamtbild ergibt sich dann in einfacher Weise durch "elektronisches Aneinanderfügen" der von den Detektoreinheiten sämtlicher Zellen Z1, Z2 ausgegebenen Bildinformationen. Es ist jedoch auch eine überlappende oder eine unvollständige Bildabtastung möglich, d.h. ein und derselbe Bildausschnitt kann entweder von mehreren oder von keiner Detektoreinheit erfaßt werden.

Ferner kann auch eine über das Objektbild nicht konstante Auflösung eingerichtet werden. Beispielsweise können vergleichsweise weniger Zellen Z1, Z2 zur Abtastung der Bildperipherie als der Bildmitte vorgesehen sein, d.h. daß zum
5 Bildrand hin eine zunehmend kleinere Anzahl von Bildabschnitten pro Bildfläche abgetastet (und nachfolgend elektronisch ausgewertet) wird.

Die Relativlage zwischen der Linsenmatrixanordnung 3 und der
10 Photodetektoranordnung kann durch das Erfassen geeigneter Eichbilder beim Herstellungsprozeß justiert werden. Alternativ oder zusätzlich dazu kann bei dem fertiggestellten Bild-
erfassungssystem (d.h. bei bereits festgelegter Relativlage
zwischen Linsenmatrixanordnung 3 und Photodetektoranordnung)
15 - ebenfalls durch das Erfassen geeigneter Eichbilder - die
Zuordnung zwischen den einzelnen Detektoreinheiten und den
Bildabschnitten bestimmt und der der Photodetektoranordnung
nachgeschalteten Elektronik individuell eingelernt werden.

20 Fig. 3 zeigt in Draufsicht das Zellenmuster der Photodetektoranordnung sowie die Lagen der in den Zellen Z1, Z2, ..., Z8 erzeugten Objektbilder. Es wird deutlich, daß die Objektbilder 8 in beiden Dimensionen der Bildebene 6 von Zelle zu Zelle einen Versatz Δx zeigen.

25 Fig. 4a und Fig. 4b zeigen unterschiedliche Ausbildungen einer Zelle Z1-Z8 der Photodetektoranordnung. Die in Fig. 4a gezeigte Zelle Z weist eine Detektoreinheit mit einem einzigen, zellenmittig angeordneten Photodetektor 10 auf. Alternativ dazu kann gemäß Fig. 4b eine Zelle Z' eine Detektoreinheit aufweisen, die aus einer Detektorgruppe 10' (d.h. mehreren Einzeldetektoren 10) aufgebaut ist.
30

Bei beiden Ausführungen kann der nicht von der Detektoreinheit (einzeln Photodetektor 10 oder Detektorgruppe 10') beanspruchte Platz der Zelle Z bzw. Z' für eine Bildvorverarbeitungselektronik 11 genutzt werden.
35

Fig. 5 zeigt weitere Möglichkeiten zur Realisierung einer Detektoreinheit. Bei einer Schwarz/Weiß-Detektion (S/W) wird ein einzelner Bildpunkt (Pixel) durch einen Einzeldetektor 10 und mehrere Pixel durch mehrere Einzeldetektoren (d.h. eine Detektorgruppe 10') erzeugt. Bei einer Farbdetektion sind zur Erzeugung eines (Farb-)Pixels mindestens 3 Einzeldetektoren mit entsprechenden vorgeschalteten Filtern erforderlich, wobei zur Erhöhung der Auflösung beispielsweise auf einer Kreislinie um die Farbdetektoren angeordnete weitere Einzeldetektoren vorgesehen sein können.

Bei einer Detektion mit einer Detektorgruppe 10' (Fig. 4b) können einzelne Detektoren der Gruppe 10' mit einzelnen Detektoren benachbarter Detektorgruppen 10' elektronisch gekoppelt sein, um dadurch eine schnelle Auswertung der Lage oder der Bewegung der einzelnen Bildabschnitte zu ermöglichen. Eine ähnliche Bildverarbeitung wird bei Insekten (z.B. Stubenfliege) beobachtet. Auf diese Weise läßt sich beispielsweise eine elektronische Steuerung oder Korrektur gegen Verwackeln des Bildes realisieren.

Fig. 6 zeigt eine zweite Ausführungsvariante der Erfindung. Auch hier kann die Optik des Bilderfassungssystems mehrere (typischerweise 3 oder 4) Linsenmatrixanordnungen umfassen. Die Optik des dargestellten Bilderfassungssystems 102 weist eine objektseitige Linsenmatrixanordnung 103.1, eine bildseitige Linsenmatrixanordnung 103.3 und eine dazwischen liegende Linsenmatrixanordnung 103.2 auf.

Ein Objekt 101 wird durch die Buchstabenfolge ABCDEFGHIJKI veranschaulicht. Im Strahlengang hinter der bildseitigen Linsenmatrixanordnung 103.3 ist eine Bildebene 106 eingezeichnet. Der Abstand A wird durch die Entfernung zwischen der dem Objekt 101 zugewandten Frontseite der objektseitigen Linsenmatrixanordnung 103.1 und der mit der Bildebene 106 zu-

sammenfallenden sensitiven Oberfläche der Photodetektoranordnung (nicht dargestellt) definiert.

Das Bilderfassungssystem 102 gemäß der zweiten Ausführungsvariante der Erfindung umfaßt ebenfalls N optische Kanäle, die durch die optischen Achsen 109 einander zugeordneter Mikrolinsen 104, 104' dargestellt sind. Es können ferner in nicht dargestellter Weise weitere, bereits bezüglich der ersten Ausführungsvariante beschriebene optische Elemente wie beispielsweise eine oder mehrere Lochblendenmatrizen, eine Flüssigkristallschicht usw. im Strahlengang angeordnet sein.

Anders als bei der ersten Ausführungsvariante überträgt bei der zweiten Ausführungsvariante jeder optische Kanal nur einen Teilbildabschnitt des Objektes 101. Veranschaulicht ist dies in Fig. 6 dadurch, daß der links dargestellte optische Kanal im wesentlichen den Teilbildabschnitt ABC, der benachbarte Kanal im wesentlichen den Teilbildabschnitt DEF, usw., überträgt. Das Zusammenfügen der einzelnen Teilbildabschnitte zu dem Objektbild 108 erfolgt hier auf optischem Wege durch Überlagern der in den einzelnen Kanälen übertragenen Teilbildabschnitte in der Bildebene 106. Damit die einzelnen Teilbildabschnitte dort seitenrichtig aneinandergesetzt werden, muß in der Bildebene 106 ein aufrechtes Bild erzeugt werden, d.h. eine nichtinvertierende Abbildung ($\beta > 0$) vorgesehen sein.

Diese kann folgendermaßen realisiert werden: Die objektseitige Linse 104 eines jeden optischen Kanals erzeugt ein invertiertes ($\beta < 0$) Zwischenbild. Die bildseitige Linse 104' des betrachteten optischen Kanals bildet das invertierte Zwischenbild in die Bildebene 106 als aufrechtes Bild ($\beta > 0$) ab. Zwischen der objektseitigen Linse 104 und der bildseitigen Linse 104' befindet sich eine oder mehrere zusätzliche Linse(n) einer oder mehrerer Zwischenlinsenmatrixanordnungen, welche in Art einer Feldlinse das Übersprechen zwischen benachbarten optischen Kanälen reduziert (reduzieren).

In der Regel benötigt die zweite Ausführungsvariante mehr Linsenmatrixanordnungen als die erste Ausführungsvariante, weshalb die erste Ausführungsvariante zumindest konzeptionell ein größeres Miniaturisierungspotential als die zweite Ausführungsva-
5 riante aufweist.

Fig. 7 zeigt das in Fig. 6 schematisch dargestellte Bilderfassungssystem 102 mit eingezeichnetem Strahlengang. Wie bei
10 der ersten Ausführungsvariante ist die Bildweite B durch den Abstand zwischen der Hauptebene 105 der Linsenmatrixanordnungen 103.1, 103.2 und 103.3 und der Bildebene 106 definiert.

Fig. 8 zeigt einen möglichen praktischen Aufbau der in den
15 Fig. 6 und 7 gezeigten Optik des Bilderfassungssystems 102 der zweiten Ausführungsvariante. Die Optik des Bilderfassungssystems 2 der ersten Ausführungsvariante kann entsprechend aufgebaut sein. Eine objektseitige Kunststoffolie 12 realisiert auf ihrer dem Objekt zugewandten Oberfläche die
20 Linsen 104 der objektseitigen Linsenmatrixanordnung 103.1 und eine bildseitige Kunststoffolie 13 realisiert auf ihrer der Bildebene 106 zugewandten Oberfläche die Linsen 104' der bildseitigen Linsenmatrixanordnung 103.3. Die Zwischenlin-
senmatrixanordnung 103.2 wird hier durch Linsenpaare gebil-
25 det, die an den einander zugewandten Oberflächen der Folien 12, 13 ausgebildet sind.

Zur lagegenauen lateralen und axialen Positionierung der Folien 12, 13 sind an diesen im peripheren Bereich über eine
30 gedachte Kreislinie verteilt mehrere komplementär ausgebildete Strukturen 14a, 14b angeordnet, die bei Eingriff eine Selbstjustage der Folien 12, 13 herbeiführen. Die Struktur 14a, 14b kann beispielsweise in Form eines an einer der Folien 12; 13 angeformten Justierrings 14a und eines an der ande-
35 ren Folie 13; 12 angeformten Kugelhappenabschnitts 14b realisiert sein.

Fig. 9 zeigt eine Darstellung des Strahlengangs durch das in den Fig. 6 bis 8 dargestellte Bilderfassungssystem 102. Die Längenangaben sowohl der z-Achse (Richtung der optischen Achse) als auch der x-Achse (Vertikalrichtung) sind in der Einheit mm angegeben.

Die Abbildung ist nichtinvertierend und verkleinernd ($0 < \beta < 1$), die Objektweite beträgt 1 cm, der Abstand A zwischen der Linsenfront (bei $x = 0$) und der Bildebene 106 beträgt etwa 4,7 mm und die Bildweite B beträgt ungefähr 3 mm.

Fig. 10 zeigt mittige Bereiche von zwei verschiedenen Linsenmatrixanordnungen 3, 103.1, 103.2, 103.3 in Draufsicht. Während bei der im linken Bildteil dargestellten Linsenmatrixanordnung sämtliche Linsen 4 eine sphärische Umfangsform aufweisen, zeigt bei der im rechten Bildteil dargestellten Linsenmatrixanordnung lediglich eine in bezug auf die optische Achse des Bilderfassungssystems 2 bzw. 102 zentrale Linse 4a eine sphärische Umfangsform, während die sie umgebenden Linsen 4b jeweils eine elliptische Umfangsform aufweisen.

Aufgrund der geringen axialen Dimension A des erfindungsgemäßen Bilderfassungssystems 2, 102 ist dieses ausgesprochen vielseitig einsetzbar. Im Bereich von Überwachungsanwendungen kann das Bilderfassungssystem beispielsweise in das Lenkrad oder Armaturenbrett eines Kraftfahrzeugs integriert werden, um über eine Erfassung der Lidbewegung oder der Kopfhaltung den Ermüdungszustand des Fahrers zu kontrollieren. Eine weitere Möglichkeit besteht darin, durch biometrische Verfahren wie Gesichts- oder Iriserkennung die Berechtigung des am Steuer sitzenden Fahrers zu kontrollieren, d.h. einen Diebstahlschutz zu ermöglichen.

Weitere Einsatzgebiete des erfindungsgemäßen Bilderfassungssystems in bzw. an einem Kraftfahrzeug betreffen sicherheitstechnische Anwendungen. Ein oder mehrere der beschriebenen Bilderfassungssysteme 2, 102 können an geeigneter Stelle im

Innenraum des Kraftfahrzeugs (beispielsweise Lenkrad, Sonnenblende, Innenverkleidung usw.) angeordnet sein und dort die Auslösung von Insassenschutzvorrichtungen wie beispielsweise Airbags oder andere Personenrückhaltesysteme steuern. Insbesondere ist auf diese Weise ein Schutz von Kleinkindern vor dem Beifahrer-Airbag realisierbar. Eine weitere sicherheitstechnische Anwendung im Kraftfahrzeugbereich bezieht sich auf die Überwachung der Fahrzeugumgebung. Zu diesem Zweck können ein oder mehrere erfindungsgemäße Bilderfassungssysteme im Außenbereich des Fahrzeugs (beispielsweise an der Karosserie, der Außenbeleuchtung, insbesondere Blinker, dem Stoßfänger, der Antenne usw.) angebracht bzw. integriert sein.

5

10

15 Eine (weitere) Anwendung im Bereich der personenbezogenen Autorisierungsüberprüfung umfaßt die Integration des erfindungsgemäßen Bilderfassungssystems in einen Gegenstand, dessen Nutzung einer bestimmten Person oder einem bestimmten Personenkreis vorbehalten bleiben soll, beispielsweise in eine Chipkarte (d.h. Kredit-, Geld-, Telefon-, Zugangskarte und dergleichen). Die personen- oder personengruppenbezogene Berechtigung zur Nutzung einer solchen Chipkarte kann beispielsweise anhand einer photometrischen Erfassung und Erkennung des Fingerabdrucks durchgeführt werden. Eine andere

20

25 Möglichkeit besteht in der bereits angesprochenen Gesichts- und/oder Iriserfassung/-erkennung der die Chipkarte verwenden wollenden Person durch die Chipkarte selbst. Damit das in der Chipkarte integrierte erfindungsgemäße Bilderfassungssystem das richtige Objekt (Gesicht oder Iris) sieht, kann in

30

35 der Chipkarte eine Struktur eingebaut sein, die bei senkrechter oder nahezu senkrechter Betrachtung ein charakteristisches Erscheinungsbild abgibt. Dies könnte beispielsweise ein auf der Vorder- und Rückseite der Karte angebrachtes doppeltes Zielkreuz sein, das von dem Betrachter durch Verkippen der Chipkarte übereinandergelegt werden muß. Eine andere Möglichkeit besteht darin, die Chipkarte mit einer spiegelnden Fläche auszustatten, in der sich der Betrachter bei lage-

richtig gehaltener Chipkarte selbst erkennt. Die Bilderfassungs-/erkennungsfunktion der Chipkarte kann anschließend z.B. über einen Foliendruckschalter ausgelöst werden.

- 5 Eine weitere Anwendung des erfindungsgemäßen Bilderfassungssystems besteht in der Realisierung einer Photokamera im Chipkartenformat - d.h. einer Kamera, die im Kartenfach des Geldbeutels transportiert werden kann.
- 10 Bei einer solchen "Photokamera-Karte" kann als Sucher ein auf der Rückseite der Karte aufgebrachtes, flexibles Flüssigkristall-Display (LCD) vorgesehen sein. Bei der zweiten Ausführungsvariante der Erfindung sowie einer transparenten Ausführung der Photodetektoranordnung (z.B. durch Verwendung eines
15 geeigneten photoelektrischen Polymermaterials) kann auch durch direkte Betrachtung des auf der Kartenrückseite durchscheinenden Objektbildes eine (parallaxenfreie) Erfassung des gewünschten Bildausschnitts erreicht werden.
- 20 In der Regel wird jedoch der Sucher einer derartigen flachen Photokamera als zusätzliches, eigenständiges System realisiert sein. Dieses kann wiederum gemäß der Erfindung konzipiert sein. Der Sucher kann also beispielsweise in Form der zweiten Ausführungsvariante der Erfindung realisiert sein und
25 - sofern das eigentliche Bilderfassungssystem der Photokamera gemäß der ersten Ausführungsvariante aufgebaut ist - zusätzlich und benachbart zu diesem auf der "Photokamera-Karte" angeordnet sein.

Patentansprüche

1. Flachbauendes Bilderfassungssystem, mit
 - einer Linsematrixanordnung (3; 103.1, 103.2, 103.3), die
 - 5 eine Vielzahl N von nebeneinanderliegend angeordneten Mikrolinsen (4; 104) enthält, und
 - einer in einer Bildebene (6; 106) im Strahlengang hinter den Mikrolinsen (4; 104) liegenden flächigen Photodetektoranordnung, wobei
 - 10 - der Abstand (A) zwischen der Front der Linsematrixanordnung (3; 103.1, 103.2, 103.3) und der sensitiven Fläche der Photodetektoranordnung kleiner als 1 cm, insbesondere kleiner als 0,5 cm ist.

- 15 2. Flachbauendes Bilderfassungssystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß $N \geq 10$, insbesondere $N \geq 1000$ ist.

3. Flachbauendes Bilderfassungssystem nach Anspruch 1 oder 2,
- 20 dadurch gekennzeichnet, daß die Öffnungsweite einer Mikrolinse (4; 104) kleiner als 2 mm, insbesondere kleiner als 0,5 mm ist.

4. Flachbauendes Bilderfassungssystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
- 25 dadurch gekennzeichnet, daß bezüglich der optischen Achse der Linsematrixanordnung (3; 103.1, 103.2, 103.3) außermittig liegende Mikrolinsen (4b) eine im wesentlichen elliptische Linsenumfangsform aufweisen.
- 30

5. Flachbauendes Bilderfassungssystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
- 35 dadurch gekennzeichnet, daß die Linsematrixanordnung (3; 103.1, 103.2, 103.3) durch Prägen, Gießen, insbesondere Spritzgießen, Formpressen oder

Drucken aus einem optisch transparenten Kunststoffmaterial hergestellt ist.

- 5 6. Flachbauendes Bilderfassungssystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
daß im Strahlengang vor und/oder hinter der Linsenmatrixanordnung (3; 103.1, 103.2, 103.3) eine Lochblendenmatrix angeordnet und in bezug auf die Linsenmatrixanordnung (3;
10 103.1, 103.2, 103.3) so positioniert ist, daß jeder Mikrolinse (4; 104) ein oder mehrere transmittierende Bereiche, insbesondere ein oder mehrere Löcher der Lochblendenmatrix zugeordnet sind.
- 15 7. Flachbauendes Bilderfassungssystem nach Anspruch 6,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
daß die Lochblendenmatrix aus einer bezüglich der Linsenmatrixanordnung (3; 103.1, 103.2, 103.3) lagefest gehaltenen perforierten Folie oder Folie mit transmittierenden Folienbereichen besteht.
20
8. Flachbauendes Bilderfassungssystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
25 da die optischen Achsen (9.1, 9.2) der Mikrolinsen (4; 104) parallel verlaufen.
9. Flachbauendes Bilderfassungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 7,
30 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
da die optischen Achsen (109) der Mikrolinsen (4; 104) zum Objekt (1, 101) hin divergieren.
10. Flachbauendes Bilderfassungssystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
35 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,

daß zwei oder mehr im Strahlengang hintereinander angeordnete Linsematrixanordnungen (103.1, 103.2, 103.3) vorgesehen sind.

- 5 11. Flachbauendes Bilderfassungssystem nach Anspruch 10,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
daß zwischen einer objektseitigen Linsematrixanordnung
(103.1) und einer bildseitigen Linsematrixanordnung (103.3)
mindestens eine Zwischenlinsematrixanordnung (103.2) ange-
10 ordnet ist, die ein optisches Übersprechen zwischen benach-
barten optischen Kanälen, jeweils definiert durch ein Mikro-
linsenpaar (104, 104') der objekt- und bildseitigen Linsema-
trixanordnungen (103.1, 103.3), unterdrückt.
- 15 12. Flachbauendes Bilderfassungssystem nach einem der vorher-
gehenden Ansprüche,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
daß ferner eine Flüssigkristallschicht im Strahlengang ange-
ordnet ist.
- 20 13. Flachbauendes Bilderfassungssystem nach einem der vorher-
gehenden Ansprüche,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
- daß jede Mikrolinse (4; 4.1, 4.2) ein Bild (8; 8.1, 8.2)
25 des gesamten zu erfassenden Objekts (1) in der Bildebene
(6) erzeugt, so daß in der Bildebene (6) N überschneidungs-
frei nebeneinander angeordnete Objektbilder (8; 8.1, 8.2)
erzeugt werden,
- daß jedem erzeugten Objektbild (8; 8.1, 8.2) eine Detek-
30 toreinheit (10, 10') der Photodetektoranordnung zugeordnet
ist, und
- daß die Relativlagen der Objektbilder (8; 8.1, 8.2) zu den
zugeordneten Detektoreinheiten (10, 10') variieren, derart,
daß die Detektoreinheiten (10, 10') unterschiedliche Bild-
35 abschnitte der Objektbilder (8; 8.1, 8.2) erfassen.
14. Flachbauendes Bilderfassungssystem nach Anspruch 13,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
daß bezüglich benachbarter Objektbilder (8; 8.1, 8.2) der
Versatz (Δx) der Relativlagen gerade der Abmessung der
lichtempfindlichen Fläche einer Detektoreinheit (10, 10')
5 entspricht.

15. Flachbauendes Bilderfassungssystem nach einem der Ansprü-
che 1 bis 12,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
10 - daß jede Mikrolinse (104) ein Bild eines Teilabschnitts
(ABC; DEF; ...; IJK) des gesamten zu erfassenden Objekts
(101) in der Bildebene (106) erzeugt, wobei sich die er-
zeugten N Teilabschnitte in der Bildebene (106) lagerichtig
zu dem Bild des gesamten zu erfassenden Objekts (101) zu-
15 sammensetzen, und
- daß das zusammengesetzte Bild durch eine Vielzahl von über
die Bildebene (106) verteilt angeordneten Detektoreinheiten
(10, 10') der Photodetektoranordnung erfaßt wird.

20 16. Flachbauendes Bilderfassungssystem nach einem der vorher-
gehenden Ansprüche,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
daß jede Detektoreinheit durch einen Einzeldetektor (10) rea-
lisiert ist.

25

17. Flachbauendes Bilderfassungssystem nach einem der Ansprü-
che 1 bis 15,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
daß jede Detektoreinheit durch eine aus mehreren Einzeldetek-
30 toren bestehende Detektorgruppe (10') realisiert ist.

18. Flachbauendes Bilderfassungssystem nach einem der vorher-
gehenden Ansprüche,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
35 daß die Photodetektoranordnung ein CCD, ein CMOS-Photo-
sensorarray oder ein aus Polymeren bestehendes Photosensor-
array ist.

19. Chipkarte, enthaltend ein flachbauendes Bilderfassungssystem (2, 102) nach einem der vorhergehenden Ansprüche.
- 5 20. Armband- oder Taschenuhr, enthaltend ein flachbauendes Bilderfassungssystem (2, 102) nach einem der Ansprüche 1 bis 18.
- 10 21. Mobiles Kommunikationsendgerät, enthaltend ein flachbauendes Bilderfassungssystem (2, 102) nach einem der Ansprüche 1 bis 18.
- 15 22. Tragbarer Computer, enthaltend ein flachbauendes Bilderfassungssystem (2, 102) nach einem der Ansprüche 1 bis 18.
- 20 23. Brille, enthaltend ein flachbauendes Bilderfassungssystem (2, 102) nach einem der Ansprüche 1 bis 18.
24. Kleidungsstück, enthaltend ein flachbauendes Bilderfassungssystem (2, 102) nach einem der Ansprüche 1 bis 18.

1/4

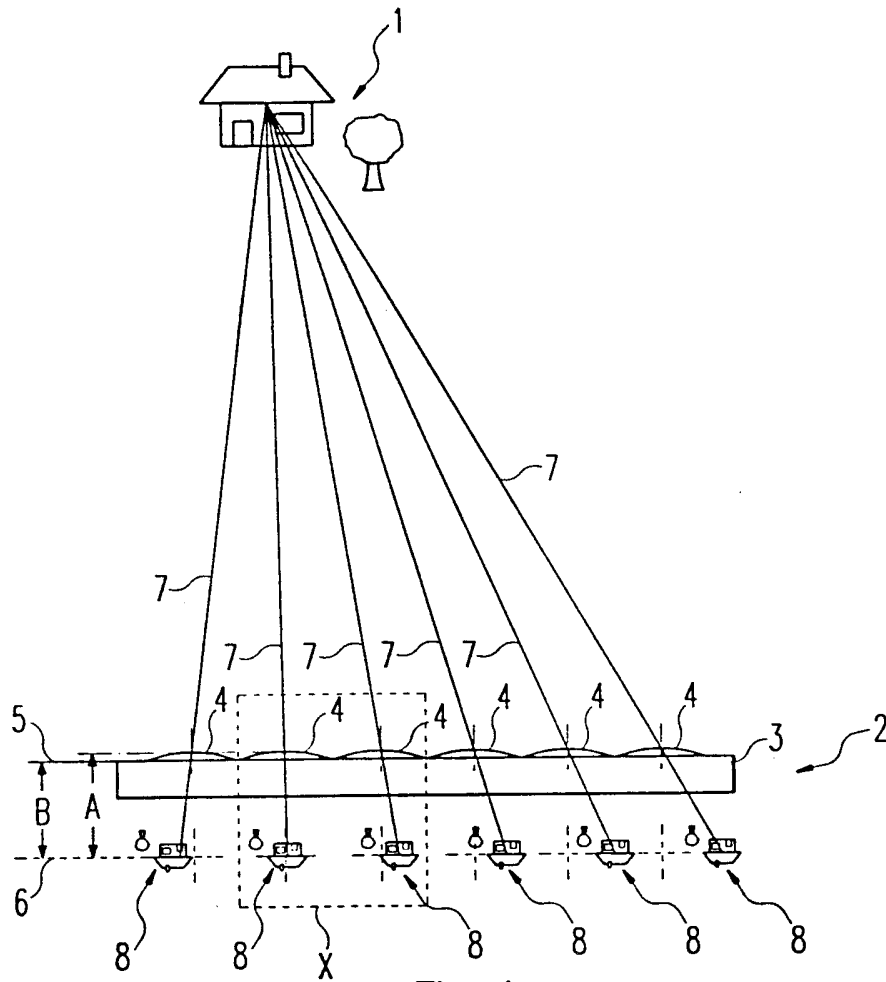


Fig. 1

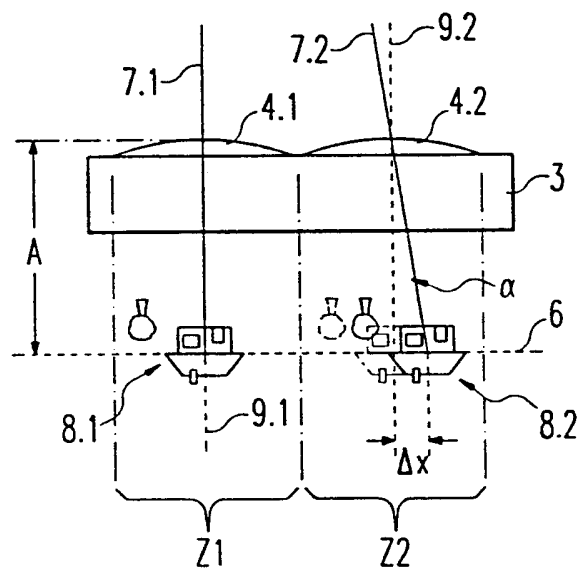


Fig. 2

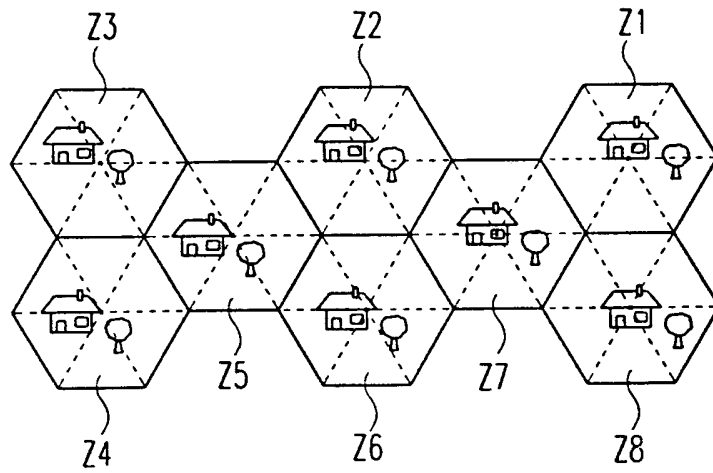


Fig. 3

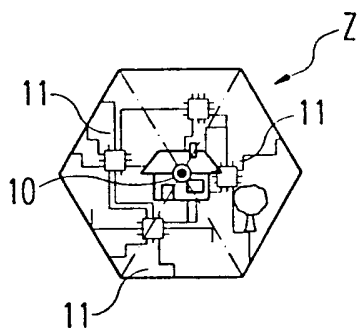


Fig. 4a

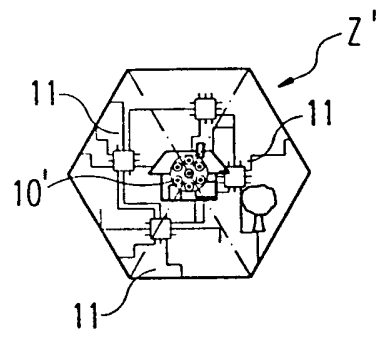


Fig. 4b

	S/W	Farbe
Einzelner Pixel		
Mehrere Pixel		

Fig. 5

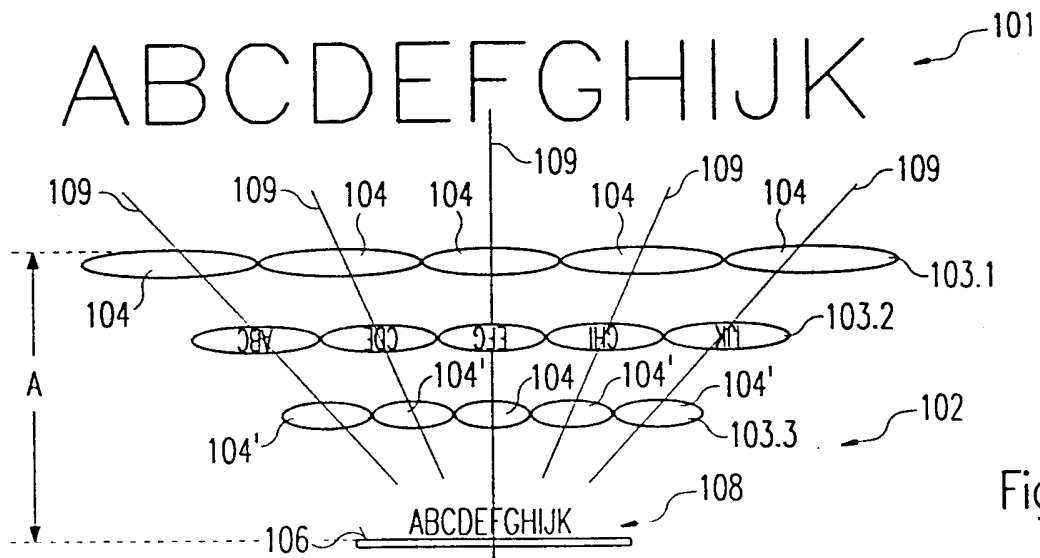


Fig. 6

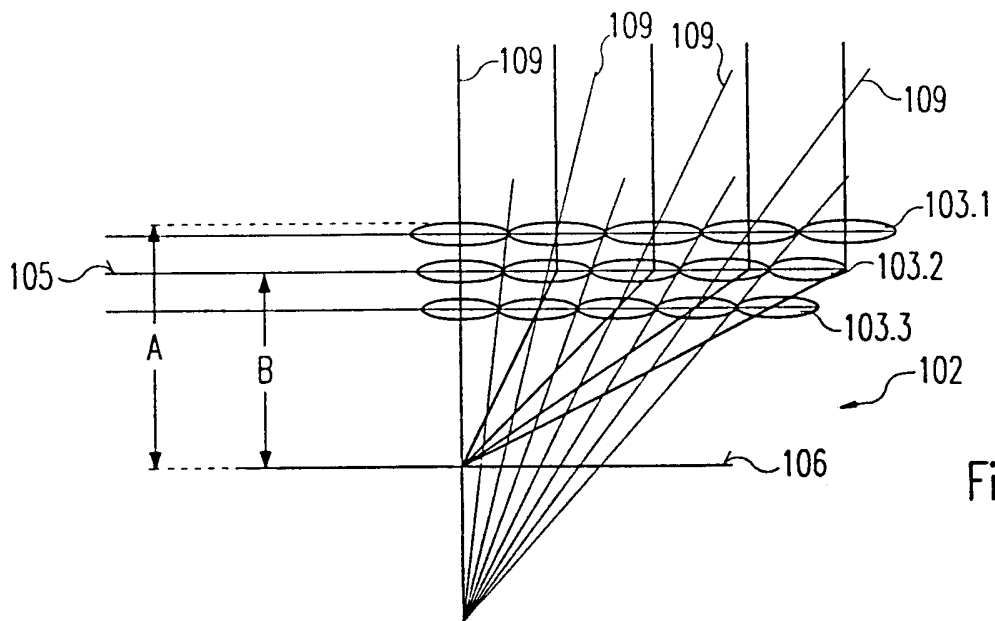


Fig. 7

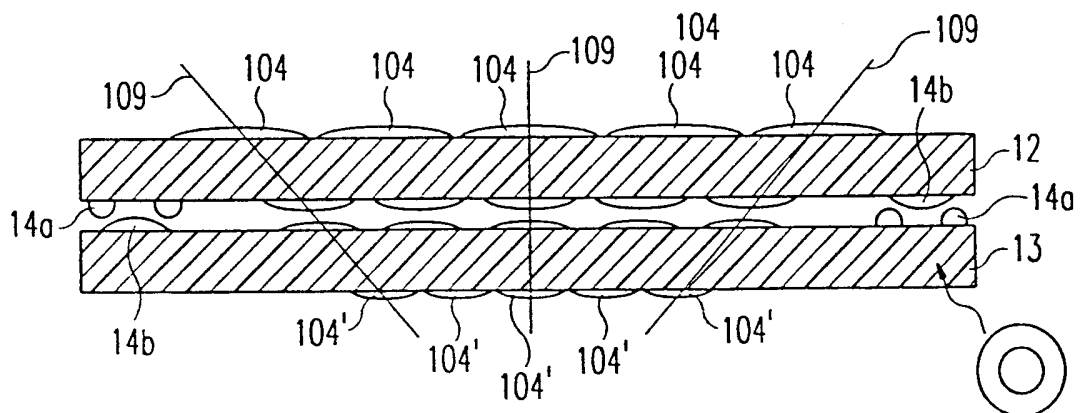


Fig. 8

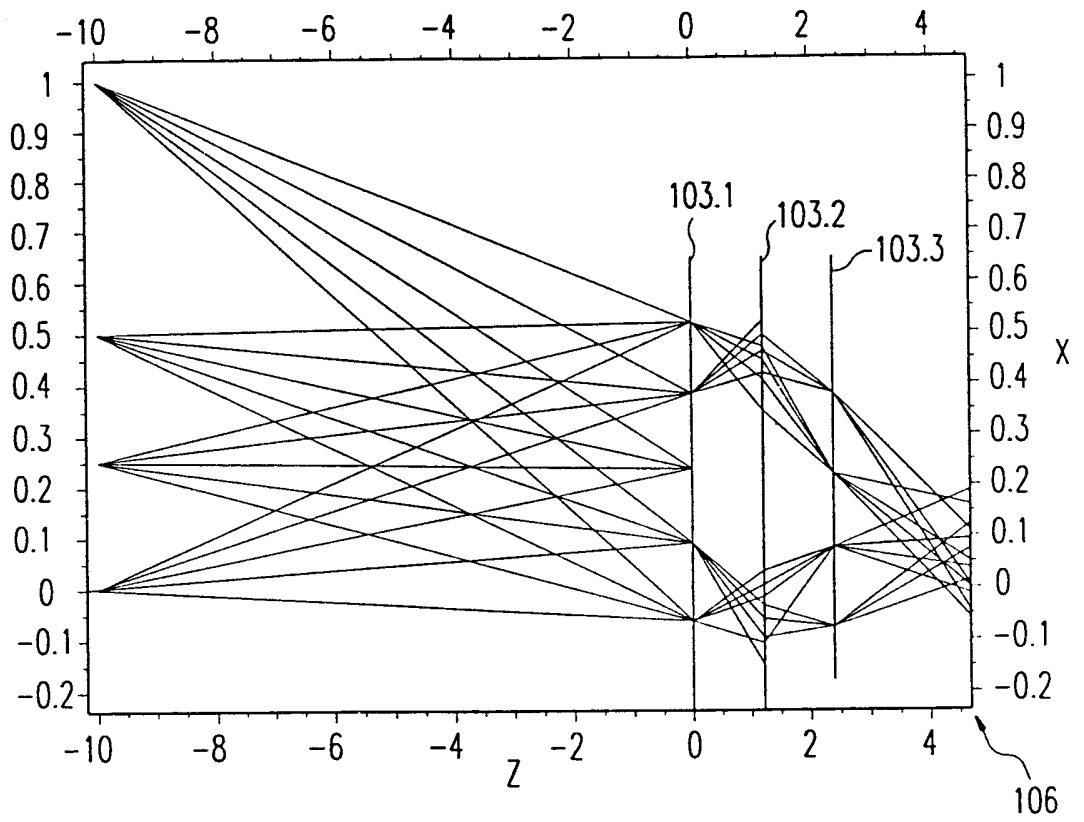


Fig. 9

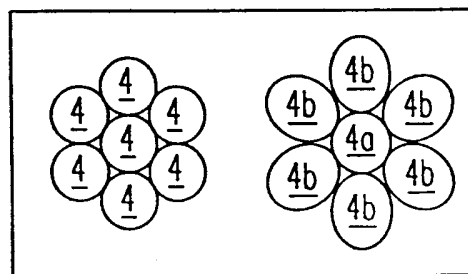


Fig. 10