

PATENTCHRIFT 146 347

Wirtschaftspatent

Ertelt gemäß § 5 Absatz 1 des Änderungsgesetzes zum Patentgesetz

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

Int. Cl.³

(11) 146 347 (44) 04.02.81 3(51) G 02 B 5/30
(21) WP G 02 B / 215 811 (22) 26.09.79

(71) siehe (72)

(72) Bergner, Joachim, Dipl.-Ing., DD

(73) siehe (72)

(74) VEB Carl Zeiss Jena, Büro für Schutzrechte, 6900 Jena,
Carl-Zeiss-Straße 1

(54) Depolarisator

(57) Der achromatische Depolarisator dient in Polarisationsmikroskopen, Photometern und anderen optischen Geräten dazu, das von der Lichtquelle, den Strahlungsteilungs- und Umlenksystemen partiell polarisierte Licht ohne Vorzugsrichtung und ohne Periodizität umzuwandeln. Damit wird es möglich, an optisch anisotropen Substanzen die reinen Absorptions- bzw. Reflexionsverhältnisse zu untersuchen und rationell quantitativ zu erfassen. Ziel der Erfindung ist es, ein optisches Bauelement zu schaffen, welches partiell oder völlig polarisierte Strahlung in eine solche mit einem Polarisationsgrad von angenähert Null umwandelt, für das gesamte sichtbare Spektrum sowohl als monochromatischer als auch als polychromatischer Depolarisator eingesetzt werden kann, die depolarisierende Wirkung auch für Strahlenbündel endlicher numerischer Apertur aufweist, ohne aufwendige kristalloptische Systeme auskommt und die Anordnung rotierender Polare sowohl vor als auch hinter dem Untersuchungsobjektiv gestattet. Die Aufgabe wird durch ein optisches Bauelement gelöst, das aus einer Vielzahl unterschiedlich orientierter anisotroper Partikeln besteht, deren Schwingungsrichtungen sich nahezu gleichmäßig über ein Azimut von 180° verteilen. - Fig.1 -

Titel: Depolarisator

Anwendungsgebiet der Erfindung:

Der achromatische Depolarisator dient in Polarisationsmikroskopen, Photometern und anderen optischen Geräten dazu, das von der verwendeten Lichtquelle, den eingebauten Strahlenteilungs- oder Umlenkssystemen partiell polarisiertes Licht in natürliches Licht ohne Vorzugsschwingungsrichtung und ohne Periodizität des Schwingungsvorganges umzuwandeln. Damit wird die Voraussetzung geschaffen, mit solchen Geräten an optisch anisotropen Substanzen die reinen Absorptions- bzw. Reflexionsverhältnisse zu untersuchen und in rationeller Weise quantitativ zu erfassen.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen:

Die Notwendigkeit zur weitgehenden Depolarisation des in optischen Geräten zur Beleuchtung der zu untersuchenden Substanzen dienenden Lichtes liegt speziell in solchen Fällen vor, wo zur Charakterisierung dieser Substanzen das objektiv gemessene Absorptions- bzw. Reflexionsvermögen verwendet wird. Bei anisotropen Substanzen sind diese Stoffkennzahlen im allgemeinen richtungsabhängig und variieren zusätzlich mit der Schwingungsform des einfallenden Lichtes. Zum Messen des linearen bzw. zirkularen Dichroismus oder der Bireflexion an ortsunveränderlichen Objekten ist es notwendig, den apparativ bedingten Polarisationszustand des Lichtes aufzuheben, da dieser als systematischer Fehler in die Messung eingeht.

Der Polarisationsgrad der Einrichtung, gekennzeichnet durch die Größe

$$P = \frac{I_{//} - I_{\perp}}{I_{//} + I_{\perp}},$$

- 5 muß gegen Null gehen. Dies wird bei bekannten Einrichtungen zum Beispiel dadurch erreicht, daß dem Objekt eine Viertelwellenlängenplatte vorgeschaltet und damit zirkular polarisiertes Licht erhalten wird, bei dem die azimutabhängige Intensität I hinter dem gegenüber der
- 10 einfallenden Schwingung gedrehten Polar stets gleich bleibt. Damit wird auch $I_{//} = I_{\perp}$ und $P = 0$. Der Nachteil einer solchen Einrichtung besteht darin, daß sie nur monochromatisch arbeitet, im Extremfall sogar monochromatische Strahlung sehr geringer Halbwertsbreite benötigt wird
- 15 und daß der rotierende Polar nur zwischen Viertelwellenlängenplatten und Objekt, nicht aber hinter diesem angeordnet werden kann.

Eine weitere bekannt gewordene Vorrichtung benutzt die Kombination von je einem Prisma aus rechtsdrehendem und linksdrehendem Quarz, die so in den Strahlengang der optischen

20 Einrichtung gebracht wird, daß deren optische Achse mit den optischen Kristallachsen der Quarzprismen zusammenfällt. Neben dem wiederum auftretenden Nachteil der monochromatischen Anwendung ist diese Anordnung auf relativ eng begrenzte Parallelstrahlenbündel beschränkt. Nachteilig ist

25 weiterhin, daß in einem Objektfeld endlicher Dimension der Schwingungszustand des beleuchtenden Lichtes in Richtung des Keiles für eine gegebene beliebig gelegte Schnittlinie periodisch variiert, senkrecht hierzu jedoch konstant bleibt.

- 30 In einer weiteren bekanntgewordenen Vorrichtung werden zwei elektrooptische Kristalle verwendet, an denen unterschiedliche Spannungen so angelegt wurden, daß in der einen Platte der Gangunterschied periodisch zwischen 0 und 2π , in

der anderen zwischen 0 und 4π variiert und die erzeugten Schwingungsrichtungen einen Winkel von 45° miteinander bilden. Variation der Gangunterschiede läuft dabei in einer Zeit ab, die klein ist gegenüber der Meßzeit. Neben
5 dieser Beschränkung hat die genannte aufwendige Einrichtung wiederum den Nachteil, daß sie nur für monochromatische und nur für parallelstrahlige Lichtbündel geeignet ist.

Demgegenüber ist der ebenfalls bekannte, für größere Spektralbereiche vorgesehene Lyot-Depolarisator nicht mit monochromatischem Licht benutzbar. Dieser Depolarisator besteht aus 2 Quarzplatten, die parallel zur optischen Achse geschnitten sind und deren Achsen einen Winkel von 45° miteinander bilden; die Plattendicken verhalten sich wie 1:2.
10

15, Ziel der Erfindung

Ziel der Erfindung ist es, ein optisches Bauelement anzugeben, welches partiell oder völlig polarisierte Strahlung in eine solche mit einem Polarisationsgrad von angenähert Null umwandelt, für das gesamte sichtbare Spektrum sowohl
20 als monochromatischer als auch als polychromatischer Depolarisator eingesetzt werden kann, die depolarisierende Wirkung auch für Strahlenbündel endlicher numerischer Apertur aufweist, ohne aufwendige kristalloptische und elektrische Systeme auskommt und die Anordnung rotierender Polare
25 sowohl vor als auch hinter dem Untersuchungsobjekt gestattet.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß mit Hilfe eines optischen Bauelementes der Schwingungszustand
30 des einfallenden linear oder elliptisch polarisierten Lichtbündels so verändert wird, daß die ursprünglich über den Bündelquerschnitt gleich orientierte Schwingungsrichtung in eine endliche Vielzahl von unterschiedlichen Schwingungsrichtungen umgewandelt wird, wobei diese Richtungen sich

über ein Azimut von 180° statistisch weitgehend homogen ver-
teilen. Hierzu enthält besagtes optisches Bauelement auf die
Bündelapertur in Größe und Anzahl abgestimmte anisotrope Par-
tikeln, die so ausgebildet sind, daß sie das in sie eintre-
5 tende Partialbündel in zwei Teilkomponenten mit einem Gang-
unterschied von vorzugsweise $n \cdot \lambda / 2$ aufspalten, wobei die
Hauptschwingungsrichtungen dieser Teilkomponenten gleich-
mäßig über einen Winkelbereich von 180° verteilt sind. Die
Partikeln sind in einem Medium eingebettet, dessen Brech-
10 zahl dem mittleren Brechungsindex des verwendeten anisotro-
pen Mediums entspricht, womit Streueffekte weitgehend unter-
drückt werden. Eine besonders vorteilhafte, weil polychroma-
tisch und bei beliebigen monochromatischen Wellenlängen ein-
setzbare Lösung, liegt darin, daß der mittlere Brechungsindex
15 des verwendeten anisotropen Mediums die gleiche Disper-
sion $\mathcal{V} = \frac{n_D - 1}{n_F - n_G}$ besitzen wie das Einbettungsmedium. Wird

ein solches optisches Bauelement in der Eintrittspupille
eines Polarisationsmikroskops angeordnet, so wird jeder
20 Punkt im Dingfeld dieses Polarisationsmikroskops mit Licht-
wellen unterschiedlicher Schwingungsrichtung beleuchtet,
die in ihrer Gesamtheit dem charakteristischen Schwingungs-
zustand von natürlichem Licht entsprechen.

Geeignete Ausführungsformen des achromatischen Depolarisa-
25 tors nach dem genannten Prinzip verwenden als anisotrope
Partikeln Kristallkörner, die in einer kristalloptisch vor-
orientierten Lage zwischen durchsichtigen Trägerplatten in
einer Flüssigkeit oder einem aushärtenden Kitt eingebettet
oder in einer plastisch unter Druck verformbaren durchsich-
30 tigen Substanz eingepreßt oder in einem Glaskörper einge-
schmolzen sind. In einer weiteren Ausführungsform werden
die anisotropen Partikeln durch ein Kristallaggregat mit
sphärolithischer Struktur gebildet, wobei die Sphärolithen
sowohl aus anorganischen Kristallen als auch aus organi-
35 schen Hochpolymeren bestehen können. Eine Abart dieser

Ausführungsform bildet ein sphärolithischer Einkristall von solcher Größe, daß er die Fläche der durchsichtigen Trägerplatten bedeckt.

Ausführungsbeispiel:

- 5 Die Erfindung wird anhand der Zeichnung erläutert.

Es stellen dar

Fig. 1 ein optisches Bauelement mit Kristallkörnern als anisotrope Partikeln,

- 10 Fig. 2 ein optisches Bauelement mit einem Kristallaggregat mit sphärolitischer Struktur.

In Fig. 1 sind zwischen Glasplatten 1 und 2 Kristallkörner 3, deren optische Achsen 4 zwischen 0° und 180° in der Ebene des Depolarisators orientiert sind, in einem optisch isotropen Medium 5 eingebettet.

- 15 In Fig. 2 befindet sich zwischen Glasplatten 6 und 7 eine Schicht 8, die aus Partikeln mit sphärolitischer Struktur 9 besteht und deren Strukturelemente 10 radial angeordnet sind.

Erfindungsanspruch:

1. Depolarisator zur Aufhebung des Polarisationszustandes monochromatischer oder polychromatischer Lichtstrahlung, dadurch gekennzeichnet, daß das optische Bauelement aus einer Vielzahl unterschiedlich orientierter anisotroper Partikeln (3) besteht, deren Schwingungsrichtungen sich nahezu gleichmäßig über ein Azimut von 180° verteilen.
2. Depolarisator nach Punkt 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Dicke und die Doppelbrechung des Einzelkorns so gewählt ist, daß das Produkt $n \cdot \lambda/2$ beträgt.
3. Depolarisator nach Punkt 1, dadurch gekennzeichnet, daß als anisotrope Partikeln Kristallkörner vorzugsweise mit kristalloptischer Vororientierung in einer optisch wirksamen Einbettung (5) verwendet werden.
4. Depolarisator nach Punkt 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Brechungsindex des optisch wirksamen Einbettmittels gleich dem mittleren Brechungsindex der anisotropen Partikeln ist.
5. Depolarisator nach Punkt 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Dispersion des mittleren Brechungsindex der anisotropen Partikeln und des Einbettmittels, charakterisiert durch die Abbe'sche Zahl ν , gleich sind oder innerhalb einer Toleranzbreite von ± 10 liegen.
6. Depolarisator nach Punkt 5, dadurch gekennzeichnet, daß die anisotropen Partikeln in einen Glaskörper eingeschmolzen sind.
7. Depolarisator nach Punkt 2, dadurch gekennzeichnet, daß als anisotrope Partikeln anorganische oder organische Kristalle mit sphärolithischer Struktur (9) eingesetzt werden.
8. Depolarisator nach Punkten 1 und 7, dadurch gekennzeichnet, daß als anisotrope Partikeln die Strukturelemente eines sphärolitischen Einkristalls verwendet werden.

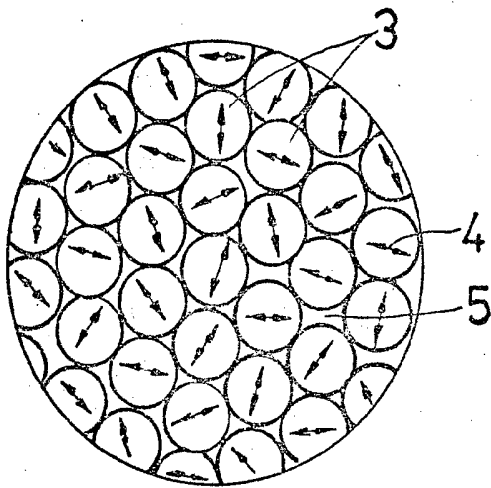
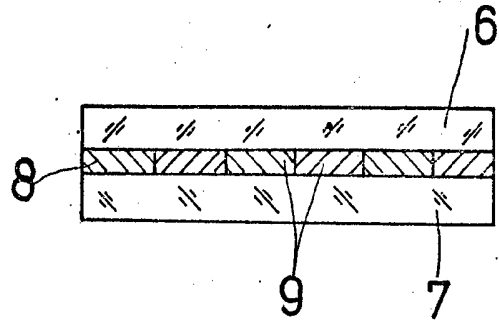
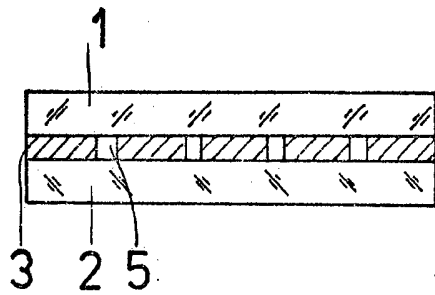


Fig.1

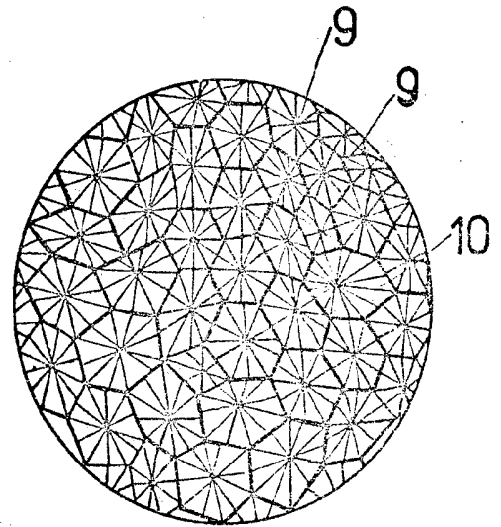


Fig.2