CH 625 615 A5

(19) SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(51) Int. Cl.³: G 01 D 5/26
G 02 F 1/13

ETH-BIBLIOTHEK ZÜRICH

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein
Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(12) PATENTSCHRIFT A5

(11) 625 615

(21) Gesuchsnummer: 14278/77

(22) Anmeldungsdatum: 22.11.1977

(30) Priorität(en): 24.11.1976 DE 2653419

(24) Patent erteilt: 30.09.1981

(45) Patentschrift veröffentlicht: 30.09.1981

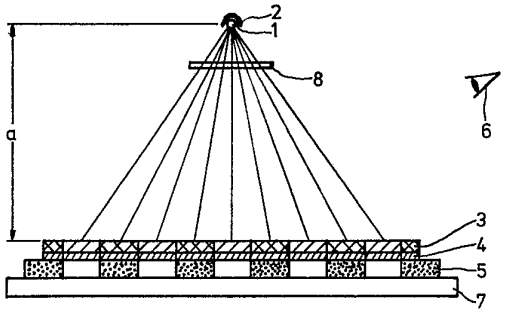
(73) Inhaber:
Bayer Aktiengesellschaft, Leverkusen (DE)
Cawo Photochemische Fabrik GmbH, Schrobenhausen (DE)

(72) Erfinder:
Hans Walter Göttert, Lage (DE)
Rainer Schiffer, Köln 80 (DE)

(74) Vertreter:
E. Blum & Co., Zürich

(54) Verfahren zur Umsetzung von Helligkeitswerten in Isochromaten.

(57) Eine Flüssigkristallschicht (3) besteht aus einer cholesterischen Mesophase, die über einen durchsichtigen Träger (4) in gutem Wärmekontakt mit einer informationstragenden Struktur (5) steht. Die Schicht (3) wird dazu verwendet, Helligkeitswerte der Struktur (5), insbesondere von photographischen Negativen auf transparenten Trägerschichten, in Helligkeitswerte entsprechender Isochromaten des Flüssigkristalles umzusetzen. Dabei wird die Struktur (5) durch das Licht einer Strahlungsquelle (1) bestrahlt. Das durch Absorption des Lichtes in der Struktur (5) entstehende Wärmebild wird in der Flüssigkristallschicht (3) als Temperaturbild in Isothermen umgewandelt. Aufgrund des Farb-Temperaturverhaltens der cholesterischen Mesophase wird das Temperaturbild als Farbbild in Form von Isochromaten angezeigt.



PATENTANSPRÜCHE

1. Verfahren zur Umsetzung von Helligkeitswerten einer informationstragenden Struktur in den Helligkeitswerten entsprechende Isochromaten, dadurch gekennzeichnet, dass die informationstragende Struktur auf eine Flüssigkristallschicht, bestehend aus einer cholesterischen Mesophase, optisch abgebildet und in der Flüssigkristallschicht ein der informationstragenden Struktur entsprechendes Temperatur-Bild erzeugt wird, wobei die Helligkeitswerte der informationstragenden Struktur in Isothermen in der Flüssigkristallschicht umgewandelt und die Isothermen aufgrund des Farb-Temperaturverhaltens der Flüssigkristallschicht in Isochromaten umgesetzt werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die informationstragende Struktur mit einer transparenten Flüssigkristallschicht in Kontakt gebracht und die genannte Sturktur durch die Flüssigkristallschicht hindurch beleuchtet wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die optische Abbildung mit Hilfe eines Linsensystems erfolgt, das zwischen die informationstragende Struktur und die auf eine absorbierende Trägerschicht aufgebrachte Flüssigkristallschicht geschaltet wird.

4. Verfahren nach Anspruch 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass zur visuellen Betrachtung der Flüssigkristallschicht dieselbe Lichtquelle verwendet wird, die bei der optischen Abbildung benutzt wird.

5. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass zur Abbildung der informationstragenden Struktur eine andere Lichtquelle benutzt wird als zur visuellen Betrachtung der Flüssigkristallschicht.

6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die informationstragende Struktur verkleinert oder vergrössert abgebildet wird.

7. Verfahren nach Anspruch 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Isochromatenbereich durch in den Strahlengang eingeschaltete Filter und/oder Polarisatoren eingestellt wird.

8. Verfahren nach Anspruch 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Isochromatenbereich durch Verändern der Beleuchtungsstärke am Ort der Flüssigkristallschicht eingestellt wird.

9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Beleuchtungsstärke durch Verändern des Abstandes zwischen Lichtquelle für die optische Abbildung und Flüssigkristallschicht variiert wird.

10. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass man photographische Negative auf einem transparenten Schichtträger herstellt.

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Umsetzung von Helligkeitswerten einer informationstragenden Struktur in den Helligkeitswerten entsprechende Isochromaten. Das Verfahren eignet sich insbesondere zur Umsetzung von Grauwerten von photographischen Negativen auf transparentem Schichtträger in eine äquivalente Farbskala.

Das menschliche Auge ist nur unvollkommen in der Lage, Helligkeitsunterschiede zu differenzieren. Dagegen ist das Farbsehvermögen sehr gut ausgeprägt. Werden die entsprechenden Helligkeitswerte eines nur durch Grauwerte charakterisierten Bildes in unterschiedliche Farben umgesetzt, so erreicht man eine wesentlich kontrastreichere und damit genauere subjektive Wahrnehmung bei der Betrachtung.

Dieser Sachverhalt wird bei dem bekannten Äquidensiten-Verfahren ausgenutzt. Hierbei werden Schwarz-Weiss-Bilder in farbige Bilder umgewandelt. Durch ein entsprechendes farbgebendes Entwicklungsverfahren werden dabei bestimmten Grauwerten bestimmte Farben zugeordnet. Eine ausführlichere Beschreibung des Äquidensiten-Verfahrens findet sich z.B. in der Zeitschrift «Bild der Wissenschaft» 3, Seiten 230–239, 1973. Das Verfahren hat sich in erster Linie für wissenschaftliche und technische Zwecke bewährt.

Die vorliegende Erfindung geht von der gleichen Aufgabe aus. Im Gegensatz zum Äquidensiten-Verfahren soll die Umsetzung von Helligkeitswerten einer informationstragenden Struktur in eine entsprechende Farbskala jedoch nicht auf photochemischem Wege, sondern direkt mit physikalischen Hilfsmitteln erfolgen.

Unter «Helligkeitswerten» sollen hier nicht nur die Grauwerte einer Schwarz-Weiss-Skala, sondern auch die Helligkeitsabstufungen einer Farbe verstanden werden.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäss dadurch gelöst, dass die informationstragende Struktur auf einer Flüssigkristallschicht, bestehend aus einer cholesterischen Mesophase, optisch abgebildet und in der Flüssigkristallschicht ein der informationstragenden Struktur entsprechendes Temperaturbild erzeugt wird, wobei die Helligkeitswerte der informationstragenden Struktur in Isothermen in der Flüssigkristallschicht umgewandelt und die Isothermen aufgrund des Farb-Temperaturverhaltens der Flüssigkristallschicht in Isochromaten umgesetzt werden.

Vorzugsweise wird die informationstragende Struktur mit einer transparenten Flüssigkristallschicht in Kontakt gebracht und durch die Flüssigkristallschicht hindurch beleuchtet. Die optische Abbildung erfolgt also auf dem Wege des Kontaktkopierverfahrens.

Alternativ dazu kann die optische Abbildung auch mit Hilfe eines Linsensystems erfolgen, das zwischen die informationstragende Struktur und die auf einer absorbierenden Trägerschicht aufgebrachte Flüssigkristallschicht geschaltet wird.

Zweckmässig benutzt man zur visuellen Betrachtung der Flüssigkristallschicht dieselbe Lichtquelle, die bei der optischen Abbildung verwendet wird. Erfolgt die optische Abbildung jedoch mit Hilfe eines Linsensystems, so lässt sich zur visuellen Betrachtung der Flüssigkristallschicht auch eine andere Lichtquelle benutzen. Die Abbildungslichtquelle kann dann z.B. eine reine IR-Lichtquelle sein, während zur Betrachtung der Flüssigkristallschicht eine Weisslichtquelle, z.B. Tageslicht, verwendet wird.

Der den Helligkeitswerten zugeordnete Isochromatenbreich kann durch in den Strahlengang eingeschaltete Filter und/oder Polarisatoren eingestellt werden. Auf diese Weise kann die Farbskala an die Helligkeitswerte des Informationsträgers angepasst werden. Wesentlich einfacher erreicht man eine Verschiebung des Isochromatenbereiches auch durch Verändern der Beleuchtungsstärke am Ort der Flüssigkristallschicht. Die Beleuchtungsstärke kann z.B. durch Verändern des Abstandes zwischen Lichtquelle für die optische Abbildung und Flüssigkristallschicht variiert werden.

Das erfindungsgemässe Verfahren bietet folgende Vorteile:

1. Die Umsetzung von Helligkeitswerten in entsprechende Isochromaten bedarf keines photochemischen Prozesses. Die Isochromaten können vielmehr unmittelbar sichtbar gemacht werden. Wird eine Dokumentation gewünscht, so kann das Farbbild mit Hilfe der konventionellen Farbphotographie aufgenommen werden.

2. Die Farbskala kann beliebigen Helligkeitswerten zugeordnet werden. Es ist nicht erforderlich, eine einmal gewählte Zuordnung beizubehalten. Vielmehr kann während der Betrachtung des farbigen Bildes der Isochromatenbereich empirisch optimiert werden.

3. Da es sich bei dem erfindungsgemässen Verfahren um ein rein physikalisches Verfahren handelt, tritt kein Materialverbrauch auf. Insbesondere ist die Flüssigkristallschicht wiederverwendbar.

4. Das erfindungsgemässe Verfahren ist nicht an die Übertragung von Schwärzungswerten in eine entsprechende Farbskala gebunden. Vielmehr kann die informationstragende Struktur in einem beliebigen Wellenlängenbereich amplitudenmoduliert sein, d.h. sie muss Stellen unterschiedlicher Absorption aufweisen. Bei Bestrahlung einer solchen Amplitudenstruktur entsteht ein stationäres, unsichtbares Wärmebild. Dieses Wärmebild wird dann durch das Farb-Temperaturverhalten der Flüssigkristallschicht in ein farbiges Bild umgesetzt.

Die bei dem erfindungsgemässen Verfahren angewandte Flüssigkristallschicht besteht aus einer cholesterischen Mesophase. Solche Mesophasen wird man in einem geeigneten Bindemittel, z.B. Polyvinylalkohol, einkapseln. Die Herstellung und die Eigenschaften solcher eingekapselten flüssigen Kristalle sind in der Literatur ausführlich beschrieben (siehe z.B. US-PS 3 441 513 und 3 732 119).

Im folgenden wird die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen und Zeichnungen näher beschrieben. Es zeigen

Figur 1 eine einfache Anordnung zur Umsetzung von Helligkeitswerten in Isochromaten auf der Basis des Kontaktkopierverfahrens,

Figur 2 + 3 den graphischen Zusammenhang zwischen der Absorption (Schwärzung) des Informationsträgers und der bildmässigen Isothermen bzw. Isochromaten,

Figur 4 die Umsetzung von Helligkeitswerten in Isochromaten unter Verwendung von prarallelem Licht und Betrachtung der Flüssigkristallschicht von der Rückseite her,

Figur 5 die Abbildung der informationstragenden Struktur auf die Flüssigkristallschicht mit Hilfe von Linsen, wobei die Flüssigkristallschicht ebenfalls von der Rückseite her betrachtet wird.

Bestrahlt man z.B. ein Röntgennegativ mit einer Lichtquelle, so führt die Absorption der elektromagnetischen Strahlung zu einer Erwärmung des Bildes. Diese Erwärmung ist einerseits eine Funktion der optischen Eigenschaften, insbesondere der Absorption, und andererseits der spektralen Zusammensetzung der Strahlung. Grundsätzlich werden sich die stärker geschwärzten Partien des Bildes stärker erwärmen als die transparenten Bereiche. Bringt man mit dem Röntgennegativ eine Flüssigkristallschicht in Kontakt, so wird die erwähnte Temperaturverteilung auf die Flüssigkristallschicht übertragen. Die so erzeugte Temperaturverteilung in der Flüssigkristallschicht bewirkt in dieser Schicht eine wellenlängenselektive Reflexion, die einen Farbeindruck entsprechend dem photographischen Schwarz-Weiss-Bild bewirkt.

Die Flüssigkristallschicht wird in Form einer mikroverkapselten, in einem Bindemittel dispergierter, cholesterischer Mesophase auf einem transparenten Träger, z.B. einer durchsichtigen Folie, aufgebracht. Aufgrund der optischen Transparenz von Flüssigkristallschicht und Träger tritt keine wesentliche Erwärmung auf. Aus diesem Grunde kann der mechanische Kontakt zwischen dem Informationsträger (Röntgennegativ) schon vor der Lichteinwirkung hergestellt werden. Beim Einschalten der Lichtquelle entsteht dann sofort ein farbiges Bild. Durch Änderung der Beleuchtungsstärke am Ort der Flüssigkristallschicht kann die durch die temperaturabhängige, spektrale Selektion der Flüssigkristalle erzeugte Farbskala unterschiedlichen Grauwerten zugeordnet werden.

Eine hierfür geeignete Anordnung wird anhand von Ausführungsbeispiel 1 (Figur 1) beschrieben. Das Licht der Strahlungsquelle 1 (z.B. eine Glühlampe mit einer Leistung von 200–500 Watt) wird vom Reflektor 2 in ein divergentes Lichtbündel umgewandelt, das die Flüssigkristallschicht 3 auf dem durchsichtigen Träger 4 durchsetzt und in das darunter liegende Röntgenbild 5 eintritt. Die Beleuchtungsstärke am Ort der Flüssigkristallschicht 3 ist weitgehend konstant.

Die im Röntgennegativ 5 absorbierte elektromagnetische Strahlung bewirkt eine der Schwärzung entsprechende unterschiedliche Erwärmung. Die auf die transparente Trägerfolie 4 (z.B. Terphane®-Folie mit einer Dicke von 5,6 µm) aufgebrachte Schicht 3 mikroverkapselter, cholesterischer Flüssigkristalle befindet sich in gutem Wärmekontakt mit dem Röntgennegativ 5. Hierdurch wird das Wärmebild des Röntgennegativs 5 auf die Flüssigkristallschicht 3 übertragen. Es entsteht ein dem Wärmebild entsprechendes Farbbild in der Flüssigkristallschicht. Die zur Erzeugung der Farbwirkung notwendige Absorption der von den Flüssigkristallen transmittierten Strahlung erfolgt in dem geschwärzten Röntgenfilm 5, dessen mittlere Schwärzung für diesen Zweck ausreicht. Zur Verbesserung des vom Betrachter 6 wahrgenommenen Farbbildes kann eine zusätzlich reflektierende, wärmeisolierende Folie 7 an der freien Seite des Röntgennegatives 5 vorgesehen werden.

Geeignete Filter und/oder Polarisatoren 8 können in den Strahlengang eingebracht werden, um wellenlängenselektiv und/oder polarisierend zu wirken. Hierdurch kann der Isochromatenbereich verschoben werden. Eine einfachere Möglichkeit zur Verschiebung des Isochromatenbereiches besteht darin, dass die Bestrahlungsstärke in der Flüssigkristallschicht 3 durch Variation des Abstandes a zwischen Lichtquelle 1 und Flüssigkristallschicht 3 variiert wird. Zu einer bestimmten Intensität J (a) stellt sich bei einem bestimmten Schwärzungsgrad S eine Temperatur T (a,S) ein. Für zwei verschiedene Schwärzungen S_1, S_2 (z.B. $S_1 = 60\%$, $S_2 = 40\%$) ergeben sich bei konstantem $a = a_1$ die Temperaturen T_1 (a_1, S_1), und T_2 (a_1,S_2) (siehe Fig. 2). Das von der Flüssigkristallschicht 3 zurückgestrahlte Licht durchläuft den Wellenlängenbereich von rot bis blau (z.B. $\lambda_2^{rot} = 650$ nm, $\lambda_1^{blau} = 380$ nm) auf dem Temperaturbereich $T_1 - T_2 = \Delta T = 1{,}7$ °C und $T_2 = 31$ °C (Rotpunkt). Durch Variation von a kann das Temperaturintervall ΔT und damit das Farbintervall $\Delta\lambda = \lambda_2 - \lambda_1$ auf verschiedene Schwärzungsintervalle $\Delta S = S_1 - S_2$ abgebildet werden (vergleiche Fig. 2 und 3). Dabei ist $T_1 > T_2$ und $\lambda_1 < \lambda_2$ (s. oben).

Im Gegensatz zum Ausführungsbeispiel 1 besteht im Ausführungsbeispiel 2 (siehe Fig. 4) die informationstragende Struktur 10 nicht aus Gebieten unterschiedlicher Schwärzung auf einem sonst transparenten Hintergrund, sondern aus Gebieten, die in einem bestimmten Spektralbereich eine Absorption zeigen. Diese Gebiete wirken also als Filter für die hier parallel einfallende elektromagnetische Strahlung 9. Die informationstragende Struktur 10 stellt demnach wie im ersten Beispiel eine Amplitudenstruktur dar, wobei die Amplitudenmodulation jedoch in einem bestimmten Spektralbereich wirksam ist. Hinter der informationstragenden Struktur 10 ist in geringem Abstand (ca. 1–2 mm) eine stark absorbierende Schwarzschicht 11 angeordnet, auf deren Rückseite die Flüssigkristallschicht 3 aufgebracht ist. In der absorbierenden Schwarzschicht 11 erzeugt der objektmodulierte transmittierte Anteil der einfallenden Strahlung ein Negativbild der informationstragenden Struktur als Wärmebild. Ein Bereich starker Absorption 10a in der informationstragenden Struktur führt zu einer geringeren Strahlungsintensität in der Schwarzschicht 11 als ein Bereich geringer Absorption 10b. In der Schwarzschicht 11 liegt dann die Temperatur des Bereiches 11a unter der Temperatur des Bereiches 11b. Das Schwarzbild 11 besteht hier aus einer schwarz eingefärbten Folie, die mit Flüssigkristallen beschichtet ist. Die Flüssigkristalle stehen damit in direktem Wärmekontakt mit der Schwarzschicht 11.

Die Rückseite, d.h. die der Schwarzschicht 11 abgewandte Seite der Flüssigkristallschicht 3, wird mit weissem Licht, z.B. Tageslicht 12 beleuchtet. Der Betrachter 6 sieht dann auf dem Hintergrund der Schwarzschicht ein farbiges, der informationstragenden Struktur entsprechendes Bild. Auf diese Ausführungsform wird man insbesondere dann zurückgreifen, wenn die Bereiche 10a der informationstragenden Struktur in einem nicht sichtbaren Spektralbereich, z.B. IR absorbieren. Es muss dann nur berücksichtigt werden, dass das Abbildungslicht 9 eine hin-

reichend starke Strahlungsintensität in diesem Spektralbereich besitzt.

Die Anordnung gemäss Fig. 5 ist vom Prinzip her ähnlich der eben beschriebenen. Die informationstragende Struktur 10 besteht wieder aus einer wellenlängenselektiven Amplitudenstruktur. Die Flüssigkristallschicht 3 ist, wie oben beschrieben, auf einer Schwarzschicht 11 aufgebracht und wird von der dem Informationsträger 10 abgewandten Seite betrachtet. Die Abbildung der informationstragenden Struktur 10 erfolgt jedoch nicht mit parallelem Licht, sondern mit Hilfe einer Linse 13. Zu diesem Zweck wird die informationstragende Struktur vom Kondensor 14 her mit parallelem Licht beleuchtet. Diese Anordnung hat den Vorteil, dass die informationstragende Struktur 10 verkleinert oder vergrössert auf die Schwarzschicht 11 abgebildet werden kann. Ähnlich wie unter Fig. 1 beschrieben, kann auch hier durch Variation der Beleuchtungsstärke die Farbskala $\Delta\lambda$ verschoben werden.

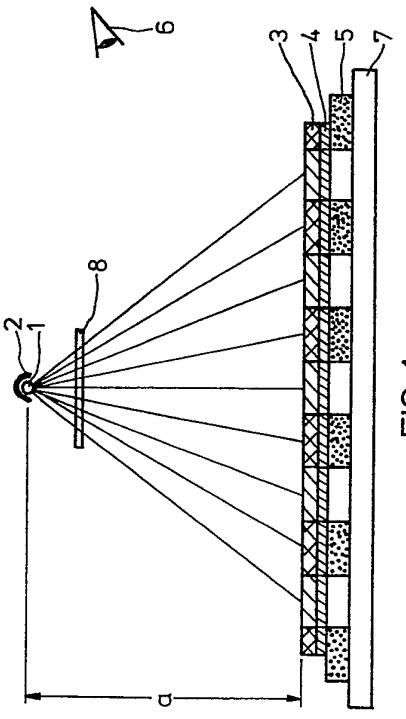


FIG. 1

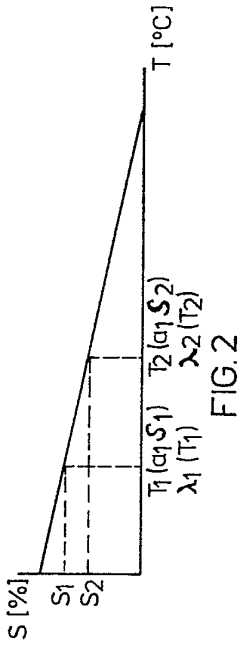


FIG. 2

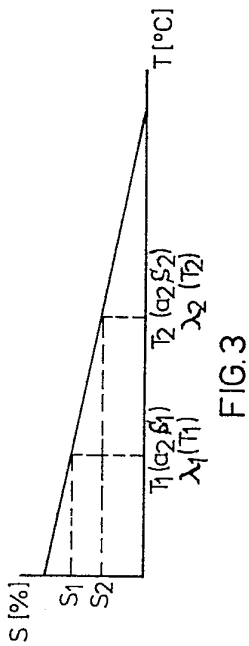


FIG. 3

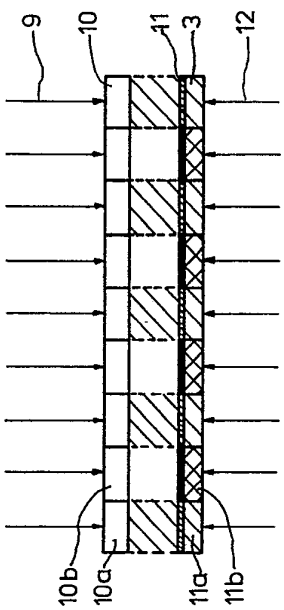


FIG. 4

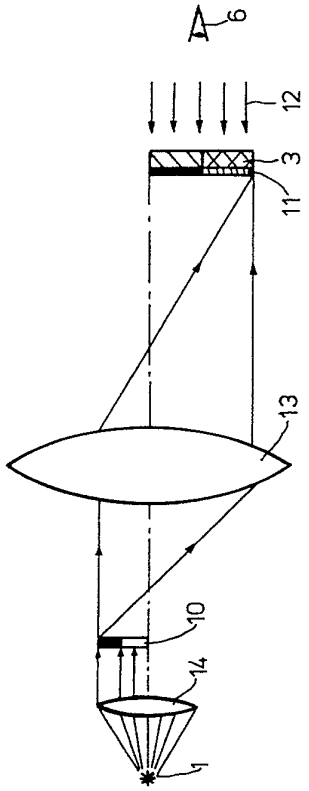


FIG. 5