



(12) Wirtschaftspatent

Erteilt gemäß § 18 Absatz 2 Patentgesetz

(19) DD (11) 246 466 A3

4(51) G 06 K 9/20

AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

(21) WP G 06 K / 272 280 4

(22) 29.12.84

(45) 10.06.87

(71) VEB Carl Zeiss JENA, 6900 Jena, Carl-Zeiss-Straße 1, DD

(72) Thorwirth, Günter, Dr. Dipl.-Ing.; Kühn, Gerhard; Biernat, Detlef, Dipl.-Phys., DD

(54) Anordnung zur Auswertung zweidimensionaler Objektvorlagen

(57) Die Erfindung ist auf dem Gebiet der Biologie und Medizin bei der Beurteilung und Kontrolle biologischer und medizinischer Präparate anwendbar. Weitere Anwendungsmöglichkeiten ergeben sich in der Robotertechnik und der Spektrometrie. Ziel der Erfindung ist die effektive Analyse der in zweidimensionalen Objektvorlagen enthaltenen Informationen. Als Aufgabe ergibt sich daraus, Lösungsmöglichkeiten für eine neuartige optische Arbeitsweise für die strukturzonale Auswertung der Ortsfrequenzspektren von zweidimensionalen Objektvorlagen zu finden. Die Aufgabe wird mit einer Anordnung, bestehend aus einer Beleuchtungseinrichtung mit Leuchteinheit, einer Fouriertransformationseinrichtung und einer Empfangseinrichtung gelöst. Die Leuchteinheit erzeugt einen inkohärenten, eine vorgegebene Form und Fläche aufweisenden Beleuchtungsstrahl. Dazu kann die Leuchteinheit eine selbstleuchtende oder eine inkohärent beleuchtete Maske enthalten. Als Empfangseinrichtung findet ein Einzelempfänger in der optischen Achse in der Ortsfrequenzebene der Fouriertransformationseinrichtung Anwendung. Fig. 3

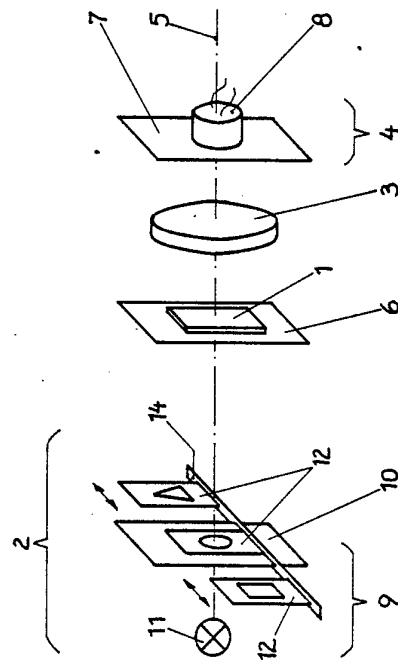


FIG. 3

#### **Erfindungsanspruch:**

1. Anordnung zur Auswertung zweidimensionaler Objektvorlagen, bei der entlang einer optischen Achse eine Beleuchtungseinrichtung vor der Objektvorlage und dieser nachfolgend eine Fouriertransformationseinrichtung und eine Empfangseinrichtung mit nachfolgendem Auswertesystem angeordnet sind, **gekennzeichnet dadurch**, daß die Beleuchtungseinrichtung eine Leuchteinheit mit einem inkohärenten Beleuchtungsstrahl vorgegebener Fläche und Form am Ausgang der Leuchteinheit aufweist, wobei dieser Ausgang sich auf der optischen Achse und für alle nachfolgenden abbildenden optischen Elemente bis einschließlich der Fouriertransformationseinrichtung in einer Position befindet, die die Objektebene für eine Abbildung in die Ortsfrequenzebene der Fouriertransformationseinrichtung darstellt und daß die Empfangseinrichtung aus einem in der optischen Achse befindlichen Einzelempfänger in der Ortsfrequenzebene der Fouriertransformationseinrichtung besteht.
2. Anordnung nach Punkt 1, **gekennzeichnet dadurch**, daß als Leuchteinheit eine der vorgegebenen Fläche und Form des Beleuchtungsstrahles entsprechende selbstleuchtende Maske vorgesehen ist.
3. Anordnung nach Punkt 1, **gekennzeichnet dadurch**, daß die Leuchteinheit eine inkohärente Strahlungsquelle und eine Maske zur Vorgabe der Fläche und Form des Beleuchtungsstrahles enthält.
4. Anordnung nach Punkt 3, **gekennzeichnet dadurch**, daß als Maske eine Irisblende vorgesehen ist.
5. Anordnung nach Punkt 3, **gekennzeichnet dadurch**, daß als Maske ein schaltbares optisches Medium vorgesehen ist.
6. Anordnung nach Punkt 3, **gekennzeichnet dadurch**, daß die Maske in einer Maskenhalterung angeordnet ist, wobei als Maskenhalterung eine Wechseleinrichtung mit einer Anzahl weiterer Masken vorgesehen ist.
7. Anordnung nach Punkt 6, **gekennzeichnet dadurch**, daß als Wechseleinrichtung ein Maskenrevolver vorhanden ist.
8. Anordnung nach Punkt 3 bis 7, **gekennzeichnet dadurch**, daß zwischen inkohärenter Strahlungsquelle und Maske eine Mattscheibe angeordnet ist.
9. Anordnung nach Punkt 1 bis 8, **gekennzeichnet dadurch**, daß eine einen monochromatischen Beleuchtungsstrahl aufweisende Leuchteinheit vorgesehen ist.

Hierzu 2 Seiten Zeichnungen

#### **Anwendungsgebiet der Erfindung**

Die Erfindung betrifft eine Anordnung zur Auswertung zweidimensionaler Objektvorlagen.

Die Erfindung ist auf dem Gebiet der Biologie und Medizin sowie deren Grenzgebiete, beispielsweise in der Biomedizin zur Beurteilung und Kontrolle biologischer und medizinischer Präparate anwendbar.

Insbesondere kann die Erfindung in der Medizintechnik zur Analyse von Zellproben, Auffinden und Aussondern anormaler Zellen; Krebszellen o.ä. und in der Mikroskopie zur Auswertung mikroskopischer Bilder eingesetzt werden.

Weitere Anwendungsmöglichkeiten ergeben sich für die Erfindung in der Robotertechnik zur Steuerung von Industrierobotern, zur Qualitätskontrolle und Werkstückpositionierung sowie in der Spektrometrie zur rationellen Auswertung von Spektren.

#### **Charakteristik der bekannten technischen Lösungen**

Auf dem Gebiet der biologischen und medizinischen Wissenschaften hat die Informationsverarbeitung mit Hilfe optischer Bildverarbeitungsprozesse zunehmend an Bedeutung gewonnen. Besonders bewährt hat sich dabei die kohärent-optische Fouriertransformation zur Bildverarbeitung.

Die Auswertung der mit ihrer Hilfe gewonnenen Ortsfrequenzspektren trägt wesentlich zur Objektivierung und Effektivierung der Informationsgewinnung bei.

Von besonderem Vorteil sind dabei noch die speziellen Eigenschaften des Ortsfrequenzspektrums. Diese ermöglichen es, rationell die relevanten Informationen zu erhalten, ohne über das gesamte Ortsfrequenzspektrum zu verfügen bzw. dieses vollständig punktwise auswerten zu müssen. Infolge der Zentralsymmetrie des Ortsfrequenzspektrums ist es für viele Aufgaben ausreichend, z. B. nur eine Halbebene des Spektrums auszuwerten. Damit ist die Möglichkeit zur Reduktion des zu handhabenden Datenumfanges ohne Verlust an Informationen gegeben.

Als vorteilhaft haben sich strukturzonale Auswertungen des Spektrums herausgestellt. Dabei wird über definierte Zonen des Ortsfrequenzspektrums je Zone nur ein einziger integraler Wert ermittelt und in der Bildauswerteeinrichtung verarbeitet. Derartige Anordnungen zur strukturzonalen Analyse von Zell- und Gewebeproben werden von B. Pernick et. al. in Appl. Opt. **17** (1) 1978, 21 und R. P. Krüger et. al. in Appl. Opt. **16** (10) 1977, 2637 beschrieben. Zur Realisierung dieser Anordnungen sind opto-elektronische Empfängermatrizen mit speziellen Geometrien, wie z. B. Keil-Empfänger, Ring-Empfänger oder Ring-Keil-Empfänger, notwendig. Nachteilig hierbei ist, daß diese Empfängeranordnungen sehr aufwendig und teuer sind, da für ihre Erstellung spezielle Technologien notwendig sind.

Um diese komplizierten Empfänger zu vermeiden, wird von V. T. Davydov und E. S. Neshevenko in Avtometrija **1977** (5), 13 eine Anordnung vorgeschlagen, bei der zwar ein einfacher Detektor angewendet werden kann, aber ein speziell gestaltetes Hologramm in Form von Ringen oder Keilen notwendig ist. Hierbei erfolgt aber nur eine Verlagerung des erforderlichen Aufwandes von der Detektorseite auf die Seite der Erstellung des Hologramms und der für seinen Einsatz notwendigen Zusatzeinrichtungen (z. B. rotierende Blende). Eine weitere Lösung wird in der Schrift SU-UR 388279 vorgeschlagen. Hier erfolgt der Einsatz eines speziellen Strahlteilerhologrammes gekoppelt mit mehreren nachgeschalteten Einzelempfängern. Auch diese Lösung besitzt auf Grund des Einsatzes des speziellen Strahlteilerhologrammes und der Vielzahl an notwendigen Detektoren den Nachteil des hohen Aufwandes für ihre Realisierung.

Neben den bisher geschilderten Nachteilen ist allen zuvor genannten Lösungen ein weiterer, wesentlicher Nachteil eigen. Ein auf Grund der kohärent-optischen Arbeitsweise auftretendes kohärentes Rauschen erschwert zusätzlich neben den einzelnen unterschiedlichen Raschgrößen der einzelnen Detektoren die strukturzonale Auswertung der Objektvorlagen. Die im Stand der Technik vorhandenen, der Unterdrückung bzw. Minderung dieses kohärenten Rauschens dienenden Lösungen, beispielsweise die in den Schriften GB-PS 1409731, US-PS 3482102 und US-PS 3977771 angegebenen, bedingen ebenfalls einen erhöhten Aufwand. Es sind zusätzliche Steuereinrichtungen, komplizierte Antriebseinrichtungen und Translationsanordnungen sowie spezielle optische Elemente (z. B. taumelnde Glasplatten) notwendig.

Neben den kohärent-optischen Bildverarbeitungsprozessen haben die inkohärent-optischen Lösungen zur Bildverarbeitung zunehmend an Bedeutung gewonnen. Insbesondere zur inkohärent-optischen Fouriertransformation und Filterung sind Varianten erarbeitet worden, z. B. die in den Schriften GB-PS 1281075, US-PS 3288018 und US-PS 3390257 vorgeschlagenen Anordnungen, die allerdings nicht ohne einen erheblichen optischen Aufwand und zusätzliche Spezialelemente auskommen. Die Anwendung der strukturzonalen Analyse bei der inkohärent-optischen Arbeitsweise erfordert einen hohen mathematischen Aufwand, insbesondere an heuristischen Methoden und ist überhaupt nur bei eindimensionalen Objektvorlagen mit brauchbaren Ergebnissen (Cartwright et. al. in Proc. of SPIE Vol. 422, N. Y. 1983) durchführbar.

### **Ziel der Erfindung**

Ziel der Erfindung ist die effektive Analyse und Auswertung der in zweidimensionalen Objektvorlagen enthaltenen Informationen mit geringem Aufwand und einfachen technischen Mitteln.

### **Wesen der Erfindung**

Der Erfindung liegt die Aufgabe zu Grunde, zu einer neuartigen optischen Arbeitsweise für die strukturzonale Auswertung der Ortsfrequenzspektren von zweidimensionalen Objektvorlagen zu gelangen.

Die Aufgabe wird mit einer Anordnung zur Auswertung zweidimensionaler Objektvorlagen, bei der entlang einer optischen Achse eine Beleuchtungseinrichtung vor der Objektvorlage und dieser nachfolgend eine Fouriertransformationseinrichtung und eine Empfangseinrichtung mit nachfolgendem Auswertesystem angeordnet sind, dadurch gelöst, daß die Beleuchtungseinrichtung eine Leuchteinheit mit einem inkohärenten Beleuchtungsstrahl vorgegebener Fläche und Form am Ausgang der Leuchteinheit aufweist, wobei dieser Ausgang sich auf der optischen Achse und für alle nachfolgenden abbildenden optischen Elemente bis einschließlich der Fouriertransformationseinrichtung in einer Position befindet, die die Objektebene für eine Abbildung in die Ortsfrequenzebene der Fouriertransformationseinrichtung darstellt und daß die Empfangseinrichtung aus einem in der optischen Achse befindlichen Einzelempfänger in der Ortsfrequenzebene der Fouriertransformationseinrichtung besteht. Eine vorteilhafte Ausführungsform der Erfindung ergibt sich, wenn als Leuchteinheit eine der vorgegebenen Fläche und Form des Beleuchtungsstrahles entsprechende selbstleuchtende Maske vorgesehen ist. Es ist aber ohne weiteres auch möglich, die Leuchteinheit aus einer inkohärenten Strahlungsquelle und einer Maske zur Vorgabe der Fläche und Form des Beleuchtungsstrahles aufzubauen. Es ist zweckmäßig dabei als Maske eine Irisblende vorzusehen oder ein schaltbares optisches Medium einzusetzen.

In einer anderen Ausführungsform der Erfindung ist die Maske in einer Maskenhalterung angeordnet, wobei als Maskenhalterung eine Wechseleinrichtung mit einer Anzahl weiterer Masken vorgesehen ist. Die Wechseleinrichtung kann als Maskenrevolver ausgeführt sein. Zur gleichmäßigen Ausleuchtung der Maske ist es möglich, zwischen inkohärenter Strahlungsquelle und Maske eine Mattscheibe anzuordnen. Des Weiteren ist es möglich, bei erforderlichem monochromatischem Beleuchtungsstrahl einen Farbfilter innerhalb der Beleuchtungseinrichtung anzuordnen, so daß die Leuchteinheit einen monochromatischen Beleuchtungsstrahl aufweist. Mit Hilfe der Erfindung ist eine effektive Analyse und Auswertung der in zweidimensionalen Objektvorlagen enthaltenen Informationen mit einfachen Mitteln und geringem Aufwand möglich. Durch die inkohärent-optische Arbeitsweise ergibt sich der Vorteil, daß Fehlinterpretationen und zusätzliche Aufwendungen zur Verminderung des bei der kohärent-optischen Arbeitsweise auftretenden Rauschens vermieden werden können. Hinsichtlich des Aufbaus der optischen Fouriertransformationseinrichtung werden keine speziellen Anforderungen gestellt, und es besteht die Möglichkeit, bereits vorhandene Anordnungen zur Auswertung von Objektvorlagen erfindungsgemäß ohne zusätzliche Mittel und Aufwendungen umzurüsten. Weitere wesentliche Vorteile ergeben sich bei der erfindungsgemäßen Anordnung durch die Möglichkeit des Einsatzes einer inkohärenten Strahlungsquelle innerhalb der Leuchteinheit. Es kann auf den Einsatz von Lasern, die stets mit einer empfindlichen Technik und aufwendigen Mitteln zur Energieerzeugung gekoppelt sind, verzichtet werden.

Darüber hinaus besteht die Möglichkeit, Einzelempfänger mit kleiner Empfängerfläche einzusetzen. Aufwendige Empfängergeometrien sind durch die angegebene neuartige inkohärent-optische strukturzonale Auswertung nicht mehr erforderlich. Über die Form und Größe der Maske kann die Erfindung an die jeweilige Auswerte-Aufgabenstellung angepaßt werden. Diese Aufgabenstellungen können von der Erkennung von Objekten auf der Objektvorlage bis zur Objektklassifizierung reichen. Es ist möglich, die interessierenden Informationen im relevanten Objektbereich mit hoher Wahrscheinlichkeit einfach und schnell zu erfassen.

### **Ausführungsbeispiel**

Die Erfindung soll anhand von Zeichnungen näher erläutert werden.  
Es zeigen

Fig. 1: eine Anordnung zur Auswertung zweidimensionaler Objektvorlagen,

Fig. 2: eine weitere Anordnung zur Auswertung zweidimensionaler Objektvorlagen, wobei sich die Objektebene der Fouriertransformationseinrichtung hinter der Fourieroptik befindet und als Leuchteinheit eine selbstleuchtende Maske vorhanden ist und

Fig. 3: eine weitere Anordnung zur Auswertung zweidimensionaler Objektvorlagen, wobei die Anordnung eine Masken-Wechseleinrichtung aufweist.

Gemäß Fig. 1 besteht eine Anordnung zur Auswertung zweidimensionaler Objektvorlagen 1 durch strukturzonale Analyse aus einer Beleuchtungseinrichtung 2 vor der Objektvorlage 1 und der Objektvorlage 1 nachfolgend aus einer Fouriertransformationseinrichtung 3 und einer Empfangseinrichtung 4.

Die Objektvorlage 1, die Beleuchtungseinrichtung 2, die Fouriertransformationseinrichtung 3 und die Empfangseinrichtung 4 sind entlang einer optischen Achse 5 angeordnet.

Die durch die Beleuchtungseinrichtung 2 auszuleuchtende Objektvorlage 1 befindet sich in der Objektebene 6 der Fouriertransformationseinrichtung 3. In der Ortsfrequenzebene 7 der Fouriertransformationseinrichtung 3 ist in der optischen Achse 5 ein Einzelempfänger 8 als Empfangseinrichtung 4 vorgesehen. Die Beleuchtungseinrichtung 2 enthält eine Leuchteinheit 9 mit einem in der Zeichnung nicht dargestellten inkohärenten Beleuchtungsstrahl vorgegebener Fläche und Form am Ausgang 10 der Leuchteinheit 9. Die Leuchteinheit 9 besitzt dazu eine inkohärente Strahlungsquelle 11 und eine Maske 12 zur Vorgabe der Fläche und Form des Beleuchtungsstrahles. Weiterhin enthält die Beleuchtungseinrichtung 2 eine Abbildungsoptik 13 mit abbildenden optischen Elementen. Der Ausgang 10 der Leuchteinheit 9 befindet sich auf der optischen Achse 5 und für alle nachfolgenden abbildenden optischen Elemente bis einschließlich der Fouriertransformationseinrichtung 3 in einer Position, die die Objektebene für eine Abbildung in die Ortsfrequenzebene 7 der Fouriertransformationseinrichtung 3 darstellt. Im gewählten Ausführungsbeispiel ist diese Bedingung erfüllt, indem die Maske 12 am Ausgang 10 der Leuchteinheit angeordnet ist und durch die Abbildungsoptik 13 in Verbindung mit der Fouriertransformationseinrichtung 3 eine Abbildung der Maske 12 in die Ortsfrequenzebene 7 erfolgt. Der Ausgang 10 ist dabei Objektebene für alle nachfolgenden abbildenden optischen Elemente, also für die Abbildungsoptik 13 und die Fouriertransformationseinrichtung 3. Für die Realisierung der inkohärenten Strahlungsquelle 11 sind verschiedene Ausführungsmöglichkeiten gegeben. Es ist möglich, eine Glühlampe, Gas- und Metaldampflampe, Leuchtstofflampe oder Spektrallampe o. ä. einzusetzen. Zur gleichmäßigen Ausleuchtung der Maske 12 ist es weiterhin zweckmäßig, zwischen der inkohärenten Strahlungsquelle 11 und der Maske 12 eine Mattscheibe anzuordnen. In weiteren Ausführungsvarianten gestattet ein Farbfilter, z. B. innerhalb der Beleuchtungseinrichtung 2, die vorteilhafte Arbeit mit einem monochromatischen Beleuchtungsstrahl. Naheliegender ist es im weiteren, für die inkohärente Strahlungsquelle 11 einen Laser mit einer nachgeschalteten Mattscheibe und ggf. einem Strahlaufweitungssystem vorzusehen. Auch hier ist dann ebenfalls die Möglichkeit für eine monochromatische Arbeitsweise gegeben. Für viele Anwendungen erweist es sich als günstig, als Maske 12 der Leuchteinheit 9 eine Irisblende oder ein entsprechend der vorgegebenen Fläche und Form des Beleuchtungsstrahles schaltbares optisches Medium vorzusehen. Irisblende und schaltbares Medium bieten dabei den weiteren Vorteil, daß die Größe der Fläche und die Form des Beleuchtungsstrahles variiert werden können.

Die Funktion der Anordnung ergibt sich wie folgt:

Entsprechend der Arbeitsweise bei der Auswertung von Objektvorlagen durch strukturzonale Analyse des Ortsfrequenzspektrums der Objektvorlage, ist es notwendig, für ein bestimmtes und gemäß der gestellten Auswerteaufgabenstellung vorgegebenes Integrationsgebiet im Ortsfrequenzspektrum einen integralen Empfangswert über das Integrationsgebiet zu erhalten und zu registrieren. Dieses Integrationsgebiet entspricht einem Bereich von Ortsfrequenzen im optisch erzeugten Ortsfrequenzspektrum. Da für jedes Integrationsgebiet nur ein Empfangswert ermittelt wird, ist eine Reduktion des zu verarbeitenden Datenumfangs möglich. Diese Integrationsgebiete können nebeneinander vorhanden sein und sich auch je nach Auswertungsaufgabe überlappen. Es können auch nach Form und Größe unterschiedliche Integrationsgebiete naeinander vorgegeben und ihr jeweiliger, zugeordneter integraler Empfangswert registriert werden. Über einen Vergleich einer solchen erhaltenen Reihe von integralen Empfangswerten mit den integralen Empfangswerten bekannter Objektstrukturen in analogen Integrationsgebieten kann aus den Unterschieden bzw. Gemeinsamkeiten auf die in der Objektvorlage vorhandenen Objektstrukturen geschlossen werden. Dabei ist ein weites Feld von Auswerteaufgaben realisiert, das von der Objektklassifizierung bis zur Objekterkennung reichen kann. Beispielsweise kann auf eine solche Art und Weise eine Klassifizierung von Zell- oder Gewebeproben danach erfolgen, ob neben normalen Zellen auch anormale Zellen in den Proben vorhanden sind. Bei einem Vergleich der integralen Empfangswerte aus verschiedenen Integrationsbereichen über das Ortsfrequenzspektrum der Zellprobe mit den integralen Empfangswerten einzelner normaler Zellen und anormaler Zellen in den gleichen Integrationsbereichen des Ortsfrequenzspektrums ist mit hoher Wahrscheinlichkeit auf die Qualität der Probe zu schließen. Der Vergleich ist deshalb entsprechend aussagefähig, da normale Zellen zu andersartigen Ortsfrequenzspektren führen als z. B. Krebszellen. Bei geeigneter Wahl der Größe und Form der Integrationsgebiete, wie z. B. Kreissektoren, können diese Unterschiede zwischen den Ortsfrequenzspektren normaler und anormaler Zellen an Hand der integralen Empfangswerte deutlich hervorgehoben werden. Nach der erfindungsgemäßen Anordnung wird durch die Maske 12 am Ausgang 10 der Leuchteinheit 9 dem Beleuchtungsstrahl über die Fläche und Form der Maske 12 eine entsprechende Form und Fläche vorgegeben. Diese entspricht dem Integrationsbereich des Ortsfrequenzspektrums, über den der integrale Wert des Ortsfrequenzspektrums zu ermitteln ist, und bestimmt sich aus der vorhandenen Auswerteaufgabenstellung. Bei Beleuchtung der Objektvorlage 1 mit dem inkohärenten Beleuchtungsstrahl ergibt sich in der Ortsfrequenzebene 7 in der optischen Achse 5 ( $W = 0$ ) mit der Objektfunktion der Objektvorlage 1:  $0(x, y)$  ein Empfangswert für die Registrierung durch den Einzelempfänger 8 von:

$$I = \int |\delta\{0(x, y)\}|^2 \cdot R(w_x, w_y) dw_x dw_y$$

wenn die Maske 12 die Transmissionsfunktion  $R(w_x, w_y)$  besitzt. Dieser stellt sich als

$$I = \int_{-\infty}^{+\infty} R(w_x, w_y) \cdot |\delta\{0(x, y)\}|^2 dw_x dw_y$$

dar. Dieser vom Einzelempfänger 8 aufgenommene Empfangswert ist direkt der integrale Wert des Ortsfrequenzspektrums im vorgegebenen Integrationsbereich. Kennzeichnend für die Vorteile der erfindungsgemäßen Anordnung ist dabei, daß kein Ortsfrequenzspektrum selbst erzeugt bzw. erhalten wird. In der optischen Achse 5 ergibt sich unmittelbar der erwünschte und für eine weitere Auswertung wesentliche integrale Empfangswert. Somit kann auf alle Aufwendungen zur Erstellung und gesonderten Integration des Ortsfrequenzspektrums verzichtet werden. Die Weiterverarbeitung der erhaltenen integralen Empfangswerte in der vorstehend beschriebenen Weise kann beispielsweise in einem nachgeordneten Auswertesystem (z. B. Rechner) erfolgen.

In der Fig. 2 ist eine weitere Anordnung zur Auswertung zweidimensionaler Objektvorlagen schematisch dargestellt. Die Anordnung der einzelnen Elemente erfolgt in analoger Weise zu dem unter Fig. 1 beschriebenen Aufbau. Als Besonderheit ist bei dieser Ausführungsvariante zu bemerken, daß sich die Objektebene 6 der Fouriertransformationseinrichtung 3 in Richtung des Beleuchtungsstrahles hinter der Fouriertransformationseinrichtung 3 befindet.

Ein weiterer Unterschied zur Fig. 1 ergibt sich aus der Ausführung der Beleuchtungseinrichtung 2. Sie enthält eine Leuchteinheit 9, die von einer selbstleuchtenden Maske gebildet wird. Diese selbstleuchtende Maske entspricht in ihrer Form und Fläche der vorgegebenen Form und Fläche des Beleuchtungsstrahles. Sie befindet sich in einer Position, welche in analoger Weise zu dem vorangegangenen Beispiel, die Objektebene für eine Abbildung der selbstleuchtenden Maske in die Ortsfrequenzebene 7 der Fouriertransformationseinrichtung 3 ist. Diese Abbildung wird dabei durch die Fouriertransformationseinrichtung 3 realisiert. Die selbstleuchtende Maske als Leuchteinheit 9 läßt sich in einfacher Weise dadurch realisieren, daß eine beliebige inkohärente Strahlungsquelle mit einer entsprechenden, im gewählten Beispiel ringförmigen, Geometrie der strahlenden Fläche eingesetzt wird. Darüber hinaus ist es vorteilhaft, wenn diese selbstleuchtende Maske so ausgeführt ist, daß sich durch eine entsprechende Ansteuerung mehrere verschiedene Formen und Flächen realisieren lassen. Beispielsweise ist das mit einer Anzahl konzentrischer Ringe, die nacheinander ansteuerbar sind, möglich. Es sind dabei aber ohne weiteres auch andere Formen und Flächen (verschiedene Keile o. ä.) denkbar.

Die Funktionsweise der Anordnung nach Fig. 2 ist identisch mit der bei Fig. 1 näher erläuterten Arbeitsweise. In der Fig. 3 ist ein weiteres Ausführungsbeispiel zur Auswertung zweidimensionaler Objektvorlagen schematisch dargestellt. Auch hier entspricht der prinzipielle Aufbau dem, der in Fig. 1 beschriebenen Anordnung. Als Besonderheit ist bei dieser Ausführungsvariante zu bemerken, daß auch hier, wie bei Fig. 2 bereits erläutert, die Abbildung der am Ausgang 10 der Leuchteinheit 9 angeordneten Maske 12 in die Ortsfrequenzebene 6, durch die Fouriertransformationseinrichtung 3 erfolgt. Mit einer derartigen Anordnung ist vorteilhaft eine Minimierung der Zahl der optischen Elemente und eine weitere Verringerung des Aufwandes zur Erstellung der Anordnung möglich.

Als weitere Besonderheit ist die Anordnung gemäß Fig. 3 mit einer Wechseleinrichtung 14 für eine Anzahl weiterer Masken 12 unterschiedlicher Flächen und Formen versehen. Diese Masken 12 sind in einer Maskenhalterung angeordnet, so daß es einfach möglich ist, nacheinander mehrere unterschiedliche Flächen und Formen für den inkohärenten Beleuchtungsstrahl vorzugeben. Damit ist die Möglichkeit gegeben, wie bei Fig. 1 beschrieben, eine Reihe integraler Empfangswerte zu registrieren und eine entsprechende Auswertung der Objektvorlage 1 vorzunehmen. Die in Fig. 3 angegebenen Maskenmuster sollen nur beispielhaft mögliche Varianten aufzeigen. Es ist ohne weiteres realisierbar, beliebige oder auch ggf. unsymmetrische Muster vorzugeben. Ebenso besteht die Möglichkeit, die Wechseleinrichtung 14 in der Art eines Maskenrevolvers auszuführen, so daß sich eine weitere konstruktive Vereinfachung ergibt. Dabei ist die bei Fig. 1 bereits erläuterte Bedingung einer Abbildung der jeweils verwendeten Maske 12 in die Ortsfrequenzebene 7 der Fouriertransformationseinrichtung 3 einzuhalten. Im Beispiel gemäß Fig. 3 erfolgt diese Abbildung, wie oben erläutert, durch die Optik der Fouriertransformationseinrichtung 3. Der Ausgang 10, also die Maskenebene, ist dabei Objektebene für diese Abbildung. Die Funktionsweise der Anordnung gemäß Fig. 3 ist die gleiche, wie unter Fig. 1 beschrieben.

Bei allen drei Ausführungsbeispielen ergibt sich noch eine weitere Ausgestaltungsmöglichkeit. Für verschiedene Auswerteaufgabenstellungen ist es notwendig, mit einem monochromatischen Beleuchtungsstrahl zu arbeiten. Beispielsweise ist das der Fall, wenn die Objektvorlage eine Gitterstruktur darstellt und die damit sich evtl. ergebenden Farbsäume vermieden werden sollen. Bei polychromatischer Strahlungsquelle ist das mit Hilfe eines Farbfilters, wie bereits unter Fig. 1 beschrieben, möglich. Es kann aber auch auf die Verwendung eines Farbfilters verzichtet werden und eine speziell chromatisch korrigierte Fouriertransformationseinrichtung 3 eingesetzt werden. Diese ist dann entsprechend chromatisch überkorrigiert, so daß die Farbabweichungen der Brennpunkte kompensiert werden.

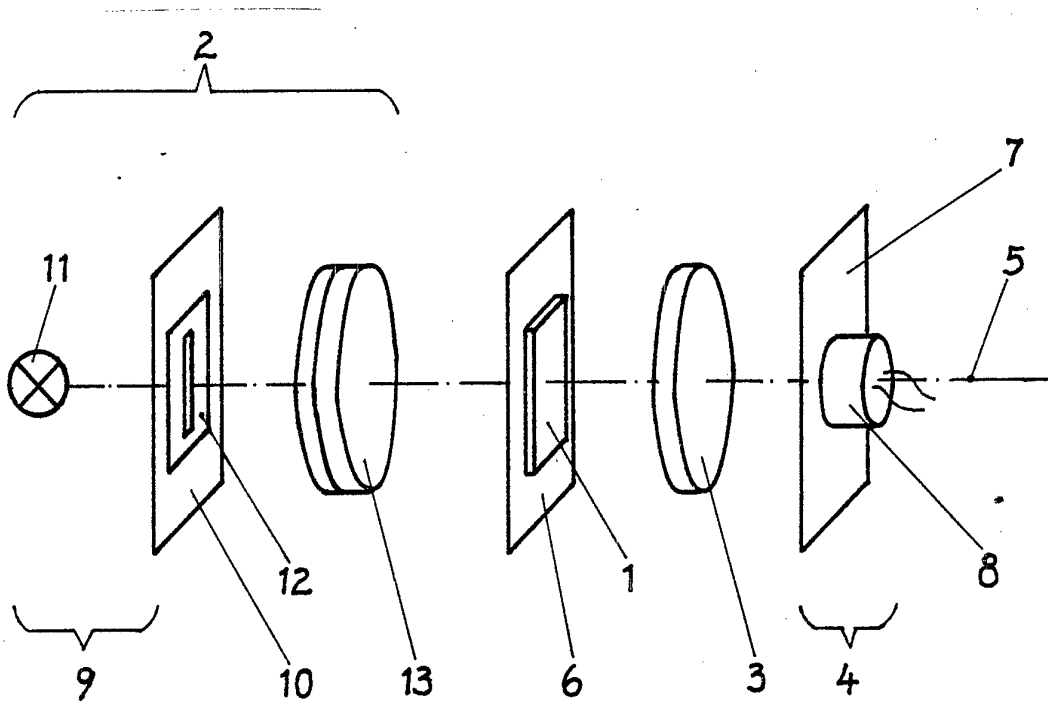


FIG. 1

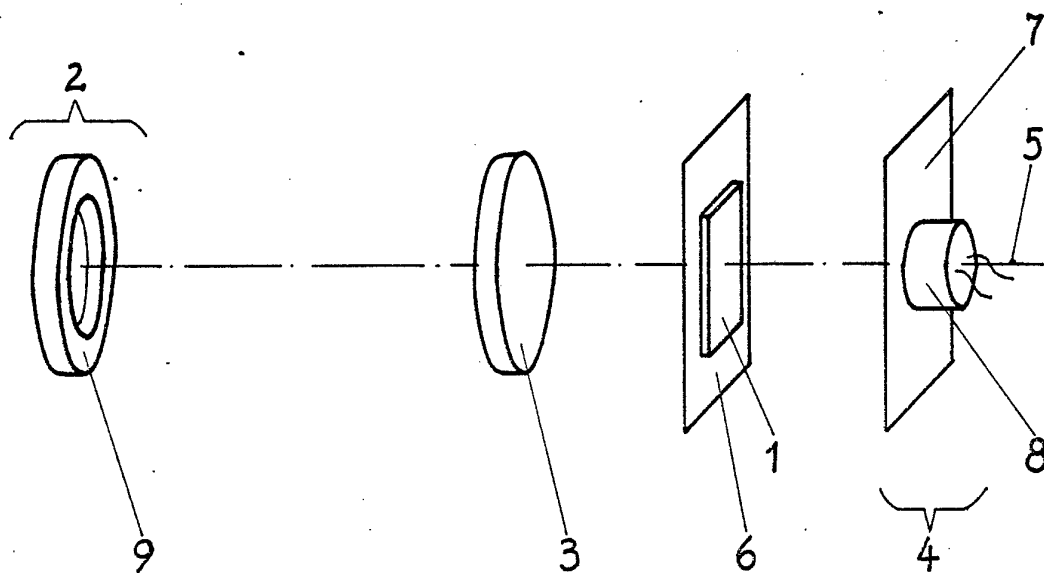


FIG. 2

29,007 1964 R 222 S 01

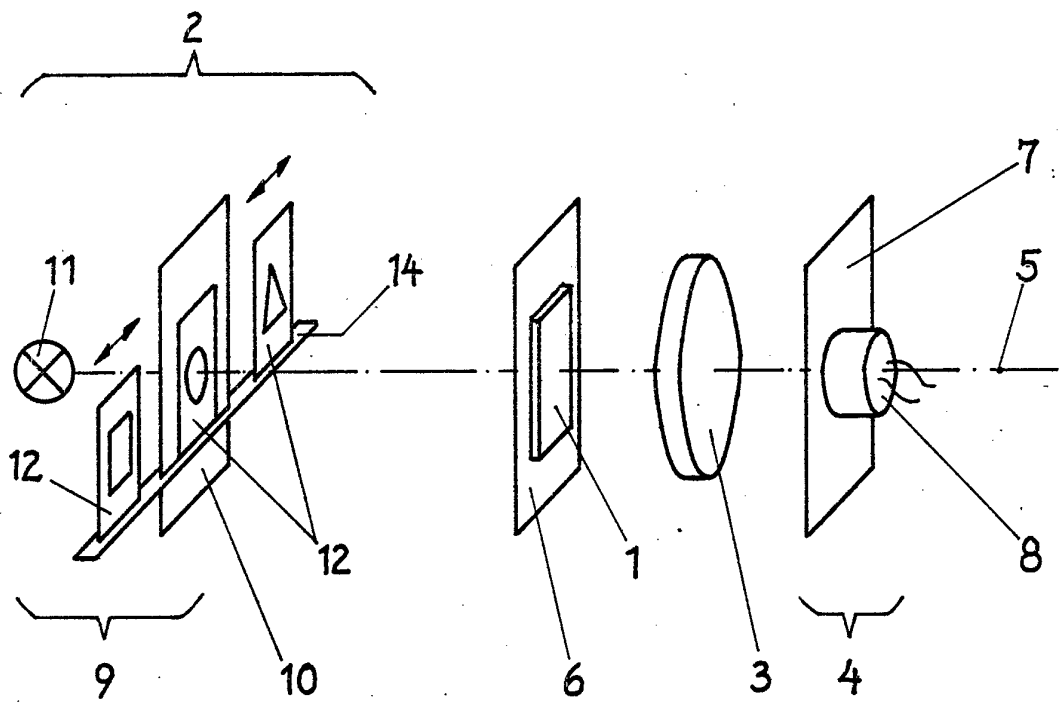


FIG. 3