(19) **Bundesrepublik Deutschland**
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 697 24 523 T2** 2004.07.01

(12) # Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 0 814 593 B1**
(21) Deutsches Aktenzeichen: **697 24 523.3**
(96) Europäisches Aktenzeichen: **97 109 593.0**
(96) Europäischer Anmeldetag: **12.06.1997**
(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **29.12.1997**
(97) Veröffentlichungstag der Patenterteilung beim EPA: **03.09.2003**
(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **01.07.2004**

(51) Int Cl.[7]: **H04N 1/028**
G01T 1/29, G01N 21/64

(30) Unionspriorität:
15591396 18.06.1996 JP

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE, FR, SE

(73) Patentinhaber:
Fuji Photo Film Co., Ltd., Minami-Ashigara, Kanagawa, JP

(72) Erfinder:
Ogura, Nobuhiko, Ashigara-Kami-Gun, Kanagawa-Ken, JP

(74) Vertreter:
Klunker, Schmitt-Nilson, Hirsch, 80797 München

(54) Bezeichnung: **Bildlesegerät**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Bildlesegerät gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.
[0002] Ein Gerät dieser Art ist aus US-A-5 502 465 bekannt. Der Spiegel dieses Geräts ist ein bogenförmiger Reflektor, der zu dem Anregungslaserstrahl versetzt angeordnet ist.
[0003] Bekannt ist ein Strahlungserkennungssystem, aufweisend die Schritte des Verwendens als ein Nachweismaterial für die Strahlung eines anregbaren Leuchtstoffs, der die Energie von Strahlung, wenn er damit bestrahlt wird, absorbieren und speichern und eine angeregte Emission abgeben kann, deren Menge derjenigen der erhaltenen Strahlung proportional ist, wenn er mit einer elektromagnetischen Welle mit einem speziellen Wellenlängenbereich angeregt wird, des Speicherns und Aufzeichnens der Energie der Strahlung, die durch einen Gegenstand in dem anregbaren Leuchtstoff, der enthalten ist in einer Schicht von anregbarem Leuchtstoff, die auf einem anregbaren Leuchtstoff-Flachmaterial ausgebildet ist, hindurchgelassen wird, des Abtastens der anregbaren Leuchtstoff-Schicht mit einer elektromagnetischen Welle, um den anregbaren Leuchtstoff anzuregen, des fotoelektrisch Nachweisens der angeregten Emission, die von dem anregbaren Leuchtstoff abgegeben wird, um digitale Bildsignale zu erzeugen, des Durchführens einer Bildverarbeitung an den erhaltenen digitalen Bildsignalen, und des Reproduzierens eines Bilds auf einer Anzeige-Einrichtung wie einer CRT oder dergleichen oder einem fotografischen Film (siehe z. B. die japanischen Patentanmeldungs-Offenlegungsschriften Nr. 55-12429, Nr. 55-116340, Nr. 55-163472, Nr. 56-11395, Nr. 56-104645 und dergleichen).
[0004] Ebenfalls bekannt ist ein Autoradiografie-System aufweisend die Schritte des Verwendens eines ähnlichen anregbaren Leuchtstoffs als ein Nachweismaterial für die Strahlung, des Einbringens einer radioaktiv markierten Substanz in einen Organismus, des Verwendens des Organismus oder eines Teils des Gewebes des Organismus als eine Probe, des Zusammenlegens in Lagen der Probe und eines anregbaren Leuchtstoff-Flachmaterials, das mit einer anregbaren Leuchtstoff-Schicht ausgestattet ist, für eine bestimmte Zeitdauer, des Speicherns und Aufzeichnens von Strahlungsenergie in einem anregbaren Leuchtstoff, der in der anregbaren Leuchtstoff-Schicht enthalten ist, des Abtastens der anregbaren Leuchtstoff-Schicht mit einer elektromagnetischen Welle, um den anregbaren Leuchtstoff anzuregen, des fotoelektrisch Nachweisens der angeregten Emission, die von dem anregbaren Leuchtstoff abgegeben wird, um digitale Bildsignale zu erzeugen, des Durchführens einer Bildverarbeitung an den erhaltenen digitalen Bildsignalen und des Reproduzierens eines Bildes auf einer Anzeige-Einrichtung wie einer CRT oder dergleichen oder einem fotografischen Film (siehe beispielsweise die japanische Patentveröffentlichung Nr. 1-60784, die japanische Patentveröffentlichung 1-60782, die japanische Patentveröffentlichung Nr. 4-3952 und dergleichen).
[0005] Außerdem bekannt sind ein elektronenmikroskopisches Nachweissystem und ein Röntgendiffraktionsbild-Nachweissystem, aufweisend die Schritte des Verwendens eines anregbaren Leuchtstoffs als ein Nachweismaterial für einen Elektronenstrahl oder Strahlung, wobei der Leuchtstoff die Energie eines Elektronenstrahls oder von Strahlung, wenn er damit bestrahlt wird, absorbieren und speichern und wenn er mit einer elektromagnetischen Welle mit einem speziellen Wellenlängenbereich angeregt wird, eine angeregte Emission abgeben kann, deren Menge derjenigen des aufgenommenen Elektronenstrahls oder der Strahlung proportional ist, des Bestrahlens einer Metall- oder Nichtmetall-Probe mit einem Elektronenstrahl und des Durchführens einer Elementaranalyse, einer Zusammensetzungsanalyse oder einer Strukturanalyse der Probe durch Nachweisen eines Diffraktionsbilds oder eines Transmissionsbilds, oder des Bestrahlens des Gewebes eines Organismus mit einem Elektronenstrahl und des Nachweisens eines Bilds des Gewebes des Organismus, oder des Bestrahlens einer Probe mit Strahlung, des Nachweisens eines Röntgendiffraktionsbilds und des Durchführens einer Strukturanalyse der Probe (siehe beispielsweise die japanische Patentanmeldungs-Offenlegungsschrift Nr. 61-51738, die japanische Patentanmeldungs-Offenlegungsschrift Nr. 61-93538, die japanische Patentanmeldugs-Offenlegungsschrift Nr. 59-15843 und dergleichen).
[0006] Anders als bei dem System, das einen fotografischen Film verwendet, wird bei diesen Systemen, die den anregbaren Leuchtstoff als ein Nachweismaterial für ein Bild verwenden, eine Entwicklung, die eine chemische Behandlung ist, unnötig. Außerdem ist es möglich, ein gewünschtes Bild zu reproduzieren, indem man unter Verwendung eines Computers an den erhaltenen Bilddaten eine Bildverarbeitung durchführt und eine quantitative Analyse durchführt. Die Verwendung eines anregbaren Leuchtstoffs in diesen Verfahren ist daher vorteilhaft.
[0007] Andererseits ist ein Fluoreszenz-System bekannt, das anstelle einer radioaktiv markierten Substanz in dem Autoradiografie-System eine fluoreszierende Substanz als eine Markierungssubstanz verwendet. Gemäß diesem System ist es möglich, eine genetische Sequenz, den Expressionsgrad eines Gens und den Metabolismus, die Absorption, den Ausscheidungsweg und den Zustand einer Substanz, die in eine Testmaus eingeführt wurde, zu studieren und die Abtrennung oder Identifizierung eines Proteins oder die Bestimmung des Molekulargewichts oder von Eigenschaften des Proteins oder dergleichen durchzuführen. Beispielsweise kann dieses System ein Verfahren ausführen, enthaltend die Schritte des Verteilens einer Mehrzahl von DNA-Fragmenten auf einem Gelträger mittels Elektrophorese, nachdem ein Fluoreszenzfarbstoff einer eine

Mehrzahl von zu verteilenden DNA-Fragmenten enthaltenden Lösung zugegeben wurde, oder des Verteilens einer Mehrzahl von DNA-Fragmenten auf einem Fluoreszenzfarbstoff enthaltenden Gelträger, oder des Eintauchens eines Gelträgers, auf dem eine Mehrzahl von DNA-Fragmenten mittels Elektrophorese verteilt wurde, in eine Fluoreszenzfarbstoff enthaltende Lösung, wodurch die durch Elektrophorese verteilten DNA-Fragmente markiert werden, des Anregens des Fluoreszenzfarbstoffs durch einen Anregungsstrahl, um ihn zur Abgabe eines fluoreszierenden Lichts zu veranlassen, des Nachweisens des abgegebenen fluoreszierenden Lichts, um ein Bild zu erzeugen, und des Nachweisens der Verteilung der DNA auf dem Gelträger. Dieses System führt auch ein Verfahren aus, enthaltend die Schritte des Verteilens einer Mehrzahl von DNA-Fragmenten auf einem Gelträger mittels Elektrophorese, des Denaturierens der DNA, des Übertragens mindestens eines Teils der Fragmente der denaturierten DNA auf einen Übertragungsträger wie einen Nitrocellulose-Träger mittels Southern-Blotting-Verfahren, des Hybridisierens einer Sonde, die durch Markieren von Ziel-DNA und dazu komplementärer DNA oder RNA hergestellt wurde, mit den Fragmenten der denaturierten DNA, wobei selektiv nur die zu der Sonden-DNA oder Sonden-RNA komplementären DNA-Fragmente markiert werden, des Anregens des Fluoreszenzfarbstoffs durch einen Anregungsstrahl, um ihn zur Abgabe von Fluoreszenzlicht zu veranlassen, des Nachweisens des abgegebenen Fluoreszenzlichts, um ein Bild zu erzeugen, und des Nachweisens der Verteilung der Ziel-DNA auf dem Übertragungsträger. Dieses System kann außerdem ein Verfahren ausführen, enthaltend die Schritte des Herstellens einer mit einer Markierungssubstanz markierten DNA-Sonde, die zu einer ein Zielgen enthaltenden DNA komplementär ist, des Hybridisierens der Sonde mit DNA auf einem Übertragungsträger, des Vereinigens eines Enzyms mit der mit einer Markierungssubstanz markierten, komplementären DNA, des Veranlassens des Enzyms, ein fluoreszierendes Substrat zu berühren, des Umwandelns des fluoreszierenden Substrats in eine fluoreszierende Substanz mit der Eigenschaft, Fluoreszenzlicht abzugeben, des Anregens der so erzeugten fluoreszierenden Substanz mit einem Anregungsstrahl, um Fluoreszenzlicht abzugeben, des Nachweisens des Fluoreszenzlichts, um ein Bild zu erzeugen, und des Nachweisens der Verteilung der Ziel-DNA auf dem Übertragungsträger. Dieses Fluoreszenz-Nachweissystem ist insofern vorteilhaft, als eine genetische Sequenz oder dergleichen ohne Verwendung einer radioaktiven Substanz leicht nachgewiesen werden kann.

[0008] Das Strahlungs-Erkennungssystem, das autoradiografische System, das elektronenmikroskopische Nachweissystem und das Röntgendiffraktionsbild-Nachweissystem, die einen anregbaren Leuchtstoff als das Bild-Nachweismaterial verwenden, und das Fluoreszenz-Nachweissystem tasten alle Bildträger wie ein anregbares Leuchtstoff-Flachmaterial, einen Gelträger, einen Übertragungsträger oder dergleichen mit einem Anregungsstrahl ab, um durch Nachweisen von Licht, das von dem Bildträger emittiert wird, ein Bild zu erzeugen, um eine Erkennung oder einen Nachweis zu bewirken. Es ist daher vorteilhaft und zu bevorzugen, ein Bildlesegerät so zu konstruieren, dass es für irgend eines dieser Systeme verwendbar ist.

[0009] Daher wurde ein Bildlesegerät vorgeschlagen, das ausgestattet ist mit einer Feststofflaser-Anregungsstrahlquelle zum Emittieren eines Laserstrahls mit einer Wellenlänge von 635 nm, der in der Lage ist, einen anregbaren BaFX-Leuchtstoff (wobei X ein Halogen repräsentiert) anzuregen, um es in den Autoradiografie-Systemen verwendbar zu machen, und mit einer LED zum Emittieren von Licht mit einer Wellenlänge von 450 nm, das in der Lage ist, in einem Fluoreszenz-Nachweissystem verwendete fluoreszierende Substanzen anzuregen, um es in dem Fluoreszenz-Nachweissystem verwendbar zu machen.

[0010] Dieses Bildlesegerät tastet die Oberfläche eines Bildträgers wie eines anregbaren Leuchtstoff-Flachmaterials, eines Gelträgers oder eines Übertragungsträgers mit einem Anregungsstrahl ab durch Bewegen eines Optikkopfes, in dem die Feststofflaser-Anregungsstrahlquelle und die LED sowohl in der Haupt-Abtastrichtung als auch in der Sub-Abtastrichtung eingebaut sind, und leitet eine angeregte Emission oder Fluoreszenzlicht, das von dem Bildträger abgegeben wird, durch an dem Optikkopf fixierte optische Fasern zu einem Lichtdetektor, um es fotoelektrisch nachzuweisen.

[0011] Es ist jedoch erforderlich, den Optikkopf sowohl in der Haupt-Abtastrichtung als auch in der Sub-Abtastrichtung mit hoher Geschwindigkeit zu bewegen. Daher ist es, obwohl es wünschenswert ist, anstelle der LED eine Anregungslaserstrahl-Quelle zu verwenden, um einen Anregungsstrahl mit hoher Intensität zur Verbesserung der Nachweisempfindlichkeit zu verwenden, extrem schwierig, die Anregungslaserstrahl-Quelle in den Optikkopf einzubauen, und als ein Ergebnis kann die Empfindlichkeit des Bildlesegeräts nicht verbessert werden.

[0012] Außerdem offenbart das US-Patent Nr. 5,549,325 ein Bildlesegerät, das mit einem Zweifarbenspiegel zum Reflektieren eines von einer Anregungsstrahlquelle emittierten Anregungsstrahls ausgestattet ist, das ein Bild liest durch die Schritte des Reflektierens des Anregungsstrahls mittels des Zweifarbenspiegels, um ihn zu einem Optikkopf, der mit einem Spiegel und einer konvexen Linse ausgestattet ist, zu leiten, des Reflektierens des Anregungsstrahles mittels des Spiegels zur Oberfläche eines Bildträgers wie eines Gelträgers oder eines Übertragungsträgers, der ein fluoreszierendes Bild trägt, des Bündelns des Anregungsstrahls mittels der konvexen Linse auf die Oberfläche des Bildträgers, während der Optikkopf in der Haupt-Abtastrichtung und in der Sub-Abtastrichtung bewegt wird, wodurch die gesamte Oberfläche des Bildträgers mit dem Anregungsstrahl abgetastet wird, des Umwandelns von Fluoreszenzlicht, das von dem Bildträger abgegeben wird, in paralleles

Licht mittels der konvexen Linse, des Reflektierens des Fluoreszenzlichts mittels des Spiegels, des Leitens des Fluoreszenzlichts zu einem Lichtdetektor über den Zweifarbenspiegel und des fotoelektrisch Nachweisens des Fluoreszenzlichts.

[0013] In diesem Bildlesegerät ist es möglich, eine Anregungslaserstrahl-Quelle zu verwenden, da der Bildträger durch Bewegen des Optikkopfes, der mit dem Spiegel und der konvexen Linse ausgestattet ist, mit dem Anregungsstrahl abgetastet wird. Wenn jedoch in diesem Bildlesegerät zwei oder mehr Anregungsstrahlquellen verwendet werden, um den Bildträger mit zwei oder mehr Anregungsstrahlen anzuregen, muß der Zweifarbenspiegel in der Lage sein, alle Anregungsstrahlen zu reflektieren und das gesamte Fluoreszenzlicht, das von den Fluoreszenzfarbstoffen abgegeben wird, wenn sie mit allen Anregungsstrahlen angeregt werden, zu übermitteln. Da jedoch die Wellenlänge von Fluoreszenzlicht, das bei Anregung mit einem bestimmten Anregungsstrahl abgegeben wird, mit der Wellenlänge eines anderen Anregungsstrahls überlappen kann, ist es in der tatsächlichen Praxis zum Ablesen eines Bilds erforderlich, Zweifarbenspiegel in einer Anzahl vorzusehen, die derjenigen der Anzahl von Anregungsstrahlquellen gleich ist, und den Zweifarbenspiegel, der der zu aktivierenden Anregungsstrahlquelle entspricht, in dem optischen Weg des Anregungsstrahls anzuordnen. Daher ist es unumgänglich, Antriebsmittel zum Anordnen des Zweifarbenspiegels, der der zu aktivierenden Anregungsstrahlquelle entspricht, in dem optischen Weg des Anregungsstrahls vorzusehen. Als ein Ergebnis wird der Aufbau des Bildlesegeräts kompliziert und das Bildlesegerät wird größer.

Zusammenfassung der Erfindung

[0014] Es ist daher die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Bildlesegerät gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 bereitzustellen, das Laserstrahlen mit unterschiedlichen Wellenlängen emittiert und in der Lage ist, für ein Strahlungs-Diagnosesystem, ein autoradiografisches System, ein elektronenmikroskopisches Nachweissystem und ein Röntgendiffraktionsbild-Nachweissystem, wobei ein Nachweissystem mit anregbarem Leuchtstoff und mit Fluoreszenz verwendet werden, verwendet zu werden und mit einem einfachen Aufbau ein Bild genau zu lesen.

[0015] Die obige Aufgabe der vorliegenden Erfindung wird durch ein Bildlesegerät, das die Merkmale von Anspruch 1 aufweist, erfüllt.

[0016] Gemäß einem ersten Aspekt der vorliegenden Erfindung wird der Laserstrahl-Durchlaßbereich der Spiegeleinrichtung von einer Öffnung gebildet.

[0017] Gemäß einem zweiten Aspekt der vorliegenden Erfindung wird der Laserstrahl-Durchlaßbereich der Spiegeleinrichtung durch Aufbringen einer Beschichtung auf den Spiegel, die in der Lage ist, den Anregungsstrahl durchzulassen, gebildet.

[0018] Gemäß einem weiteren bevorzugten Aspekt der vorliegenden Erfindung umfassen die mindestens zwei Anregungslaserstrahl-Quellen eine erste Anregungslaserstrahl-Quelle zum Emittieren eines Laserstrahls mit einer Wellenlänge von 633 nm oder 635 nm und eine zweite Anregungslaserstrahl-Quelle zum Emittieren eines Laserstrahls mit einer Wellenlänge von 470 nm bis 480 nm.

[0019] Gemäß einem weiteren bevorzugten Aspekt der vorliegenden Erfindung wird der Bildträger, der mit dem von der ersten Anregungslaserstrahl-Quelle emittierten Laserstrahl abzutasten ist, von einem Träger, der ein Bild aus fluoreszierenden Substanzen trägt, oder von einem anregbaren Leuchtstoff-Flachmaterial, das einen anregbaren Leuchtstoff enthält, der ein Bild aufzeichnet, das ausgewählt ist aus der Gruppe, die besteht aus einem Strahlungsbild, einem autoradiografischen Bild, einem Röntgendiffraktionsbild und einem elektronenmikroskopischen Bild eines Gegenstands, gebildet, und der Bildträger, der mit dem von der zweiten Anregungslaserstrahl-Quelle emittierten Laserstrahl abzutasten ist, wird von einem Träger, der ein Bild aus fluoreszierenden Substanzen trägt, gebildet.

[0020] Gemäß einem weiteren bevorzugten Aspekt der vorliegenden Erfindung weist das Bildlesegerät außerdem eine dritte Anregungslaserstrahl-Quelle zum Emittieren eines Laserstrahls mit einer Wellenlänge von 530 bis 540 nm auf.

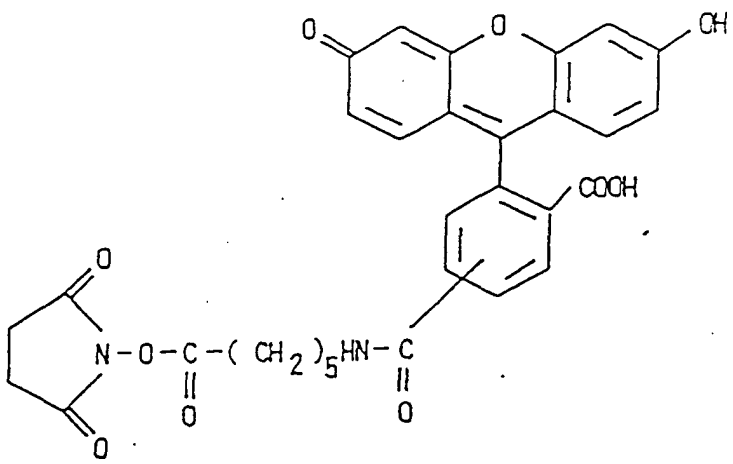
[0021] Gemäß einem weiteren bevorzugten Aspekt der vorliegenden Erfindung wird der Bildträger, der mit dem von der dritten Anregungslaserstrahl-Quelle emittierten Laserstrahl abzutasten ist, von einem Träger, der ein Bild aus fluoreszierenden Substanzen trägt, gebildet.

[0022] Die Formulierung "der Bildträger trägt ein Bild aus fluoreszierenden Substanzen", wie sie bezüglich der vorliegenden Erfindung definiert ist, beinhaltet den Fall, in dem der Bildträger ein Bild einer Probe, die mit einer Markierungssubstanz markiert ist, trägt, und den Fall, in dem der Bildträger ein Bild aus fluoreszierenden Substanzen trägt, die erhalten wurden durch Vereinigen eines Enzyms mit einer Probe, die mit einer Markierungssubstanz markiert ist, Veranlassen des Enzyms, ein fluoreszierendes Substrat zu berühren, und Umwandeln des fluoreszierenden Substrats in eine fluoreszierende Substanz.

[0023] Bei der vorliegenden Erfindung kann die fluoreszierende Substanz, die verwendet wird zum Markieren einer Probe zur Ausbildung eines Bilds, das auf einem Bildträger getragen werden und gelesen werden soll, indem es unter Verwendung eines Laserstrahls mit einer Wellenlänge von 470 nm bis 480 nm angeregt wird,

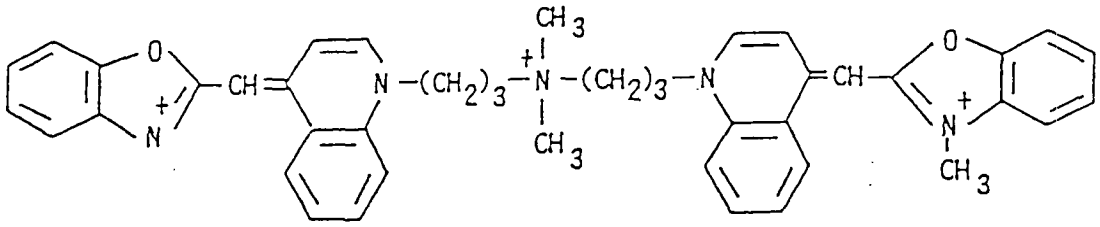
von irgendeiner Art sein, sofern sie mit einem Laserstrahl mit einer Wellenlänge von 470 nm bis 480 nm angeregt werden kann. Zu bevorzugt verwendeten fluoreszierenden Substanzen, die von einem Laserstrahl mit einer Wellenlänge von 470 nm bis 480 nm anregbar sind, gehören jedoch Fluorescein (C.I. Nr. 45350), Fluorescein-X, das durch die unten gezeigte Strukturformel (1) angegeben wird, YOYO-1, das durch die Strukturformel (2) angegeben wird, TOTO-1, das durch die Strukturformel (3) angegeben wird, YOPRO-1, das durch die Strukturformel (4) angegeben wird, Cy-3 (eingetragene Handelsmarke), das durch die Strukturformel (5) angegeben wird, Nile Red, das durch die Strukturformel (6) angegeben wird, BCECF, das durch die Strukturformel (7) angegeben wird, Rhodamin 6G (C.I. Nr. 45160), Acridinorange (C.I. Nr. 46005), SYBR-Grün (C_2H_6OS), Quantum Red, R-Phycoerrythrin, Red 613, Red 670, Fluor X, FAM, AttoPhos, Bodipy-phosphatidylcholin, SNAFL, Calcium Grün, Fura Red, Fluo 3, AllPro, NBD-Phosphoethanolamin und dergleichen. Bei der vorliegenden Erfindung kann die fluoreszierende Substanz, die verwendet wird zum Markieren einer Probe, um ein Bild herzustellen, das in einem Bildträger getragen werden und gelesen werden soll, indem sie unter Verwendung eines Laserstrahls mit einer Wellenlänge von 633 nm oder 635 nm angeregt wird, von irgendeiner Art sein, sofern sie durch einen Laserstrahl mit einer Wellenlänge von 633 nm oder 635 nm angeregt werden kann. Zu bevorzugt verwendeten fluoreszierenden Substanzen, die von einem Laserstrahl mit einer Wellenlänge von 633 nm oder 635 nm anregbar sind, gehören jedoch Cy-5 (eingetragene Handelsmarke), das durch die Strukturformel (8) angegeben wird, Allphycocyanin und dergleichen. Darüber hinaus kann bei der vorliegenden Erfindung die fluoreszierende Substanz, die zum Markieren einer Probe verwendet wird, um ein Bild herzustellen, das in einem Bildträger getragen werden und gelesen werden soll, indem es unter Verwendung eines Laserstrahls mit einer Wellenlänge von 530 nm bis 540 nm angeregt wird, von irgendeiner Art sein, sofern sie durch einen Laserstrahl mit einer Wellenlänge von 530 nm bis 540 nm angeregt werden kann. Zu bevorzugt verwendeten fluoreszierenden Substanzen, die durch einen Laserstrahl mit einer Wellenlänge von 530 nm bis 540 nm anregbar sind, gehören jedoch CY-3 (eingetragene Handelsmarke), das durch die Strukturformel (5) angegeben wird, Rhodamin 6G (C.I. Nr. 45160), Rhodamin B (C.I. Nr. 45170), Ethidiumbromid, das durch die Strukturformel (9) angegeben wird, Texas Red, das durch die Strukturformel (10) angegeben wird, Propidiumiodid, das durch die Strukturformel (11) angegeben wird, POPO-3, das durch die Strukturformel (12) angegeben wird, Red 613, Red 670, Carboxyrhodamin (R6G), R-Phycoerythirin, Quantum Red, JOE, HEX, Ethidium-Homodimer, Lissamin-rhodamin B-Peptid und der gleichen.

(1)



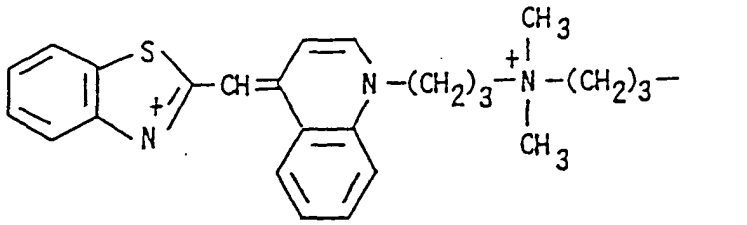
Fluorescein-X

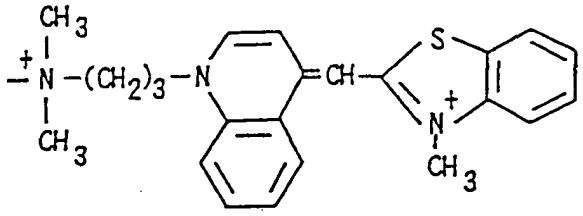
(2)



YOYO-1

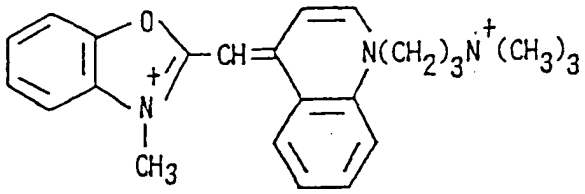
(3)





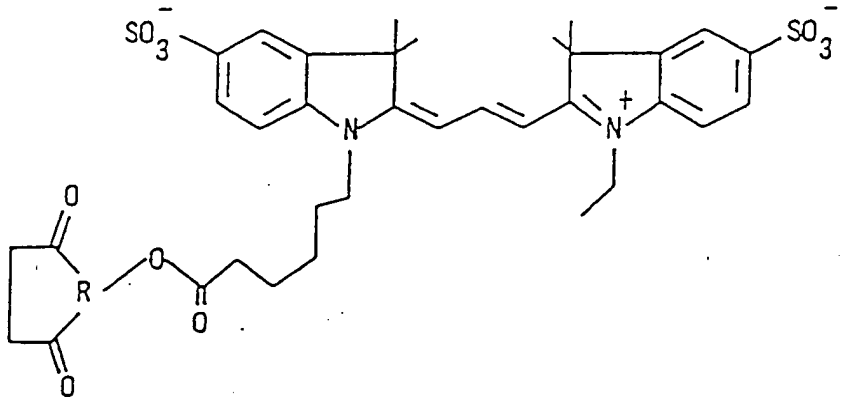
TOTO-1

(4)



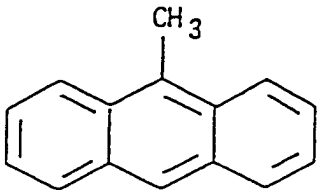
YO-PRO-1

(5)



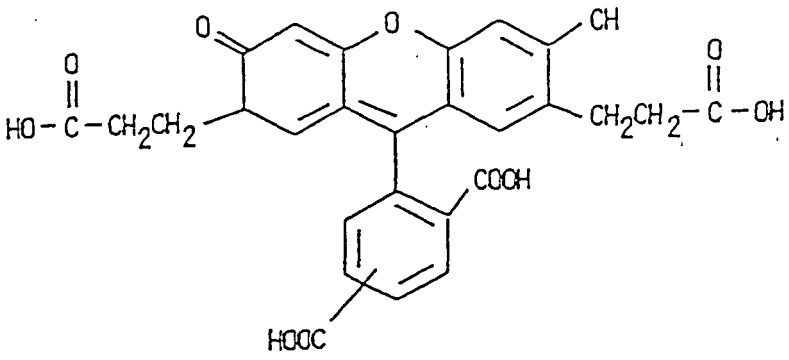
Cy-3

(6)



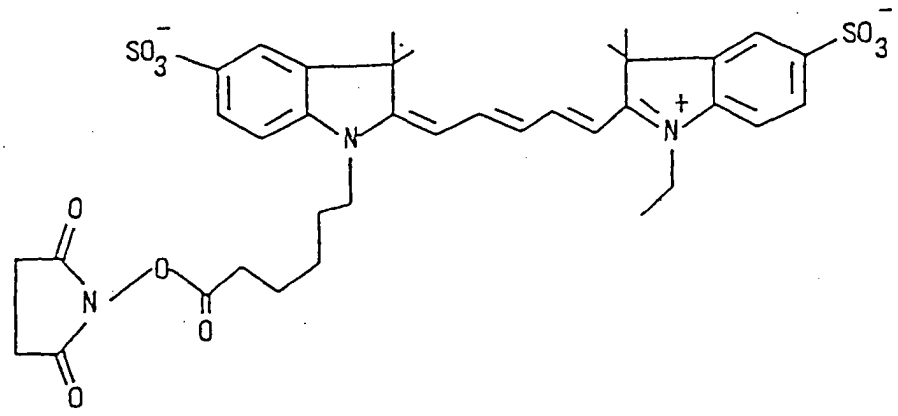
Nile Red

(7)



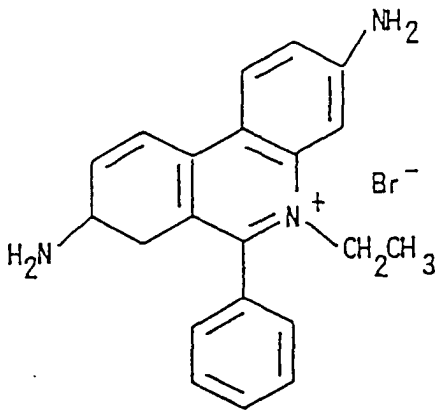
BCECF

(8)



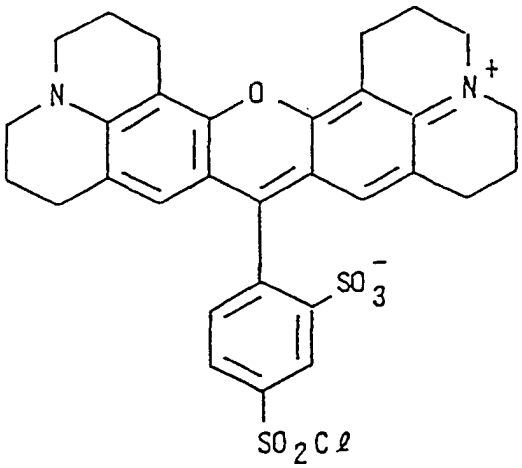
Cy-5

(9)



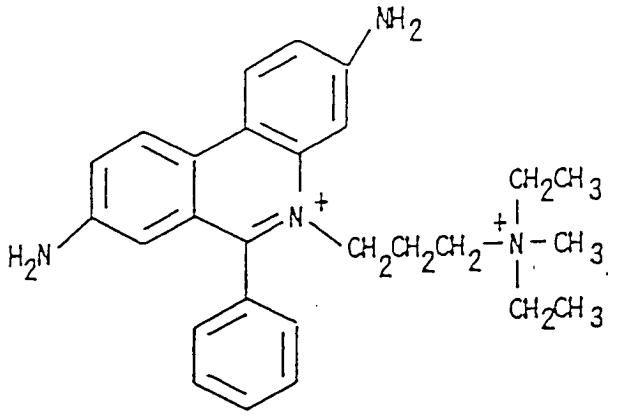
Ethidiumbromid

(10)



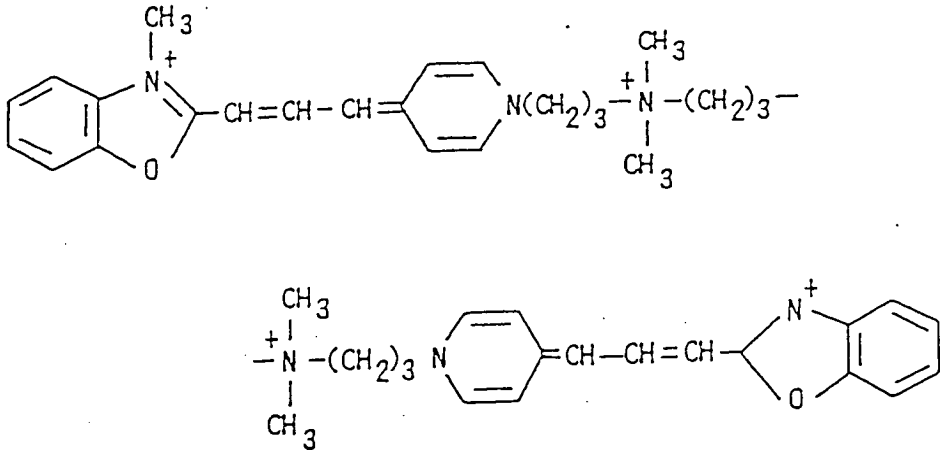
Texas Red

(11)



Propidiumiodid

(12)



POPO-3

[0024] Bei der vorliegenden Erfindung kann der anregbare Leuchtstoff, der zur Erzeugung eines Strahlungsbilds, eines autoradiografischen Bilds, eines Röntgendiffraktionsbilds und eines elektronenmikroskopischen Bilds eines Gegenstands verwendet wird, von irgendeiner Art sein, sofern er Strahlungsenergie oder Elektronenstrahlenergie speichern kann und durch eine elektromagnetische Welle angeregt werden kann, um die darin gespeicherte Strahlungsenergie oder Elektronenstrahlenergie in der Form von Licht abzugeben. Bevorzugt wird jedoch ein anregbarer Leuchtstoff, der durch Licht mit einer Wellenlänge von sichtbarem Licht angeregt werden kann, verwendet. Genauer gehören zu bevorzugt verwendeten anregbaren Leuchtstoffen Erdalkalimetallfluorhalogenid-Leuchtstoffe (Ba_{1-x},M^{2+}_{x})FX:yA (worin M^{2+} mindestens ein Erdalkalimetall ist, das ausgewählt ist aus der Gruppe, die besteht aus Mg, Ca, Sr, Zn und Cd; X mindestens ein Halogen ist, das ausgewählt ist aus der Gruppe, die besteht aus Cl, Br und I; A mindestens ein Element ist, das ausgewählt ist aus der Gruppe, die besteht aus Eu, Tb, Ce, Tm, Dy, Pr, He, Nd, Yb und Er; x gleich oder größer als 0 und gleich oder kleiner als 0,6 ist und y gleich oder größer als 0 und gleich oder kleiner als 0,2 ist), die in dem US-Patent Nr. 4,239,968 offenbart sind, Erdalkalimetall-fluorhalogenid-Leuchtstoffe SrFX:Z (worin X mindestens ein Halogen ist, das ausgewählt ist aus der Gruppe, die besteht aus Cl, Br und I; und Z mindestens eines von Eu und Ce ist), die in der japanischen Patentanmeldungs-Offenlegungsschrift Nr. 2-276997 offenbart sind, Europiumaktivierte komplexe Halogenid-Leuchtstoffe BaFXxNaX':aEu^{2+} (worin jedes von X und X' mindestens ein Halogen ist, das ausgewählt ist aus der Gruppe, die besteht aus Cl, Br und I; x größer als 0 und gleich oder kleiner als 2 ist; und y größer als 0 und gleich oder kleiner als 0,2 ist), die in der japanischen Patentanmeldungs-Offenlegungsschrift Nr. 59-56479 offenbart sind, Cerium-aktivierte dreiwertige Metalloxyhalogenid-Leuchtstoffe MOX:xCe (worin M mindestens ein dreiwertiges Metall ist, das ausgewählt ist aus der Gruppe, die besteht aus Pr, Nd, Pm, Sm, Eu, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb und Bi; X mindestens ein Halogen ist, das ausgewählt ist aus der Gruppe, die besteht aus Br und I; und x größer als 0 und kleiner als 0,1 ist), die in der japanischen Patentanmeldungs-Offenlegungsschrift Nr. 58-69281 offenbart sind, Cerium-aktivierte Seltenerdoxyhalogenid-Leuchtstoffe LnOX:xCe (worin Ln mindestens ein Seltenerdelement ist, das ausgewählt ist aus der Gruppe, die besteht aus Y, La, Gd und Lu; X mindestens ein Halogen ist, das ausgewählt ist aus der Gruppe, die bestehe aus Cl, Br und I; und x

größer als 0 und gleich oder kleiner als 0,1 ist), die in dem US-Patent Nr. 4,539,137 offenbart sind, und Europium-aktivierte komplexe Halogenid-Leuchtstoffe $M^{II}FXaM^{I}X^{I}bM'^{II}X''_{2}cM^{III}_{3}xA:yEu^{2+}$ (worin M^{II} mindestens ein Erdalkalimetall ist, das ausgewählt ist aus der Gruppe, die besteht aus Be, Sr und Ca; M^{I} mindestens ein Alkalimetall ist, das ausgewählt ist aus der Gruppe, die besteht aus Li, Na, K, Rb und Cs; M'^{II} mindestens ein zweiwertiges Metall ist, das ausgewählt ist aus der Gruppe, die besteht aus Be und Mg; M^{III} mindestens ein dreiwertiges Metall ist, das ausgewählt ist aus der Gruppe, die besteht aus Al, Ga, In und Tl; A mindestens ein Metalloxid ist; X mindestens ein Halogen ist, das ausgewählt ist aus der Gruppe, die besteht aus Cl, Br und I; jedes von X', X'' und X''' mindestens ein Halogen ist, das ausgewählt ist aus der Gruppe, die besteht aus F, Cl, Br und I; a gleich oder größer als 0 und gleich oder kleiner als 2 ist; b gleich oder größer als 0 und gleich oder kleiner als 10^{-2} ist; c gleich oder größer als 0 und gleich oder kleiner als 10^{-2} ist; a + b + c gleich oder größer als 10^{-2} ist; x größer als 0 und gleich oder kleiner als 0,5 ist; und y größer als 0 und gleich oder kleiner als 0,2 ist), die in dem US-Patent Nr. 4,962,047 offenbart sind.

[0025] Die obigen und andere Aufgaben und Merkmale der vorliegenden Erfindung werden aus der folgenden Beschreibung, angefertigt unter Bezugnahme auf die begleitenden Zeichnungen, deutlich werden.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0026] **Fig.** 1 ist eine schematische perspektivische Ansicht, die ein Bildlesegerät zeigt, das eine bevorzugte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist.

[0027] **Fig.** 2 ist eine schematische perspektivische Ansicht, die ein anregbares Leuchtstoff-Flachmaterialelement zeigt.

[0028] **Fig.** 3 ist eine schematische perspektivische Ansicht, die einen Spiegel zeigt.

[0029] **Fig.** 4 ist eine schematische perspektivische Ansicht, die ein optisches Element zeigt.

Beschreibung der bevorzugten Ausführungsformen

[0030] Wie in **Fig.** 1 gezeigt ist, gehört zu einem Bildlesegerät eine erste Anregungslaserstrahl-Quelle **1** zum Emittieren eines Laserstrahls mit einer Wellenlänge von 633 nm, eine zweite Anregungslaserstrahl-Quelle 2 zum Emittieren eines Laserstrahls mit einer Wellenlänge von 532 nm, und eine dritte Anregungslaserstrahl-Quelle **3** zum Emittieren eines Laserstrahls mit einer Wellenlänge von 473 nm. In dieser Anregungsform wird die erste Anregungslaserstrahl-Quelle **1** von einer He-Ne-Laserstrahl-Quelle gebildet, und die zweite Anregungslaserstrahl-Quelle **2** und die dritte Anregungslaserstrahl-Quelle **3** werden von einem Oberwellenerzeugungs-Element gebildet.

[0031] Ein von der ersten Anregungslaserstrahl-Quelle **1** emittierter Laserstrahl **4** geht durch einen Filter **5** hindurch, wodurch Licht in einem Wellenlängenbereich, der einem Wellenlängenbereich angeregter Emission, die von dem anregbaren Leuchtstoff-Flachmaterial auf Anregung durch den Laserstrahl **4** mit einer Wellenlänge von 633 nm hin emittiert wird, entspricht, ausgegrenzt wird. Ein erster Zweifarbenfilter **6** zum Hindurchlassen von Licht mit einer Wellenlänge von 633 nm, der aber Licht mit einer Wellenlänge von 532 nm reflektiert, und ein zweiter Zweifarbenfilter **7** zum Hindurchlassen von Licht mit einer Wellenlänge von länger als 532 nm, der aber Licht mit einer Wellenlänge von 473 nm reflektiert, sind in dem optischen Weg des Laserstrahls **4**, der von der ersten Anregungslaserstrahl-Quelle **1** emittiert wird, vorgesehen. Der Laserstrahl **4**, der von der ersten Anregungslaser-Quelle **1** emittiert und durch den Filter **5** hindurchgelassen wird, tritt durch den ersten Zweifarbenfilter **6** und den zweiten Zweifarbenfilter **7** hindurch. Der Laserstrahl **4**, der von der zweiten Anregungslaserstrahl-Quelle **2** emittiert wird, wird von dem ersten Zweifarbenfilter **6** reflektiert, wodurch er seine Richtung um 90° ändert, und tritt durch den zweiten Zweifarbenfilter **7** hindurch. Der Laserstrahl **4**, der von der dritten Anregungslaserstrahl-Quelle **3** emittiert wird, wird von dem Zweifarbenfilter **7** reflektiert. Der Laserstrahl **4**, der von der unter der ersten Anregungslaserstrahl-Quelle **1**, der zweiten Anregungslaserstrahl-Quelle **2** und der dritten Anregungslaserstrahl-Quelle **3** ausgewählten Quelle emittiert wird, tritt dann in einen Spiegel **8** ein.

[0032] Das Bildlesegerät gemäß dieser Ausführungsform ist so konstruiert, dass es in der Lage ist, ein in einem Gelträger, einem Überführungsträger oder dergleichen aufgezeichnetes Bild eines Fluoreszenzfarbstoffs und ein Strahlungsbild, ein autoradiografisches Bild, ein Röntgendiffraktionsbild oder ein elektronenmikroskopisches Bild eines Gegenstands, aufgezeichnet in einer auf einem anregbaren Leuchtstoff-Flachmaterial ausgebildeten anregbaren Leuchtstoff-Schicht, auszulesen. In **Fig.** 1 gehört zu dem Fluoreszenzbild-Trägerelement **10** eine Glasplatte **11** und ein Übertragungsträger **12**, der auf der Glasplatte **11** angeordnet ist und in dem ein Elektrophoresebild von denaturierter DNA, die mit Fluoreszenzfarbstoff markiert ist, aufgezeichnet wird.

[0033] Das Elektrophoresebild von denaturierter DNA, die mit Fluoreszenzfarbstoff markiert ist, wird in dem Übertragungsträger **12** beispielsweise auf die folgende Weise aufgezeichnet. Zuerst wird eine Mehrzahl von DNA-Fragmenten, die ein spezifisches Gen enthalten, abgetrennt und mittels Elektrophorese auf einem Gelträgermedium verteilt und zur Bildung einzelsträngiger DNA durch Alkalibehandlung denaturiert. Dann werden gemäß dem bekannten Southern-Blotting-Verfahren der Gelträger und ein Übertragungsträger gestapelt, um

mindestens einen Teil der denaturierten DNA-Fragmente auf den Übertragungsträger **12** zu übertragen, und die übertragenen DNA-Fragmente werden an dem Übertragungsträger durch Erhitzen und Bestrahlen mit einer Ultraviolettstrahlung fixiert. Außerdem werden Sonden, hergestellt durch Markieren mit Fluoreszenzfarbstoff von DNA oder RNA, die zu der das spezifische Gen enthaltenden DNA komplementär ist, und die denaturierten DNA-Fragmente auf dem Übertragungsträger **12** durch Erhitzen hybridisiert, um doppelsträngige DNA-Fragmente oder kombinierte DNA und RNA zu bilden. In dieser Ausführungsform werden, da beabsichtigt ist, drei Arten von Ziel-DNA nachzuweisen, drei Arten von Fluoreszenzfarbstoffen, die unterschiedliches Fluoreszenzlicht abgeben, beispielsweise Fluorescein, Rhodamin und Cy-5, verwendet, und zur Herstellung der Sonden wird DNA oder RNA, die komplementär ist zu der DNA, die DNA des spezifischen Gens enthält, damit markiert. Da die denaturierten DNA-Fragmente zu dieser Zeit an dem Übertragungsträger **12** fixiert sind, werden nur die DNA-Fragmente, die zu der Sonden-DNA oder der Sonden-RNA komplementär sind, hybridisiert, um die fluoreszierendmarkierte Sonde anzunehmen. Dann werden die Sonden, die keine Hybride gebildet haben, durch Waschen mit einer geeigneten Lösung entfernt und nur die DNA-Fragmente mit einem spezifischen Gen bilden Hybride mit der fluoreszenzmarkierten DNA oder RNA auf dem Übertragungsträger **12**, um fluoreszenzmarkiert zu werden. Der so erhaltene Übertragungsträger zeichnet ein Elektrophoresebild der mit Fluoreszenzfarbstoff markierten denaturierten DNA auf.

[0034] **Fig.** 2 ist eine schematische perspektivische Ansicht, die ein anregbares Leuchtstoff-Flachmaterialelement **13** zeigt.

[0035] Wenn ein Strahlungsbild oder ein Elektronenstrahlbild, aufgezeichnet in einer auf dem anregbaren Leuchtstoff-Flachmaterial gebildeten anregbaren Leuchtstoff-Schicht, gelesen werden soll, wird das anregbare Leuchtstoff-Flachmaterialelement **13** anstelle des Fluoreszenzbild-Trägerelements **10** eingesetzt. Wie in **Fig.** 2 gezeigt ist, gehört zu dem anregbaren Leuchtstoff-Flachmaterialelement **13** ein anregbares Leuchtstoff-Flachmaterial **15**, das an einer Oberfläche mit einer anregbaren Leuchtstoff-Schicht **14** ausgestattet ist, und eine Magnetschicht (nicht gezeigt) an seiner anderen Oberfläche, und eine Trägerplatte **16** wie eine Aluminiumplatte, an dessen einer Oberfläche ein gummiartiges magnetisches Flachmaterial (nicht gezeigt) haftet. Die Magnetschicht des anregbaren Leuchtstoff-Flachmaterials **15** und das Magnet-Flachmaterial der Trägerplatte **16** werden durch Magnetkraft zusammengehalten und verbunden. In dieser Ausführungsform zeichnet die auf dem anregbaren Leuchtstoff-Material **15** gebildete anregbare Leuchtstoff-Schicht **14** beispielsweise Ortsinformation bezüglich einer in einem Gen enthaltenen radioaktiv markierten Substanz auf, erzeugt nach dem Southern Blot-Hybridisierungsverfahren. Ortsinformation, wie sie hierin begrifflich verwendet wird, umfaßt eine Vielfalt von Information bezüglich des Ortes radioaktiv markierter Substanzen oder von Aggregaten davon, die in einer Probe vorhanden sind, wie den Ort, die Gestalt, die Konzentration, die Verteilung oder Kombinationen davon.

[0036] Die Ortsinformation bezüglich einer radioaktiv markierten Substanz wird in der anregbaren Leuchtstoff-Schicht **14** des anregbaren Leuchtstoff-Flachmaterials **15** beispielsweise in der folgenden Weise gespeichert. Zuerst wird eine Mehrzahl von DNA-Fragmenten, die ein spezifisches Gen enthalten, abgetrennt und mittels Elektrophorese auf einem Gelträgermedium verteilt und durch Alkalibehandlung denaturiert, um Einzelstrang-DNA zu bilden. Dann werden nach dem bekannten Southern Blotting-Verfahren der Gelträger und ein Übertragungsträger wie ein Nitrocellulose-Filter in Schichten angeordnet, um zumindest einen Teil der denaturierten DNA-Fragmente auf den Übertragungsträger zu übertragen, und die übertragenen DNA-Fragmente werden durch Erhitzen auf dem Übertragungsträger fixiert. Außerdem werden Sonden, die hergestellt wurden durch radioaktives Markieren von DNA oder RNA, die zu der das spezifische Gen enthaltenden DNA komplementär ist, und die denaturierten DNA-Fragmente durch Erhitzen hybridisiert, um Doppelstrang-DNA-Fragmente oder kombinierte DNA und RNA zu bilden. Da zu diesem Zeitpunkt die denaturierten DNA-Fragmente auf dem Übertragungsträger fixiert sind, werden nur die DNA-Fragmente, die zu der Sonden-DNA oder der Sonden-RNA komplementär sind, hybridisiert, um die radioaktiv markierte Sonde aufzunehmen. Dann werden die Sonden, die keine Hybride gebildet haben, durch Waschen mit einer geeigneten Lösung entfernt und nur die DNA-Fragmente mit einem spezifischen Gen bilden Hybride mit der radioaktiv markierten DNA oder RNA auf dem Übertragungsträger, um radioaktiv markiert zu werden. Der so erhaltene Übertragungsträger und die anregbare Leuchtstoff-Schicht **14** auf dem anregbaren Leuchtstoff-Flachmaterial **15** werden für eine bestimmte Zeitspanne gestapelt, um die anregbare Leuchtstoff-Schicht **14** zu exponieren, und mindestens ein Teil der von der radioaktiv markierten Substanz auf dem Übertragungsträger emittierten Strahlung wird in der auf dem anregbaren Leuchtstoff-Flachmaterial **15** ausgebildeten anregbaren Leuchtstoff-Schicht **14** absorbiert, wodurch die Ortsinformation bezüglich der radioaktiv markierten Substanz in der Probe in Gestalt eines Bildes in der anregbaren Leuchtstoff-Schicht **14** gespeichert wird.

[0037] Das Bildlesegerät gemäß dieser Ausführungsform ist so konstruiert, dass sowohl das Fluoreszenzbild-Trägerelement **10** als auch das anregbare Leuchtstoff-Flachmaterialelement **13** unbewegt gehalten werden und die gesamte Oberfläche des Übertragungsträgers **12** oder der anregbaren Leuchtstoff-Schicht **14** des anregbaren Leuchtstoff-Flachmaterials **15** mit einem Laserstrahl **4** durch Bewegen eines Optikkopfes **19**, der mit einem Spiegel **17**, der in seiner Mitte mit einer Öffnung **17a** ausgebildet ist, und einer konvexen Linse **18** zum Bündeln eines Laserstrahls **4** auf den Bildträger ausgestattet ist, abgetastet werden kann. Von dem Über-

tragungsträger **12** abgegebenes Fluoreszenzlicht oder von dem anregbaren Leuchtstoff-Flachmaterial **15** abgegebene angeregte Emission wird von dem Spiegel **17** reflektiert und durch zwei Photomultiplier **20**, **21**, deren Empfindlichkeitseigenschaften voneinander verschieden sind, nachgewiesen.

[0038] **Fig.** 3 ist eine schematische perspektivische Ansicht, die den Spiegel **17** zeigt. Wie in **Fig.** 3 gezeigt ist, ist die Öffnung **17a** im Wesentlichen im Zentrum des Spiegels **17** ausgebildet. Der Durchmesser der Öffnung **17a** ist so bestimmt, dass sie einen Laserstrahl **4**, der von der ersten Anregungslaserstrahl-Quelle **1**, der zweiten Anregungslaserstrahl-Quelle **2** oder der dritten Anregungslaserstrahl-Quelle **3** emittiert wird, hindurch läßt, aber Fluoreszenzlicht von dem Übertragungsträger **12** oder angeregte Emission von dem anregbaren Leuchtstoff-Flachmaterial **15** so gut wie möglich reflektiert.

[0039] Wie in **Fig.** 1 gezeigt ist, tritt der von dem Spiegel **8** reflektierte Laserstrahl **4** in den Optikkopf **19** ein und tritt durch die Öffnung **17a** des Spiegels **17** hindurch. Der Laserstrahl **4** wird dann mittels der konvexen Linse **18** auf die Oberfläche des Übertragungsträgers **12** oder des anregbaren Leuchtstoff-Flachmaterials **15** gebündelt, wodurch er den Fluoreszenzfarbstoff oder den anregbaren Leuchtstoff anregt. Fluoreszenzlicht von dem Übertragungsträger **12** oder angeregte Emission von dem anregbaren Leuchtstoff-Flachmaterial **15** wird von der konvexen Linse **18** in paralleles Licht umgewandelt, von dem Spiegel **17** in die der ersten Anregungslaserstrahl-Quelle **1**, der zweiten Anregungslaserstrahl-Quelle **2** und der dritten Anregungslaserstrahl-Quelle **3** entgegengesetzte Richtung reflektiert, um zu einem trigonalen Prisma **22** geleitet zu werden. Das Fluoreszenzlicht oder die angeregte Emission wird von dem trigonalen Prisma in zwei Richtungen reflektiert und zu dem ersten Photomultiplier **20** und dem zweiten Photomultiplier **21** geleitet. Der erste Photomultiplier **20** enthält ein Bialkalimaterial auf der Basis der Verbindung K_2CsSb, hergestellt durch Aktivierung mit Sauerstoff und Cäsium, und kann Licht mit einer Wellenlänge von 200 nm bis 650 nm mit hoher Empfindlichkeit nachweisen. Der zweite Photomultiplier **21** enthält ein Bialkalimaterial auf der Basis der Verbindung Na_2KSb, hergestellt durch Aktivierung mit einer kleinen Menge an Cäsium, und kann Licht mit einer Wellenlänge von 200 nm bis 850 nm mit hoher Empfindlichkeit nachweisen. Da zwei Photomultiplier **20**, **21**, die Licht unterschiedlicher Wellenlängen mit hoher Empfindlichkeit nachweisen können, vorgesehen sind, kann der erste Photomultiplier **20** oder der zweite Photomultiplier **21** selektiv verwendet werden, um Licht entsprechend der Wellenlänge des nachzuweisenden Lichts fotoelektrisch nachzuweisen, und das so erzeugte elektrische Signal kann als Bilddaten verwendet werden, wodurch die Empfindlichkeit des Bildlesegeräts verbessert wird.

[0040] Wie in **Fig.** 1 gezeigt ist, sind vor dem ersten Photomultiplier **20** und dem zweiten Photomultiplier **21** ein erstes Filterglied **23** und ein zweites Filterglied **24** angeordnet. Das erste Filterglied **23** wird von einer drehbaren Scheibe, die mit drei Filtern **23a**, **23b** und **23c** ausgestattet ist, gebildet. Der Filter **23a** wird zum Lesen von Fluoreszenzlicht verwendet, das von in dem Übertragungsträger **12** enthaltenem Fluoreszenzfarbstoff abgegeben wird, wenn er unter Verwendung der dritten Anregungslaserstrahl-Quelle **3** angeregt wird, und hat die Eigenschaft, Licht mit einer Wellenlänge von 473 nm auszugrenzen, aber Licht mit einer Wellenlänge von länger als 473 nm durchzulassen. Der Filter **23b** wird zum Lesen von Fluoreszenzlicht verwendet, das von in dem Übertragungsträger **12** enthaltenem Fluoreszenzfarbstoff abgegeben wird, wenn er unter Verwendung der zweiten Anregungslaserstrahl-Quelle **2** angeregt wird, und hat die Eigenschaft, Licht mit einer Wellenlänge von 532 nm auszugrenzen, aber Licht mit einer Wellenlänge von länger als 532 nm durchzulassen. Der Filter **23c** wird zum Lesen von angeregter Emission verwendet, die von dem anregbaren Leuchtstoff-Flachmaterial **15** abgegeben wird, wenn der in der anregbaren Leuchtstoff-Schicht **14**, die auf dem anregbaren Leuchtstoff-Flachmaterial **15** ausgebildet ist, enthaltene Leuchtstoff unter Verwendung der ersten Anregungslaserstrahl-Quelle **1** angeregt wird, und hat die Eigenschaft, nur Licht des Wellenlängenbereichs der angeregten Emission, die von dem anregbaren Leuchtstoff abgegeben wird, hindurch zu lassen und grenzt Licht mit einer Wellenlänge von 633 nm aus. Das zweite Filterglied **24** wird von einer drehbaren Scheibe, die mit zwei Filtern **24a** und **24b** ausgestattet ist, gebildet. Der Filter **24a** wird zum Lesen von Fluoreszenzlicht verwendet, das von in dem Übertragungsträger **12** enthaltenem Fluoreszenzfarbstoff abgegeben wird, wenn er unter Verwendung der ersten Anregungslaserstrahl-Quelle **1** angeregt wird, und hat die Eigenschaft, Licht mit einer Wellenlänge von 633 nm auszugrenzen, aber Licht mit einer Wellenlänge von länger als 633 nm durchzulassen. Der Filter **24b** wird zum Lesen von Fluoreszenzlicht verwendet, das von in dem Übertragungsträger **12** enthaltenem Fluoreszenzfarbstoff abgegeben wird, wenn er unter Verwendung der zweiten Anregungslaserstrahl-Quelle **2** angeregt wird, und hat die Eigenschaft, Licht mit einer Wellenlänge von 532 nm auszugrenzen, aber Licht mit einer Wellenlänge von länger als 532 nm durchzulassen. Daher ist es entsprechend der zur Anregung eines Fluoreszenzfarbstoffs oder eines anregbaren Leuchtstoffs, nämlich der Art des Bildträgers und der Art von Fluoreszenzfarbstoff, zu verwendenden Anregungslaserstrahl-Quelle möglich, durch selektives Verwenden der Photomultiplier **20**, **21**, der Filter **23a**, **23b**, **23c** und der Filter **24a**, **24b** nur nachzuweisendes Licht mit hoher Empfindlichkeit nachzuweisen. Das erste Filterglied **23** und das zweite Filterglied **24** können mittels eines ersten Motors **25** bzw. des zweiten Motors **26** gedreht werden.

[0041] **Fig.** 4 ist eine schematische perspektivische Ansicht, die ein mit dem Optikkopf **19** ausgestattetes optisches Element zeigt.

[0042] Wie in **Fig.** 4 gezeigt ist, gehört zu dem optischen Element **27** eine Grundplatte **29**, die von einem

Sub-Abtastmotor **28** in eine in **Fig.** 4 durch Y angegebene Sub-Abtastrichtung bewegbar ist, ein auf der Grundplatte befestigter Haupt-Abtastmotor **30**, ein an der Antriebswelle **31** des Haupt-Abtastmotors **30** befestigtes Rotationsantriebsglied **32**, ein angetriebenes Rotationsglied **33**, ein um das Rotationsantriebsglied **32** und das angetriebene Rotationsglied **33** gewickelter Draht **34**, eine Optikkopf-Plattform **36**, an der die Enden des Drahts **34** befestigt sind und die in einer in **Fig.** 4 durch X angegebenen Haupt-Abtastrichtung bewegbar ist, während sie durch Führungsschienen **35** geführt wird, und der an der Optikkopf-Plattform **36** befestigte Optikkopf **19**. Eine Gewindestange **37** ist an der Antriebswelle (nicht gezeigt) des Sub-Abtastmotors **28** befestigt, und die Grundplatte **29** kann in die Sub-Abtastrichtung bewegt werden, wenn sich der Sub-Abtastmotor **28** dreht. Der erste Photomultiplier **20**, der zweite Photomultiplier **21**, das erste Filterglied **23**, das zweite Filterglied **24**, der erste Motor **25** und der zweite Motor **26** sind auf der Grundplatte **29** befestigt.

[0043] Bei dem Bildlesegerät gemäß dieser Ausführungsform wird das von dem ersten Photomultiplier **20** und dem zweiten Photomultiplier **21** fotoelektrisch nachgewiesene Licht in ein elektrisches Signal umgewandelt, von einem Verstärker **38** mit einem vorbestimmten Verstärkungsfaktor verstärkt, um ein elektrisches Signal einer vorbestimmten Höhe zu erzeugen und dann in einen Wechselstrom/Gleichstrom-Umwandler **39** eingegeben. Das elektrische Signal wird in dem Wechselstrom/Gleichstrom-Umwandler **39** mit einem für die Signalschwankungsbreite geeigneten Maßstabsfaktor in ein digitales Signal umgewandelt und in einen Linienpuffer **40** eingegeben. Der Linienpuffer **40** speichert zeitweilig die einer Abtastlinie entsprechenden Bilddaten. Wenn die einer Abtastlinie entsprechenden Bilddaten in der oben beschriebenen Weise in dem Linienpuffer **40** gespeichert worden sind, gibt der Linienpuffer **40** die Daten an einen Übermittlungspuffer **41** aus, dessen Kapazität größer ist als diejenige des Linienpuffers **40**, und wenn der Übermittlungspufer **41** eine vorbestimmte Menge der Bilddaten gespeichert hat, gibt er die Bilddaten an eine Bildverarbeitungsvorrichtung **42** aus. Die in die Bildverarbeitungsvorrichtung **42** eingegebenen Bilddaten werden in einer Bilddaten-Speichereinrichtung (nicht gezeigt) gespeichert. Die Bilddaten werden aus der Bilddaten-Speichereinrichtung ausgelesen, nach Bedarf einer Bildbearbeitung unterzogen und als ein visuelles Bild auf einer Anzeigeeinrichtung wie einer CRT (nicht gezeigt) angezeigt oder mittels einer Bildanalysevorrichtung (nicht gezeigt) analysiert.

[0044] Wie in **Fig.** 1 gezeigt ist, gehört zu dem Bildlesegerät gemäß dieser Ausführungsform außerdem ein Steuerelement **43** und eine Eingabeeinrichtung **44** mit einer Tastatur und dergleichen. Wenn ein in dem Übertragungsträger aufgezeichnetes Fluoreszenzbild gelesen werden soll, gibt eine Bedienungsperson die in dem Übertragungsträger **12** enthaltene Art von Fluoreszenzfarbstoff mittels der Eingabeeinrichtung **44** ein, und wenn ein in der anregbaren Leuchtstoff-Schicht **14**, die auf dem anregbaren Leuchtstoff-Flachmaterial **15** ausgebildet ist, aufgezeichnetes Strahlungsbild gelesen werden soll, gibt die Bedienungsperson mittels der Eingabeeinrichtung **44** ein, dass der Bildträger ein anregbares Leuchtstoff-Flachmaterial ist. Als ein Ergebnis wählt das Steuerelement **43** automatisch eine aus der ersten Anregungslaserstrahl-Quelle **1**, der zweiten Anregungslaserstrahl-Quelle **2** und der dritten Anregungslaserstrahl-Quelle **3**, und wählt auch einen der Filter **23a**, **23b**, **23c**, **24a** und **24b**. Dann beginnt das Bildlesegerät mit dem Lesen eines Bilds.

[0045] **Fig.** 1 zeigt ein Beispiel, in dem ein in dem Übertragungsträger **12** aufgezeichnetes Fluoreszenzfarbstoff-Bild gelesen werden soll. In dem Fall, in dem das Fluoreszenzfarbstoff-Bild gelesen werden soll, wird die Art von Fluoreszenzfarbstoff von der Bedienungsperson mittels der Eingabeeinrichtung **44** eingegeben und das Steuerelement **43** wählt entsprechend dem Eingabeanweisungssignal den ersten Photomultiplier **20** oder den zweiten Photomultiplier **21** und steuert den ersten Motor **25** oder den zweiten Motor **26** an, um das erste Filterglied **23** oder das zweite Filterglied **24** zu drehen, so dass einer der Filter **23a**, **23b** und **23c** vor dem ersten Photolmultiplier **20** angeordnet wird oder dass einer der Filter **24a** und **24b** vor dem zweiten Photomultiplier **21** angeordnet wird. Das Steuerelement **43** aktiviert dann eine Quelle unter der ersten Anregungslaserstrahl-Quelle **1**, der zweiten Anregungslaserstrahl-Quelle **2** und der dritten Anregungslaserstrahl-Quelle **3**. Ein von der ausgewählten Quelle unter der ersten Anregungslaserstrahl-Quelle **1**, der zweiten Anregungslaserstrahl-Quelle **2** und der dritten Anregungslaserstrahl-Quelle **3** emittierter und von dem Spiegel **8** reflektierter Laserstrahl **4** geht durch die Öffnung **17a** des Spiegels **17** hindurch und wird durch die konvexe Linse **18** auf der Oberfläche des Übertragungsträgers **12** auf der Glasplatte **11** gebündelt. Als ein Ergebnis wird in dem Übertragungsträger **12** enthaltener Fluoreszenzfarbstoff angeregt, um Fluoreszenzlicht abzugeben.

[0046] Das Fluoreszenzlicht, das von dem in dem Übertragungsträger **12** enthaltenen Fluoreszenzfarbstoff abgegeben wird, wird von der konvexen Linse **18** in paralleles Licht umgewandelt und von dem Spiegel **17** in die der ersten Anregungslaserstrahl-Quelle **1**, der zweiten Anregungslaserstrahl-Quelle **2** und der dritten Anregungslaserstrahl-Quelle **3** entgegengesetzte Richtung reflektiert. Das Fluoreszenzlicht trifft auf das trigonale Prisma **22** auf und wird in zwei Richtungen reflektiert.

[0047] In dieser Ausführungsform werden DNA-Fragmente des Ziel-Gens mit drei Arten von Fluoreszenzfarbstoff, nämlich Florescein, Rhodamin B und Cy-5, markiert und es wird ein Fluoreszenzbild aufgezeichnet. Wenn die Fluoreszenzbilder von DNA-Fragmenten des Ziel-Gens; die mit Cy-5, Rhodamin B und Fluorescein markiert sind, in dieser Reihenfolge gelesen werden, gibt die Bedienungsperson über die Eingabeeinrichtung **44** eine Anweisung ein, die fordert, dass die Fluoreszenzbilder nacheinander gelesen werden und die Arten von Fluoreszenzfarbstoff nacheinander gelesen werden.

[0048] Wenn derartige Anweisungssignale über die Eingabeeinrichtung **44** eingegeben werden gibt das Steuerelement **43** an den zweiten Motor **26** ein Antriebssignal aus, das zweite Filterglied **24** zu drehen, so dass der Filter **24a** vor der lichtempfangenden Oberfläche des zweiten Photomultipliers **21** angeordnet wird. Das Steuerelement **43** aktiviert dann die erste Anregungslaserstrahl-Quelle **1**. Als ein Ergebnis wird von der ersten Anregungslaserstrahl-Quelle **1** ein Laserstrahl **4** mit einer Wellenlänge von 633 nm emittiert und geht durch die Zweifarbenspiegel **6**, **7** hindurch. Der Laserstrahl **4** wird dann von dem Spiegel **8** reflektiert und tritt in den Optikkopf **19** ein. Der in den Optikkopf **19** eintretende Laserstrahl **4** geht durch die Öffnung **17a** des Spiegels **17** hindurch und wird von der konvexen Linse **18** auf dem Übertragungsträger **12** gebündelt. Da der Optikkopf **19** von dem Haupt-Abtastmotor **30** in der in den **Fig.** 1 und 4 durch X angegebenen Haupt-Abtastrichtung bewegt wird, während die Grundplatte **29**, auf der der Optikkopf **19** befestigt ist, von dem Sub-Abtastmotor **28** in der in den **Fig.** 1 und 4 durch Y angegebenen Sub-Abtastrichtung bewegt wird, wird die gesamte Oberfläche des Übertragungsträgers **12** mit dem Laserstrahl **4** mit einer Wellenlänge von 633 nm abgetastet. Als ein Ergebnis wird in dem Übertragungsträger **32** enthaltenes Cy-5 angeregt, um Fluoreszenzlicht, dessen Spitzenwellenlänge 667 nm ist, abzugeben.

[0049] Das Fluoreszenzlicht, das von in dem Übertragungsträger **12** enthaltenem Cy-5 abgegeben wird, wird von dem Spiegel **17** reflektiert und außerdem von dem trigonalen Spiegel **22** in zwei Richtungen reflektiert, um von dem ersten Photomultiplier **20** und dem zweiten Photomultiplier **21** fotoelektrisch nachgewiesen zu werden.

[0050] Wenn ein Anweisungssignal, das fordert, dass das Bild des Fluoreszenzfarbstoffs Cy-5 zuerst gelesen wird, über die Eingabeeinrichtung **44** eingegeben worden ist, gibt das Steuerelement **43** nur ein elektrisches Signal, das erzeugt wurde durch fotoelektrisches Nachweisen des Fluoreszenzlichts durch den zweiten Photomultiplier **21**, über den Verstärker **38** und den Wechselstrom/ Gleichstrom-Umwandler **39** an den Linienpuffer **40** weiter, und Bilddaten, die einer Abtastlinie entsprechen, werden in dem Linienpuffer gespeichert. Wenn die einer Abtastlinie entsprechenden Bilddaten in dem Linienpuffer **40** gespeichert worden sind, werden die Bilddaten aus dem Linienpuffer **40** an den Übermittlungspuffer **41** ausgegeben.

[0051] Die Bilddaten, die erhalten wurden durch Nachweisen des von Cy-5 abgegebenen Fluoreszenzlichts, werden von dem Übermittlungspuffer **41** an die Bildverarbeitungsvorrichtung **42** ausgegeben und ein sichtbares Bild wird auf einer Anzeigeeinrichtung wie einer CRT angezeigt. Das so angezeigte Bild enthält das Bild von mit Cy-5 markierter DNA, und die auf diese Weise erzeugten Bilddaten werden in einer Bilddaten-Speichereinrichtung (nicht gezeigt) gespeichert oder von einer Bildanalysevorrichtung (nicht gezeigt) analysiert.

[0052] Wenn die Anregung durch die erste Anregungslaserstrahl-Quelle **1** beendet ist gibt das Steuerelement **43** ein Antriebssignal an den Sub-Abtastmotor **28** aus, die Grundplatte **29** in ihre Ausgangsstellung zurückzubringen, und gibt ein Antriebssignal an den Haupt-Abtastmotor **30** aus, den Optikkopf **19** in seine Ausgangsstellung zurückzubringen. Das Steuerelement **43** gibt dann ein Antriebssignal an den ersten Motor **25** aus, das erste Filterglied **23** zu drehen, so dass der Filter **23b** vor der lichtempfangenden Oberfläche des ersten Photomultipliers **21** angeordnet wird, und aktiviert die zweite Anregungslaserstrahl-Quelle **2**. Als ein Ergebnis wird von der zweiten Anregungslaserstrahl-Quelle **2** ein Laserstrahl **4** mit einer Wellenlänge von 532 nm emittiert und von dem Zweifarbenspiegel **6** reflektiert. Nachdem der Laserstrahl **4** durch den Zweifarbenspiegel **7** hindurchgetreten ist, wird er von dem Spiegel **8** dann reflektiert und trifft in den Optikkopf **19** ein. Der in den Optikkopf eintretende Laserstrahl **4** tritt durch die Öffnung **17a** des Spiegels **17** hindurch und wird von der konvexen Linse **18** auf dem Übertragungsträger **12** gebündelt. Da der Optikkopf **19** von dem Haupt-Abtastmotor **30** in der in den **Fig.** 1 und 4 mit X bezeichneten Haupt-Abtastrichtung bewegt wird, während die Grundplatte **29**, auf der der Optikkopf **19** befestigt ist, von dem Sub-Abtastmotor **28** in der in den **Fig.** 1 und 4 mit Y bezeichneten Sub-Abtastrichtung bewegt wird, wird die gesamte Oberfläche des Übertragungsträgers **12** mit dem Laserstrahl **4** mit einer Wellenlänge von 532 nm abgetastet. Als ein Ergebnis wird in dem Übertragungsträger **12** enthaltenes Rhodamin B angeregt, um Fluoreszenzlicht abzugeben, dessen Spitzenwellenlänge 605 nm beträgt.

[0053] Das Fluoreszenzlicht, das von in dem Übertragungsträger **12** enthaltenem Rhodamin B abgegeben wird, wird von dem Spiegel **17** reflektiert und außerdem von dem trigonalen Spiegel **22** in zwei Richtungen reflektiert, um durch den ersten Photomultiplier **20** und den zweiten Photomultiplier **21** fotoelektrisch nachgewiesen zu werden.

[0054] Wenn ein Anweisungssignal, das fordert, dass das Bild des Fluoreszenzfarbstoffs Rhodamin B nach dem Lesen des Fluoreszenzbildes von Cy-5 gelesen werden soll, über die Eingabeeinrichtung **44** eingegeben worden ist, gibt das Steuerelement **43** nur ein elektrisches Signal, das durch fotoelektrisches Nachweisen des Fluoreszenzlichts durch den ersten Photomultiplier **20** erzeugt wurde, über den Verstärker **38** und den Wechselstrom/Gleichstrom-Umwandler **39** an den Linienpuffer **40** weiter, und Bilddaten, die einer Abtastlinie entsprechen, werden in dem Linienpuffer **40** gespeichert. Wenn die Bilddaten, die einer Abtastlinie entsprechen, in dem Linienpuffer **40** gespeichert worden sind, werden die Bilddaten von dem Linienpuffer **40** an den Übermittlungspuffer **41** ausgegeben.

[0055] Die Bilddaten, die durch Nachweisen des von Rhodamin B abgegeben Fluoreszenzlichts erhalten wur-

den, werden von dem Übermittlungspuffer **41** an die Bildverarbeitungsvorrichtung **42** ausgegeben und es wird ein visuelles Bild auf einer Anzeigeeinrichtung wie einer CRT angezeigt. Das so angezeigte Bild enthält das Bild von mit Rhodamin B markierter DNA, und die auf diese Weise erzeugten Bilddaten werden in einer Bilddaten-Speichereinrichtung (nicht gezeigt) gespeichert oder durch eine Bildanalysevorrichtung (nicht gezeigt) analysiert.

[0056] Wenn die Anregung durch die zweite Anregungslaserstrahl-Quelle **2** beendet ist, gibt das Steuerelement **43** ein Antriebssignal an den Sub-Abtastmotor **28** aus, die Grundplatte **29** in ihre Ausgangsstellung zurückzubringen, und gibt ein Antriebssignal an den Haupt-Abtastmotor **30** aus, den Optikkopf **19** in seine Ausgangsstellung zurückzubringen. Dann gibt das Steuerelement **43** ein Antriebssignal an den ersten Motor **25** aus, das erste Filterglied **23** zu drehen, so dass der Filter **23a** vor der lichtempfangenden Oberfläche des ersten Photomultipliers **20** angeordnet wird, und aktiviert die dritte Anregungslaserstrahl-Quelle **3**. Als ein Ergebnis wird von der dritten Anregungslaserstrahl-Quelle **3** ein Laserstrahl **4** mit einer Wellenlänge von 473 nm emittiert und von dem Zweifarbenspiegel **7** reflektiert. Dann wird der Laserstrahl **4** von dem Spiegel **8** reflektiert und tritt in den Optikkopf **19** ein. Der in den Optikkopf **19** eintretende Laserstrahl **4** tritt durch die Öffnung **17a** des Spiegels **17** hindurch und wird von der konvexen Linse **18** auf dem Übertragungsträger **12** gebündelt. Da der Optikkopf **19** von dem Haupt-Abtastmotor **30** in der in den **Fig.** 1 und 4 mit X bezeichneten Haupt-Abtastrichtung bewegt wird, während die Grundplatte **29**, auf der der Optikkopf **19** befestigt ist, von dem Sub-Abtastmotor **28** in der in den **Fig.** 1 und 4 mit Y bezeichneten Sub-Abtastrichtung bewegt wird, wird die gesamte Oberfläche des Übertragungsträgers **12** von dem Laserstrahl **4** mit einer Wellenlänge von 473 nm abgetastet. Als ein Ergebnis wird in dem Übertragungsträger **12** enthaltenes Fluorescein angeregt, um Fluoreszenzlicht abzugeben, dessen Spitzenwellenlänge 530 nm beträgt. In dieser Ausführungsform ist, da der Fluoreszenzfarbstoff unter Verwendung der dritten Anregungslaserstrahl-Quelle **3** angeregt wurde, um einen Laserstrahl **4** mit einer Wellenlänge von 473 nm zu emittieren, die Stärke des Anregungsstrahls höher als die von einer LED emittierte, und daher ist es möglich, aus dem Fluoreszenzfarbstoff eine ausreichend große Menge Fluoreszenzlicht zu erzeugen.

[0057] Das Fluoreszenzlicht, das von in dem Übertragungsträger **12** enthaltenem Fluorescein abgegeben wird, wird von dem Spiegel **17** reflektiert und außerdem von dem trigonalem Spiegel **22** in zwei Richtungen reflektiert, um von dem ersten Photomultiplier **20** und dem zweiten Photomultiplier **21** fotoelektrisch nachgewiesen zu werden.

[0058] Wenn ein Anweisungssignal, das fordert, dass das Bild des Fluoreszenzfarbstoffs Fluorescein zuletzt gelesen werden soll, über die Eingabeeinrichtung **44** eingegeben worden ist, gibt das Steuerelement **43** nur ein elektrisches Signal, das durch fotoelektrisches Nachweisen des Fluoreszenzlichtes durch den ersten Photomultiplier **20** erzeugt wurde, über den Verstärker **38** und den Wechselstrom/Gleichstrom-Umwandler **39** an den Linienpuffer **40** weiter, und in dem Linienpuffer **40** werden Bilddaten, die einer Abtastlinie entsprechen, gespeichert. Wenn die Bilddaten, die einer Abtastlinie entsprechen, in dem Linienpuffer **40** gespeichert sind, werden die Bilddaten von dem Linienpuffer **40** an den Übermittlungspuffer **41** ausgegeben.

[0059] Die Bilddaten, die durch Nachweisen des von Fluorescein abgegebenen Fluoreszenzlichts erhalten wurden, werden von dem Übermittlungspuffer **41** an die Bildverarbeitungsvorrichtung **42** ausgegeben, und ein visuelles Bild wird auf einer Anzeigeeinrichtung wie einer CRT angezeigt. Das so angezeigte Bild enthält das Bild von mit Fluorescein markierter DNA, und die auf diese Weise erzeugten Bilddaten werden in einer Bilddaten-Speichereinrichtung (nicht gezeigt) gespeichert oder durch eine Bildanalysevorrichtung (nicht gezeigt) analysiert.

[0060] Andererseits wird, wenn ein Strahlungsbild, ein autoradiografisches Bild, ein Röntgendiffraktionsbild oder ein elektronenmikroskopisches Bild eines Gegenstands, das in einer anregbaren Leuchtstoff-Schicht **14** des anregbaren Leuchtstoff-Flachmaterials **15** aufgezeichnet ist, ausgelesen wird, anstelle des Fluoreszenzbild-Trägerelements **10**, das in **Fig.** 2 gezeigte anregbare Leuchtstoff-Flachmaterialelement **13** in das Bildlesegerät eingesetzt, und das anregbare Leuchtstoff-Flachmaterial **15**, das mit der anregbaren Leuchtstoff-Schicht **14**, die Ortsinformation bezüglich einer in einem Gen enthaltenen radioaktiv markierten Substanz, erzeugt durch das Southern Blot-Hybridisierungsverfahren, aufzeichnet, ausgebildet ist, wird mit dem Laserstrahl **4** abgetastet.

[0061] Wenn ein Strahlungsbild aus dem anregbaren Leuchtstoff-Flachmaterial **15**, das Ortsinformation bezüglich einer radioaktiv markierten Substanz in einer Probe aufzeichnet, gelesen wird, gibt die Bedienungsperson eine Anweisung ein, dass der Bildträger ein anregbares Leuchtstoff-Flachmaterial **15** ist. Als ein Ergebnis gibt das Steuerelement **43** ein Antriebssignal an den ersten Motor **25** aus, das erste Filterglied **23** zu drehen, so dass der Filter **23c** vor der lichtempfangenden Oberfläche des ersten Photomultipliers **20** angeordnet wird. Dann aktiviert das Steuerelement **43** die erste Anregungslaserstrahl-Quelle **1**. Als ein Ergebnis tritt ein von der ersten Anregungslaserstrahl-Quelle **1** emittierter Laserstrahl durch die Öffnung **17a**, die in dem Spiegel **17** des Optikkopfs **19** ausgebildet ist, hindurch und wird von der konvexen Linse **18** auf der Oberfläche der anregbaren Leuchtstoff-Schicht **14**, die auf dem anregbaren Leuchtstoff-Flachmaterial **15** ausgebildet ist, gebündelt, wodurch die Oberfläche der anregbaren Leuchtstoff-Schicht **14** in der gleichen Weise wie der Übertragungsträger

12 mit dem Laserstrahl **4** mit einer Wellenlänge von 633 nm abgetastet wird und der in der anregbaren Leuchtstoff-Schicht **14** enthaltene anregbare Leuchtstoff von dem Laserstrahl **4** angeregt wird, um angeregte Emission abzugeben. Die angeregte Emission wird durch die konvexe Linse **18** in paralleles Licht umgewandelt und von dem Spiegel **17** reflektiert, um entlang des Weges, der von demjenigen der Anregungslaserstrahl-Quelle zu dem anregbaren Leuchtstoff-Flachmaterial **15** verschieden ist, zu dem trigonalem Prisma **22** geleitet zu werden. Die angeregte Emission wird außerdem von. dem trigonalen Prisma **22** in zwei Richtungen reflektiert und durch den ersten Photomultiplier **20** und den zweiten Photomultiplier **21** fotoelektrisch nachgewiesen.

[0062] Wenn die Anweisung, dass der Bildträger ein anregbaren Leuchtstoff **15** ist, über die Eingabeeinrichtung **44** eingegeben worden ist, gibt das Steuerelement **43** nur ein elektrisches Signal, das durch fotoelektrisches Nachweisen der angeregten Emission durch den ersten Photomultiplier **20** erzeugt wurde, über den Verstärker **38** und den Wechselstrom/Gleichstrom-Umwandler **39** an den Linienpuffer **40** weiter, und einer Abtastlinie entsprechende Bilddaten werden in dem Linienpuffer **40** gespeichert. Wenn die Bilddaten, die einer Abtastlinie entsprechen, in dem Linienpuffer **40** gespeichert sind, werden die Bilddaten aus dem Linienpuffer **40** an den Übermittlungspuffer **41** ausgegeben.

[0063] Die Bilddaten, die erhalten wurden durch Nachweisen der von dem in der anregbaren Leuchtstoff-Schicht **14**, die auf dem anregbaren Leuchtstoff-Flachmaterial **15** ausgebildet ist, enthaltenen anregbaren Leuchtstoff abgegebenen angeregten Emission werden von dem Übermittlungspuffer **41** an die Bildverarbeitungsvorrichtung **42** ausgegeben, und auf einer Anzeigeeinrichtung wie einer CRT wird ein visuelles Bild angezeigt. Das so angezeigte Bild enthält das Bild von mit der radioaktiv markierten Substanz markierter DNA, und die auf diese Weise erzeugten Bilddaten werden in einer Bilddaten-Speichereinrichtung (nicht gezeigt) gespeichert oder durch eine Bildanalysevorrichtung (nicht gezeigt) analysiert.

[0064] Gemäß der oben beschriebenen Ausführungsform tritt der von der ersten Anregungslaserstrahl-Quelle **1**, der zweiten Anregungslaserstrahl-Quelle **2** oder der dritten Anregungslaserstrahl-Quelle **3** emittierte Laserstrahl **4** durch die in dem Spiegel **17** des Optikkopfs **19** ausgebildete Öffnung **17a** hindurch und wird von der konvexen Linse **18** auf der Oberfläche des Übertragungsträgers **12** oder der anregbaren Leuchtstoff-Schicht **14** gebündelt. Die Oberfläche des Übertragungsträgers **12** oder der anregbaren Leuchtstoff-Schicht **14** wird durch Bewegen des Optikkopfes **19** sowohl in die Haupt-Abtastrichtung als auch die Sub-Abtastrichtung mit dem Laserstrahl **4** abgetastet, wodurch von dem Übertragungsträger **12** oder der anregbaren Leuchtstoff-Schicht **14** Fluoreszenzlicht oder eine angeregte Emission abgegeben wird. Das Fluoreszenzlicht oder die angeregte Emission wird von dem Spiegel **17** in die Richtung reflektiert, die der ersten Anregungslaserstrahl-Quelle **1**, der zweiten Anregungslaserstrahl-Quelle **2** und der dritten Anregungslaserstrahl-Quelle **3** entgegengesetzt ist und durch den ersten Photomultiplier **20** und den zweiten Photomultiplier **21** fotoelektrisch nachgewiesen. Daher kann gemäß dieser Ausführungsform selbst wenn das zweite Oberschwingungs-Erzeugungselement, das zur Emission eines Anregungsstrahls mit hoher Stärke in der Lage ist, anstelle einer LED als die zweite Anregungslaserstrahl-Quelle **2** oder die dritte Anregungslaserstrahl-Quelle **3** verwendet wird, die Oberfläche des Übertragungsträgers **12** oder der anregbaren Leuchtstoff-Schicht **14** mit dem Laserstrahl **4** mit einer einfachen Konstruktion und mit einer hohen Geschwindigkeit abgetastet werden, und daher kann die Nachweisempfindlichkeit merklich verbessert werden. Außerdem ist es, da ein in dem Übertragungsträger **12** enthaltener Fluoreszenzfarbstoff unter Verwendung der ersten Anregungslaserstrahl-Quelle **1** zum Emittieren eines Laserstrahls **4** mit einer Wellenlänge von 633 nm, der zweiten Anregungslaserstrahl-Quelle **2** zum Emittieren eines Laserstrahls **4** mit einer Wellenlänge von 532 nm und der dritten Anregungslaserstrahl-Quelle **3** zum Emittieren eines Laserstrahls **4** mit einer Wellenlänge von 473 nm angeregt wird und ein in dem Übertragungsträger **12** aufgezeichnetes Fluoreszenzbild durch ein einziges Bildlesegerät gelesen wird, möglich, eine Probe mit einem Fluoreszenzfarbstoff, der mit einem Laserstrahl **4** mit einer Wellenlänge von 633 nm anregbar ist, einem Fluoreszenzfarbstoff, der mit einem Laserstrahl **4** mit einer Wellenlänge von 532 anregbar ist, und einem Fluoreszenzfarbstoff, der mit einem Laserstrahl **4** mit einer Wellenlänge von 473 nm anregbar ist, zu markieren, und der Nutzen des Fluoreszenz-Nachweissystems kann verbessert werden.

[0065] Außerdem kann sowohl das Elektrophoresebild von DNA, das mit Fluoreszenzfarbstoff markiert und in dem Übertragungsträger **32** aufgezeichnet ist, als auch das Elektrophoresebild von DNA, das mit der radioaktiv markierten Substanz markiert ist und in der auf dem anregbaren Leuchtstoff-Flachmaterial **42** ausgebildeten anregbaren Leuchtstoff-Schicht **41** aufgezeichnet ist, mit einem einzigen Bildlesegerät gelesen werden. Die Effizienz ist daher hoch. Außerdem können, da der erste Photomultiplier **20** und der zweite Photomultiplier **21**, die sich in der Empfindlichkeit unterscheiden, vorgesehen sind, Fluoreszenzlicht und angeregte Emission mit hoher Empfindlichkeit nachgewiesen werden. Darüber hinaus wählt das Steuerelement **43** aus, wenn die Art des Fluoreszenzfarbstoffs über die Eingabeeinrichtung **44** eingegeben wird, welcher von dem ersten Photomultiplier **20** und dem zweiten Photomultiplier **21** zum Nachweisen von Fluoreszenzlicht, das von dem spezifizierten Fluoreszenzfarbstoff abgegeben wird, geeignet ist und dreht das erste Filterglied **23** oder das zweite Filterglied **24**, um einen Filter, der zum Nachweisen von Fluoreszenzlicht, das von dem spezifizierten Fluoreszenzfarbstoff abgegeben wird, geeignet ist, unter den Filtern **23a**, **23b**, **23c** und **24a**, **24b** auszuwählen und ihn vor dem ersten Photomultiplier **20** oder dem zweiten Photomultiplier **21** anzuordnen. Dann wählt das Steuer-

element **43** eine Anregungslaserstrahl-Quelle, die zum Anregen des spezifizierten Fluoreszenzfarbstoffs, der ein zu lesendes Fluoreszenzbild bildet, geeignet ist, unter der ersten Anregungslaserstrahl-Quelle **1**, der zweiten Anregungslaserstrahl-Quelle **2** und der dritten Anregungslaserstrahl-Quelle **3** aus und veranlaßt sie, einen Laserstrahl **4** zu emittieren, wodurch ein Fluoreszenzbild gelesen wird. Oder wenn eine Anweisung, dass der Bildträger ein anregbares Leuchtstoff-Flachmaterial **15** ist, über die Eingabeeinrichtung **44** eingegeben wird, wählt das Steuerelement **43** den ersten Photomultiplier **20**, der zum Nachweisen von angeregter Emission geeignet ist, und dreht das erste Filterglied **23**, um den Filter **23c** vor dem ersten Photomultiplier **20** anzuordnen. Dann aktiviert das Steuerelement **43** die erste Anregungslaserstrahl-Quelle **1**, die zum Anregen des anregbaren Leuchtstoffs geeignet ist, und veranlaßt sie, einen Laserstrahl **4** zu emittieren, wodurch ein Strahlungsbild gelesen wird. Daher ist der Vorgang sehr einfach und es ist möglich, das Risiko zu beseitigen, irrtümlich die zweite Anregungslaserstrahl-Quelle **2** oder die dritte Anregungslaserstrahl-Quelle **3** zu aktivieren, wenn ein in der anregbaren Leuchtstoff-Schicht **14**, die auf dem anregbaren Leuchtstoff-Flachmaterial **15** ausgebildet ist, aufgezeichnetes Strahlungsbild gelesen werden soll. Es ist daher möglich, das Risiko eines derartigen Irrtums, der bewirkt, dass ein Teil der in der anregbaren Leuchtstoff-Schicht **14** gespeicherten Strahlungsenergie abgegeben wird, so dass das Strahlungsbild, je nach dem, nicht genau gelesen oder überhaupt nicht gelesen werden kann, zu beseitigen.

[0066] So wurde die vorliegende Erfindung unter Bezugnahme auf spezielle Ausführungsformen gezeigt und beschrieben. Es sollte jedoch beachtet werden, dass die vorliegende Erfindung in keiner Weise auf die Details der beschriebenen Anordnung beschränkt ist, sondern dass Veränderungen und Abwandlungen durchgeführt werden können, ohne vom Umfang der angefügten Ansprüche abzuweichen.

[0067] Beispielsweise tritt in der oben beschriebenen Ausführungsform der Laserstrahl **4**, der von der ersten Anregungslaserstrahl-Quelle **1**, der zweiten Anregungslaserstrahl-Quelle **2** oder der dritten Anregungslaserstrahl-Quelle **3** emittiert wird, durch eine in dem Spiegel **17** ausgebildete Öffnung **17a** hindurch und wird von der konvexen Linse **18** auf der Oberfläche des Übertragungsträgers **12** oder der anregbaren Leuchtstoff-Schicht **14** gebündelt. Von dem Übertragungsträger **12** abgegebenes Fluoreszenzlicht oder von der anregbaren Leuchtstoff-Schicht **14** abgegebene angeregte Emission wird von dem Spiegel **17** in die Richtung reflektiert, die der ersten Anregungslaserstrahl-Quelle **1**, der zweiten Anregungslaserstrahl-Quelle **2** und der dritten Anregungslaserstrahl-Quelle **3** entgegengesetzt ist, und fotoelektrisch nachgewiesen. Es ist jedoch ausreichend, in dem Spiegel **17** einen Bereich zum Durchlassen eines Laserstrahls **4** auszubilden, indem man eine Beschichtung vorsieht, die es einem Laserstrahl **4** erlaubt, hindurch zu treten, oder indem man auf dem Spiegel **17** eine Totalreflexionsbeschichtung vorsieht, ausgenommen an einem Bereich, durch den ein Laserstrahl **4** hindurch tritt, und dergleichen, aber es ist nicht notwendig, in dem Spiegel **17** eine Öffnung **17a** auszubilden.

[0068] Außerdem wird in der oben beschriebenen Ausführungsform Fluoreszenzlicht oder angeregte Emission unter Verwendung des trigonalen Prismas **22** zu dem ersten Photomultiplier **20** und dem zweiten Photomultiplier **21** geleitet und das Steuerelement **43** gibt nur eines der von dem ersten Photomultiplier **20** und dem zweiten Photomultiplier **21** erzeugten elektrischen Signale als Bilddaten ein. Anstelle des trigonalen Prismas **22** ist es jedoch möglich, sich eine Bauart zu eigen zu machen, die mit einem drehbaren Spiegel ausgestattet ist; der wahlweise in einer ersten Stellung, wo er Fluoreszenzlicht oder angeregte Emission zu dem ersten Photomultiplier **20** leitet, und in einer zweiten Stellung, wo er Fluoreszenzlicht oder angeregte Emission zu dem zweiten Photomultiplier **21** leitet, angeordnet werden kann, und bei der das Steuerelement **43** den Spiegel entsprechend der Wellenlänge des Fluoreszenzlichts oder der angeregten Emission, das oder die nachzuweisen sind, dreht, um ihn in der ersten Stellung oder in der zweiten Stellung anzubringen, wodurch er das Fluoreszenzlicht oder die angeregte Emission zu dem ersten Photomultiplier **20** oder dem zweiten Photomultiplier **21** leitet, und dass ein von dem ersten Photomultiplier **20** oder dem zweiten Photomultiplier **21** erzeugtes elektrisches Signal als Bilddaten eingegeben wird. Diese Bauart ist wünschenswert, weil sie es erlaubt, die Menge an nachgewiesenem Fluoreszenzlicht oder nachgewiesener angeregter Emission zu verdoppeln.

[0069] Darüber hinaus wird in der oben beschriebenen Ausführungsform das durch das Southern Blot-Hybridisierungsverfahren erhaltene Gen-Elektrophoresebild entsprechend einem Fluoreszenz-Nachweissystem in dem Übertragungsträger **32** aufgezeichnet und entsprechend dem autoradiografischen System in der anregbaren Leuchtstoff-Schicht **41**, die auf dem anregbaren Leuchtstoff-Flachmaterial **42** ausgebildet ist, aufgezeichnet, und diese Bilder werden fotoelektrisch ausgelesen. Die vorliegende Erfindung ist jedoch nicht auf ein derartiges Bildlesen beschränkt, sondern kann auch auf verschiedene andere Arten von Bildlesen angewendet werden. Speziell kann die vorliegende Erfindung auch angewendet werden auf das Lesen anderer Bilder fluoreszierender Substanzen, die in einem Gelträger oder einem Übertragungsträger aufgezeichnet sind, entsprechend dem Fluoreszenz-Nachweissystem, oder Bilder zum Trennen oder Identifizieren von Proteinen oder zur Bestimmung von Molekulargewicht oder Eigenschaften von Proteinen oder dergleichen, autoradiografischer Bilder eines Proteins, erzeugt durch Dünnschichtchromatografie (TLC, Thin Layer Chromatography) und aufgezeichnet in der anregbaren Leuchtstoff-Schicht **41**, die auf dem anregbaren Leuchtstoff-Flachmaterial **42** ausgebildet ist, eines autoradiografischen Bilds, erzeugt durch Polyacrylamid-Gelelektrophorese zur Trennung oder Identifizierung von Protein oder zur Bestimmung des Molekulargewichts oder der Eigenschaften von Pro-

tein oder dergleichen und aufgezeichnet in der anregbaren Leuchtstoff-Schicht **41**, die auf dem anregbaren Leuchtstoff-Flachmaterial **42** ausgebildet ist, und eines autoradiografischen Bilds, aufgezeichnet in der anregbaren Leuchtstoff-Schicht **41**, die auf dem anregbaren Leuchtstoff-Flachmaterial **42** ausgebildet ist, zum Studium des Metabolismus, der Absorbtion, des Ausscheidungswegs und des Zustands einer in eine Testmaus eingebrachten Substanz. Außerdem ist die vorliegende Erfindung anwendbar auf das Lesen eines Elektronenstrahltransmissionsbilds oder eines Elektronenstrahldiffraktionsbilds eines Metalls oder Nichtmetalls, erzeugt von einem Elektronenmikroskop, und eines Elektronenmikroskop-Bilds vom Gewebe eines Organismus, aufgezeichnet in der anregbaren Leuchtstoff-Schicht **41**, die auf dem anregbaren Leuchtstoff-Flachmaterial **42** ausgebildet ist, und eines Röntgendiffraktionsbilds eines Metalls oder Nichtmetalls, aufgezeichnet in der anregbaren Leuchtstoff-Schicht **41**, die auf dem anregbaren Leuchtstoff-Flachmaterial **42** ausgebildet ist.

[0070] Außerdem ist in der oben beschriebenen Ausführungsform, obwohl das Bildlesegerät die zweite Anregungslaserstrahl-Quelle **2** aufweist, die zweite Anregungslaserstrahl-Quelle **2** nicht unbedingt erforderlich.

[0071] Darüber hinaus kann in der oben beschriebenen Ausführungsform, obwohl der He-Ne-Laser als die erste Anregungslaserstrahl-Quelle **1** verwendet wird, anstelle des He-Ne-Lasers eine Halbleiterlaserdiode verwendet werden.

[0072] Überdies kann in der oben beschriebenen Ausführungsform, obwohl die Laserstrahlquelle zum Emittieren eines Laserstrahls **4** mit einer Wellenlänge von 633 nm, die Laserstrahlquelle zum Emittieren eines Laserstrahls **4** mit einer Wellenlänge von 532 nm und die Laserstrahlquelle zum Emittieren eines Laserstrahls **4** mit einer Wellenlänge von 473 nm als die erste Anregungslaserstrahl-Quelle **1**, die zweite Anregungslaserstrahl-Quelle **2** bzw. die dritte Anregungslaserstrahl-Quelle **3** verwendet wird, eine Laserstrahlquelle zum Emittieren eines Laserstrahls **4** mit einer Wellenlänge von 635 nm anstelle der Laserstrahlquelle zum Emittieren eines Laserstrahls **4** mit einer Wellenlänge von 633 nm als die erste Anregungslaserstrahl-Quelle **1** verwendet werden, und eine Laserstrahlquelle zum Emittieren eines Laserstrahls **4** mit einer Wellenlänge von 530 nm bis 540 nm, und eine Laserstrahlquelle zum Emittieren eines Laserstrahls mit einer Wellenlänge von 470 nm bis 480 nm können als die zweite Anregungslaserstrahl-Quelle **2** bzw. die dritte Anregungslaserstrahl-Quelle **3** verwendet werden.

[0073] Außerdem wird in der oben beschriebenen Ausführungsform ein Fluoreszenzfarbstoff mit dem Laserstrahl **4** mit einer Wellenlänge von 532 nm angeregt, und Fluoreszenzlicht, das von dem Fluoreszenzfarbstoff abgegeben wird und eine Spitzenwellenlänge von 605 nm hat, wird durch den ersten Photomultiplier **20** fotoelektrisch nachgewiesen. Es ist jedoch nicht erforderlich, dass das Fluoreszenzlicht, das von dem mit dem Laserstrahl **4** mit einer Wellenlänge von 532 nm anregbaren Fluoreszenzfarbstoff abgegeben wird, durch den ersten Photomultiplier **20** fotoelektrisch nachgewiesen wird. In dem Fall, wo die Spitzenwellenlänge des Fluoreszenzlichts, das von dem mit dem Laserstrahl **4** mit einer Wellenlänge von 532 nm anregbaren Fluoreszenzfarbstoff abgegeben wird, an der langwelligeren Seite liegt, kann es von dem zweiten Photomultiplier **21** fotoelektrisch nachgewiesen werden und dies ist vorteilhafter.

[0074] Darüber hinaus wird in der oben beschriebenen Ausführungsform, wenn ein in dem Übertragungsträger **12** aufgezeichnetes Fluoreszenzbild gelesen wird, die Art des Fluoreszenzfarbstoffs über die Eingabeeinrichtung **44** eingegeben, und wenn ein Strahlungsbild, das in der auf dem anregbaren Leuchtstoff-Flachmaterial **15** ausgebildeten anregbaren Leuchtstoff-Schicht **14** aufgezeichnet ist, gelesen wird, wird über die Eingabeeinrichtung **44** eine Anweisung eingegeben, dass der Bildträger ein anregbares Leuchtstoff-Flachmaterial ist, wodurch das Steuerelement **43** automatisch eine der Anregungslaserstrahl-Quellen **1**, **2**, **3**, den ersten Photomultiplier **20** oder den zweiten Photomultiplier **21** und einen der Filter **23a**, **23b**, **23c**, **24a**, **24b** wählt. Die Arten von Anweisungssignalen zur Veranlassung, dass das Steuerelement **43** eine derartige automatische Auswahl durchführt, können jedoch willkürlich bestimmt werden und es ist nicht erforderlich, die Arten von Fluoreszenzfarbstoff oder dass der Bildträger ein anregbares Leuchtstoff-Flachmaterial ist, einzugeben.

[0075] Gemäß der vorliegenden Erfindung ist es möglich ein Bildlesegerät bereitzustellen, das eine Mehrzahl von Anregungslaserstrahl-Quellen zum Emittieren von Laserstrahlen mit verschiedenen Wellenlängen aufweist und in der Lage ist, für ein Strahlendiagnosesystem, ein autoradiografisches System, ein Elektronenmikroskop-Nachweissystem und ein Röntgendiffraktionsbild-Nachweissystem verwendet zu werden, wobei es ein Nachweissystem für anregbaren Leuchtstoff und ein Fluoreszenz-Nachweissystem verwendet und mit einem einfachen Aufbau ein Bild genau liest.

Patentansprüche

1. Bildlesegerät aufweisend mindestens zwei Anregungslaserstrahl-Quellen (**1**, **2**, **3**) zum Emittieren von Laserstrahlen mit unterschiedlicher Wellenlänge, eine Laserstrahl-Abtasteinrichtung (**19**) zum Abtasten eines ein Bild tragenden Bildträgers (**10**) mit dem von einer ausgewählten der Anregungslaserstrahl-Quellen emittierten Laserstrahl (**4**) und eine Lichtdetektoreinrichtung (**20**) zum fotoelektrisch Nachweisen von Licht, das von dem Bildträger (**10**) abgegeben wird, wobei die Laserstrahl-Abtasteinrichtung (**19**) mit einem Laserstrahl-Durchlaßbereich zum Hindurchlassen des Laserstrahls ausgestattet ist, wobei das Bildlesegerät außer-

dem einen Spiegel (**17**) zum Reflektieren von Licht, das von dem Bildträger (**10**) abgegeben wird, um es zu der Lichtdetektoreinrichtung (**20**) zu leiten, aufweist, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Laserstrahldurchlaßbereich eine Öffnung (**17a**) in dem Spiegel (**17**) oder eine auf den Spiegel aufgebrachte Beschichtung mit einem Bereich, der zum Hindurchlassen des Anregungsstrahls in der Lage ist, ist und dass eine Oberfläche des Spiegels (**17**) das von dem Bildträger (**10**) abgegebene Licht reflektiert.

2. Bildlesegerät gemäß Anspruch 1, bei dem zu den mindestens zwei Anregungslaserstrahl-Quellen eine erste Anregungslaserstrahl-Quelle (**1**) zum Emittieren eines Laserstrahls mit einer Wellenlänge von 633 nm oder 635 nm und eine zweite Anregungslaserstrahl-Quelle (**2**) zum Emittieren eines Laserstrahls mit einer Wellenlänge von 470 nm bis 480 nm gehören.

3. Bildlesegerät gemäß Anspruch 2, bei dem der Bildträger, der mit dem von der ersten Anregungslaserstrahl-Quelle emittierten Laserstrahl abzutasten ist, von einem Träger (**10**), der ein Bild aus fluoreszierenden Substanzen trägt, oder einem anregbaren Nachleucht-Flachmaterial, das einen anregbaren nachleuchtenden Stoff enthält, der ein Bild aufzeichnet, das ausgewählt ist aus der Gruppe, die besteht aus einem Strahlungsbild, einem autoradiographischen Bild, einem Röntgendiffraktionsbild und einem Elektronenmikroskop-Bild eines Gegenstands, gebildet wird, und bei dem der Bildträger, der mit dem von der zweiten Anregungslaserstrahl-Quelle emittierten Laserstrahl abzutasten ist, von einem Träger, der ein Bild aus fluoreszierenden Substanzen trägt, gebildet wird.

4. Bildlesegerät gemäß einem der Ansprüche 1 bis 3, das außerdem eine dritte Anregungslaserstrahl-Quelle (**3**) zum Emittieren eines Laserstrahls mit einer Wellenlänge von 530 bis 540 nm aufweist.

5. Bildlesegerät gemäß Anspruch 4, bei dem der Bildträger (**10**), der mit dem von der dritten Anregungslaserstrahl-Quelle emittierten Laserstrahl abzutasten ist, von einem Träger, der ein Bild aus fluoreszierenden Substanzen trägt, gebildet wird.

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG. 1

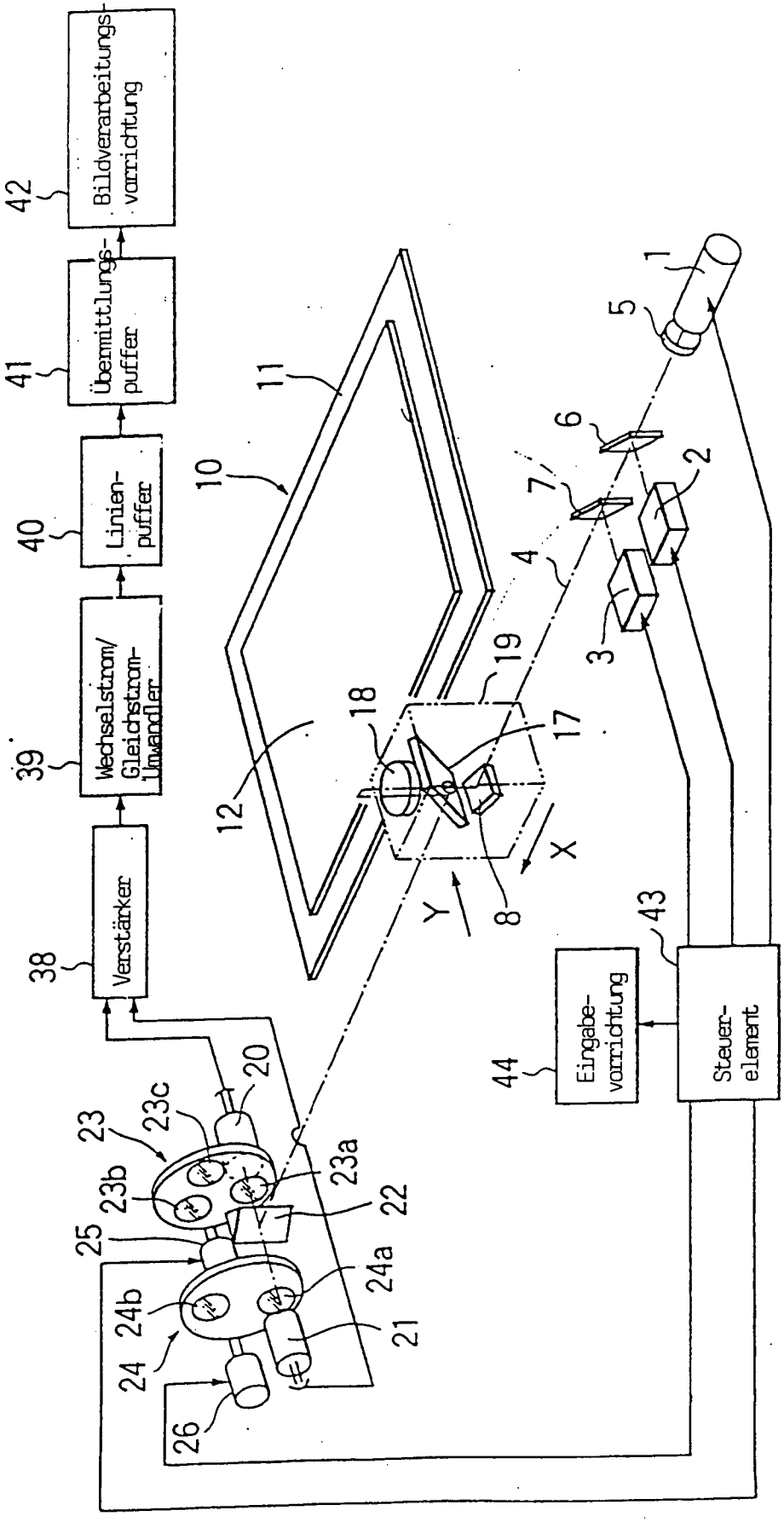


FIG. 2

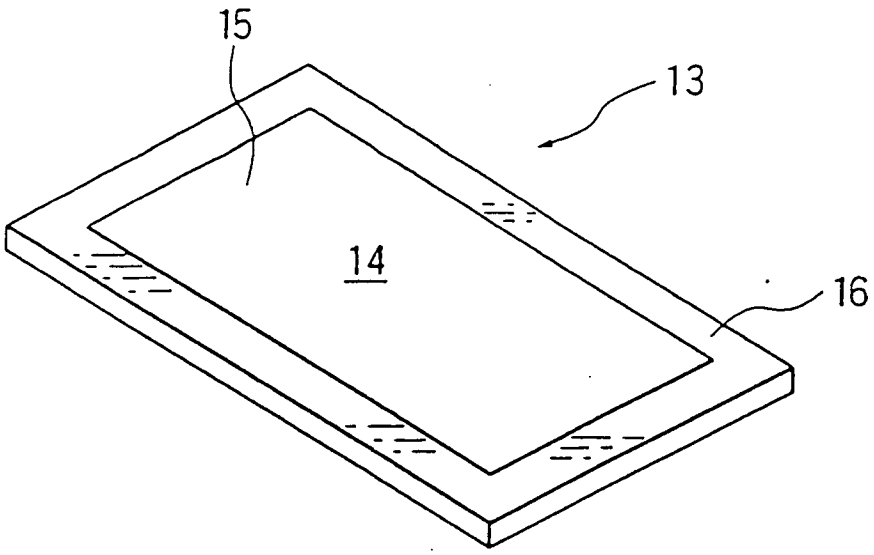


FIG. 3

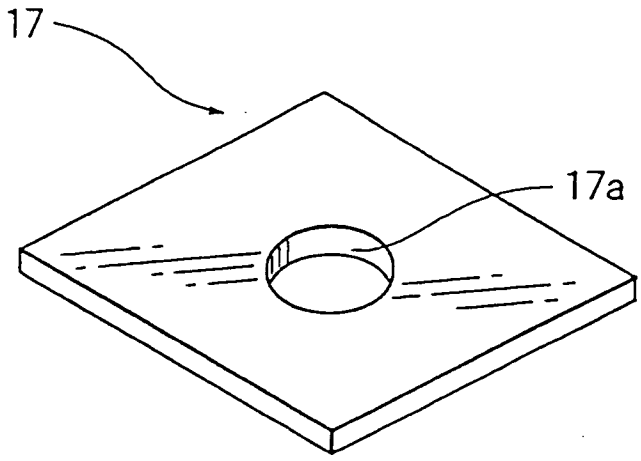


FIG. 4

