

(19)



REPUBLIK
ÖSTERREICH
Patentamt

(10) Nummer:

AT 406 426 B

(12)

PATENTSCHRIFT

(21) Anmeldenummer: 2002/97
(22) Anmeldetag: 26.11.1997
(42) Beginn der Patentdauer: 15.09.1999
(45) Ausgabetag: 25.05.2000

(51) Int. Cl.⁷: **G02F 1/09**

(56) Entgegenhaltungen:

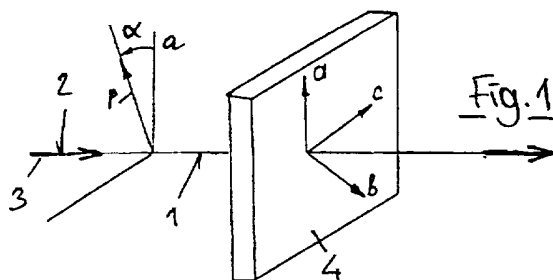
DIDOSYAN Y.S. ET AL. FARADAY EFFECT
IN YTTRIUM ORTHOFENITE IN THE RANGE
1280-1600NM, J. MAGNETISM AND
MAGNETIC MATERIALS, VOL. 151, 1995,
ELSEVIER, SEITEN 207-210.

(73) Patentinhaber:

DIDOSYAN JURI S. DR.
A-2521 TRUMAU, NIEDERÖSTERREICH
(AT).

(54) FARADAY-ROTATOR

(57) Ein Faraday-Rotator weist einen senkrecht zur optischen Achse (1) geschnittenen und mit dieser parallel zur Achse (2) eines einfallenden, linear polarisierten Lichtstrahles (3) angeordneten, vormagnetisierten Orthoferit-Kristall (4) als optisches Element auf. Zur Verringerung der negativen Auswirkungen der auch entlang der optischen Achse des Kristalls vorhandenen Elliptizität wird die kristallographische a-Achse des Kristalls (4) so angeordnet, daß sie mit der Polarisationsrichtung (p) des einfallenden Lichtstrahles (3) einen Winkel α einschließt, bei welchem die Elliptizität des austretenden Lichtstrahles ein Minimum aufweist.

**AT 406 426 B**

Die Erfindung betrifft einen Faraday- Rotator, mit einem senkrecht zur optischen Achse geschnittenen und mit dieser parallel zur Achse eines einfallenden, linear polarisierten Lichtstrahls angeordneten, vormagnetisierten Orthoferit- Kristall als optischem Element, wobei die kristallographische a-Achse des Kristalls mit der Polarisationsrichtung des einfallenden Lichtstrahls einen Winkel α einschließt. Weiters betrifft die Erfindung auch ein Verfahren zur korrekten Ausrichtung des optischen Elementes eines derartigen Rotators relativ zur Polarisationsrichtung des einfallenden Lichtstrahls sowie zur Kompensation der Abhängigkeit des Faraday-Rotationswinkels eines derartigen Rotators von der Temperatur.

Faraday- Rotatoren der eingangs genannten Art - auch optische Zirkulatoren genannt - sind seit längerer Zeit bekannt und werden beispielsweise als Bauteile von optischen Isolatoren, Schaltern, Verschlüssen, Modulatoren, usw., angewandt. Die als optisches Element dabei häufig verwendeten Granate liefern unter Ausnutzung des Faraday-Effektes in Transparentmagneten große Drehwinkel der Polarisationssebene in vergleichsweise kleinen Plättchen, was vielfältigste Anwendungen zuläßt. Der hauptsächliche Nachteil derartiger Rotatoren ist, daß zur Aufrechterhaltung der Drehung der Polarisationssebene des einfallenden Lichtstrahls permanent ein äußeres Magnetfeld angelegt sein muß, was etwa im Falle von optischen Isolatoren eine erhebliche Vergrößerung des Elementes bedeutet und damit die Anwendungsmöglichkeiten begrenzt.

In letzter Zeit wurden sogenannte "Latching Faraday- Rotators" entwickelt, die die angesprochenen Nachteile dadurch vermeiden, daß als optisches Element ein dünner Film aus einer Granatmischung mit hoher Koerzitivfeldstärke verwendet wird. Wenn an dieses Element ein genügend großes Magnetfeld, beispielsweise etwa 4.000 Oe angelegt wird, so wird der Film aufmagnetisiert und es verbleibt nach Abschalten des äußeren Magnetfeldes eine einzelne Domäne. Die Nachteile dieser Elemente sind hauptsächlich herrührend von der Verwendung eines dünnen Filmes, der vergleichsweise teuer ist. Alterungsprozesse aufweist und auch spröde und damit eher kompliziert handhabbar ist.

Weiters wurden beispielsweise im "JOURNAL OF MAGNETISM AND MAGNETIC MATERIALS 151(1995) 207 - 210" Faraday- Rotatoren der eingangs angesprochenen Art beschrieben, bei denen Plättchen aus senkrecht zur den optischen Achse geschnittenem Orthoferit als optische Elemente verwendet werden, wobei die Abhängigkeit der Faraday-Rotation und der Absorption vom Winkel α zwischen der kristallographischen a-Achse und der Polarisationsrichtung p des einfallenden Lichtstrahles untersucht wurde. Dieses Material hat ebenfalls hohe Koerzitivfeldstärke mit entsprechend großer Hysterese, womit das optische Element ebenfalls in vorteilhafter Weise nach Abschalten eines entsprechend großen äußeren Magnetfeldes aufmagnetisiert bleibt. Der Vorteil besteht hier gegenüber dem oben angesprochenen "Latching Faraday- Rotator" darin, daß die optischen Elemente nun aus einem massiven Einkristall hergestellt werden können, der billiger ist, von Alterungsprozessen unabhängig ist (bis zur Temperaturen von mehr als 1000 °C), eine höhere Koerzitivfeldstärke besitzt und auch eine größere mechanische Festigkeit aufweist.

Für die konkreten Anwendungen nachteilig war bisher im letztgenannten Zusammenhang stets, daß auch bei Anordnung des als optisches Element wirksamen Orthoferit- Kristalls mit seiner optischen Achse übereinstimmend mit der Achse des einfallenden Lichtstrahls zwar die Doppelbrechung gleich Null wird, jedoch trotzdem - entgegen den theoretischen Erwartungen - offenbar keine einfache Drehung der Polarisationssebene des linear polarisierten einfallenden Lichtstrahls stattfindet, womit beispielsweise die optische Isolationswirkung nur mehr entsprechend eingeschränkt mit derartigen Elementen realisierbar ist.

Aufgabe der Erfindung ist es, die erwähnten Nachteile der bekannten Anordnung zu vermeiden und insbesondere eine Verbesserung der optischen Isolationswirkung zu erreichen.

Die vorliegende Erfindung geht nun von der Überlegung aus, daß in derartigen Orthoferit-Kristallen offenbar die sogenannte Elliptizität (Halbachsenverhältnis der Polarisationsellipse) in Richtung der optischen Achse entgegen den theoretischen Erwartungen nicht Null ist und beispielsweise von der Polarisationsrichtung des einfallenden Lichtes sowie auch vom Vorzeichen der Magnetisierung des Orthoferit- Kristalles selbst abhängig ist. Von dieser experimentell überprüften und abgesicherten Überlegung ausgehend wird gemäß der vorliegenden Erfindung die oben angesprochene Aufgabe dadurch gelöst, daß der Wert des Winkel α so gewählt ist, daß die Elliptizität des austretenden Lichtstrahls ein Minimum aufweist. Es hat sich herausgestellt, daß für eine definierte Magnetisierungsrichtung ein bestimmter optimaler Winkel zwischen Polarisationsrichtung des einfallenden Lichtstrahls und der kristallographischen a-Achse existiert. Dieser Winkel entspricht einer minimalen Elliptizität des durch den Kristall hindurchgelassenen

Lichtstrahles. Bei einer Wellenlänge beispielsweise von 1330 nm wurde eine minimale Elliptizität des Lichtes durch einen 45°-Rotator von 1×10^{-3} (Halbachsenverhältnis der Polarisationsellipse des austretenden Lichtstrahls) bestimmt, was beispielsweise in einem optischen Isolator ein relativ hohes Lösungsverhältnis (extinction ratio) von etwa 30 dB erreichen läßt. Wird ein anderer Winkel zwischen Polarisation des einfallenden Lichtes und kristallographischer a-Achse des optischen Elementes eingestellt, ergeben sich relativ starke Vergrößerungen der Elliptizität. Es konnte beispielsweise experimentell nachgewiesen werden, daß bei einer Abweichung des eingestellten vom optimalen Winkel zwischen Polarisation und a-Achse von 45° die Elliptizität des austretenden Lichtes fünf mal größer als der erwähnte Optimalwert wurde, was für die meisten Anwendungen derartiger Elemente nicht mehr tragbar ist bzw. derartige Elemente eben für verschiedenste Anwendungen nicht mehr verwendbar macht.

Als optisches Element wird in bevorzugter Ausgestaltung der Erfindung ein Yttrium- Orthoferrit-Kristall verwendet - dieses Material ist relativ unkompliziert in Beschaffung bzw. Kristallherstellung und ist hochtransparent - bedarfsweise könnten aber natürlich auch andere Orthoferrite Verwendung finden.

Nach einer besonders bevorzugten weiteren Ausgestaltung der Erfindung ist zur Kompensation der Abhängigkeit des Faraday-Rotationswinkels von der Temperatur das optische Element um die kristallographische a-Achse verschwenkbar montiert. Ändert sich die Temperatur des optischen Elementes eines Rotators der beschriebenen Art - so ändern sich auch seine Kristallparameter. Normalerweise ist die Hauptursache für eine Änderung der Faraday-Rotation die Temperaturabhängigkeit der nicht-diagonalen Elemente des Dielektrizitätstensors, der für die gyotropischen Eigenschaften verantwortlich ist. In zweiachsigen Kristallen jedoch, zu denen auch die Orthoferrite gehören, ändert sich auch die Orientierung der optischen Achsen wegen der unterschiedlichen Temperaturabhängigkeit der diagonalen Elemente. Daraus folgt, daß der eintretende Lichtstrahl nicht mehr weiter entlang der optischen Achse verläuft, womit die Faraday-Rotation kleiner und die Elliptizität größer wird. Um diese Änderung der Faraday-Rotation und der Elliptizität zu eliminieren, wird hier nun vorgeschlagen, die Winkellorientierung des Rotators bzw. des Kristallelementes so zu ändern, daß der Verlauf des eintretenden Lichtstrahls entlang der optischen Achse gesichert ist. Es hat sich dabei herausgestellt, daß bei Temperaturänderungen die optische Achse in der kristallographischen bc- Ebene verbleibt, daß sich also nur der Winkel zwischen der optischen Achse und der c-Achse ändert. Der Kristall wird zur Ermöglichung einer Positionierung der optischen Achse beispielsweise auf eine mechanisch drehbare Scheibe montiert, wobei die a-Kristallachsenrichtung parallel zur Rotationsachse angeordnet wird. Damit können die erwähnten Auswirkungen von Temperaturschwankungen sehr einfach kompensiert werden.

Das optische Element kann im letztgenannten Zusammenhang nach einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung mit einer automatischen Verschwenkeinheit, vorzugsweise mittels eines Bimetallplättchens betätigbar, zur Temperaturkompensation in Verbindung stehen. Dabei kann beispielsweise ein scheibenförmiges Element mit einer Umfangsrille an der Rotationsachse des Kristalls montiert sein und ein Ende eines andererseits gehäusefesten Bimetallplättchens in diese Umfangsrille eingreifen. Wenn sich nun die Temperatur ändert, ändert sich auch die Krümmung des Bimetallplättchens und dieses verdreht die Scheibe bzw. das Kristallelement. Durch die Wahl geeigneter Parameter für das Bimetallplättchen kann der Einfluß der Temperaturänderungen auf die Orientierung der optischen Achse und damit auf den Lichtverlauf ausgeschaltet bzw. zumindest stark reduziert werden.

Zur korrekten Ausrichtung des optischen Elementes eines Faraday- Rotators gemäß der vorliegenden Erfindung relativ zur Polarisationsrichtung des einfallenden Lichtstrahls ist in vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung vorgeschlagen, daß die Ausgangsintensität des durch den vormagnetisierten Kristall durchgelassenen Lichtstrahles gemessen und sodann der Kristall ummagnetisiert und diese Messung wiederholt wird, und daß der relative Winkel zwischen Polarisationsrichtung des einfallenden Lichtstrahls und kristallographischer a-Achse solange geändert wird, bis die gemessenen Ausgangsintensitäten von der Magnetisierungsrichtung unabhängig sind, wonach durch Annäherung eines Magneten an den Kristall bei dabei unbeeinflusst bleibender Messung die ermittelte relative Ausrichtung bestätigt und der davor ermittelte Winkel α zur Minimierung der Ausgangselliptizität eingestellt wird.

Der optimale Winkel α zwischen der Polarisierungsrichtung des einfallenden Lichtstrahls und der a-Achse des Kristalls hängt von der Wellenlänge des einstrahlenden Lichtes, der Dicke des Kristallelementes und auch vom Vorzeichen der Magnetisierung bzw. von der Richtung des Licht-

verlaufes (vorwärts oder rückwärts) ab. Davon ausgehend wird zur Sicherstellung einer minimalen Elliptizität des austretenden Lichtstrahls vorerst dieser optimale Winkel α an einer Probe mit definierter Dicke bei gegebener Wellenlänge des Lichtes bestimmt und der so ermittelte Wert von α für alle anderen Kristalle derselben Dicke verwendet. Die Kristallelemente werden dann derart in einer Halterung montiert, daß die Anfangspolarisation des eintretenden Lichtstrahls mit der a-Achse diesen ermittelten Winkel α einschließt. Dafür ist es allerdings notwendig, vorerst die Orientierung der a-Achse im Kristall bzw. den Winkel zwischen Polarisationsrichtung des eintretenden Lichtstrahls und der a-Achse zu kennen. Die bekannte Bestimmung der Orientierung der a-Achse beispielsweise mittels Röntgenbeugung ist für Vermessungen an Ort und Stelle natürlich nicht geeignet. Die hier vorgeschlagene Methode ist sehr viel einfacher und basiert darauf, daß die Absorption des Lichtes in normal zu den optischen Achsen geschnittenen Orthoferrit- Plättchen vom Vorzeichen der Magnetisierung des Plättchens abhängt. Nur wenn die Anfangspolarisation parallel oder senkrecht zu den a-Achsen liegt, ist die feststellbare Absorption vom Vorzeichen der Magnetisierung unabhängig. Zur Vorortmessung des Winkels zwischen der Polarisationsrichtung des einfallenden Lichtstrahles und der Richtung der a-Achse wird vorerst die Intensität des durch den magnetisierten Rotator durchgelassenen Lichtstrahls gemessen. Dann wird das Vorzeichen der Magnetisierung des Rotators beispielsweise durch Umschalten der Stromversorgung eines Elektromagneten geändert und die Intensität des durchtretenden Lichtes nochmals gemessen. Durch Drehung des Eingangspolarisators oder natürlich auch des optischen Elementes des Rotators wird sodann eine Winkelstellung gesucht, in der die meßbaren Intensitäten für beide Magnetisierungsrichtungen gleich sind. In diesem Fall ist die Polarisation des eintretenden Lichtstrahles parallel oder senkrecht zu den a-Achsen. Zur Unterscheidung, ob es sich um die a-Achse oder die dazu senkrecht stehende c-Achse handelt wird ein Magnet an die Probe angenähert - sofern diese Annäherung Auswirkungen auf die jeweils gemessene Intensität hat, ist der Kristall (bei gleicher Intensität für beide Magnetisierungsrichtungen) entsprechend der c-Achse orientiert worden. Nur wenn diese zusätzliche Annäherung eines Magneten keine weitere Änderung in den gemessenen Intensitäten bewirkt, ist die a-Achse des Kristalls richtig orientiert.

Die Erfindung wird im folgenden noch an Hand der in der Zeichnung schematisch dargestellten Ausführungsbeispiele näher erläutert. Fig. 1 zeigt dabei die prinzipiellen geometrischen Verhältnisse der Anordnung eines Faraday- Rotators nach der vorliegenden Erfindung relativ zu einem einfallenden, linearpolarisierten Lichtstrahl, Fig. 2 zeigt eine Versuchsanordnung mit einem erfindungsgemäßen Faraday- Rotator zwischen zwei Polarisatoren und Fig. 3 zeigt eine weitere Anordnung nach der vorliegenden Erfindung mit Möglichkeiten zur Temperaturkompensation.

Fig. 1 zeigt einen senkrecht zur optischen Achse 1 geschnittenen und mit dieser parallel zur Achse 2 eines einfallenden, linearpolarisierten Lichtstrahls (Pfeil 3) angeordneten, auf hier nicht dargestellte Weise vor-magnetisierten Orthoferrit- Kristall 4 als optisches Element eines Faraday- Rotators, welcher in bekannter Weise die Polarisationsrichtung (p) des einfallenden Lichtstrahls 3 um einen bestimmten Winkel verdreht, der unter anderem beispielsweise von der Wellenlänge des einfallenden Lichtes abhängt. Unter Ausnutzung dieses Effektes können mit derartigen Rotatoren beispielsweise optische Isolatoren, Schalter, Verschlüsse, Modulatoren, usw., auf an sich bekannte Weise aufgebaut werden.

Bei der dargestellten Anordnung des als optisches Element wirksamen Kristalls 4 mit seiner optischen Achse 1 übereinstimmend mit der Achse 2 des einfallenden Lichtstrahls 3 ist zwar die Doppelbrechung des Orthoferrits gleich Null, wobei aber entgegen den theoretischen Erwartungen offenbar trotzdem keine einfache Drehung der Polarisationssebene (Polarisationsrichtung p) des linearpolarisierten einfallenden Lichtstrahles 3 stattfindet, sofern nicht bestimmte weitere Dinge beachtet werden. Es hat sich herausgestellt, daß in derartigen Orthoferrit- Kristallen 4 offenbar die sogenannte Elliptizität (Halbachsenverhältnis der Polarisationsellipse) in Richtung der optischen Achse entgegen den theoretischen Erwartungen nicht Null ist und zumindest von der Polarisationsrichtung p des einfallenden Lichtstrahls 3 sowie auch vom Vorzeichen der Magnetisierung des Orthoferrit- Kristalles 4 selbst abhängig ist. Diese Elliptizität hat bei einem bestimmten Winkel α zwischen der kristallographischen a-Achse des Kristalls 4 und der Polarisationsrichtung p des einfallenden Lichtstrahles 3 ein Minimum (Wert größenordnungsmäßig 1×10^{-3}), welches beispielsweise bei Verwendung eines derartigen Kristalls 4 in einem optischen Isolator ein relativ hohes und auf alle Fälle ausreichendes Lösungsverhältnis von etwa 30 dB erreichen läßt. Wenn dieser Winkel α anders gewählt oder verstellt wird, zeigt sich, daß relativ starke Vergrößerungen der Elliptizität auftreten, die einer Verwendung derartiger Kristalle für viele Anwendungsfälle entgegenstehen. Die Versuchsanordnung in Fig. 2 besteht im wesentlichen aus

einer Lichtquelle 5, einem daran anschließend im Weg des Lichtstrahles 3 angeordneten Polarisator 6, dem optischen Element bzw. Orthoferrit- Kristall 4, einem daran anschließenden Analysator (weiterer Polarisator) 7 und einem Detektor 8. Die Elemente 4, 6 und 7 sind um die Achsen 1 bzw. 2 verdrehbar, sodaß verschiedenste Untersuchungen an dem durch die Elemente 6, 4, 7 beeinflussten Lichtstrahl 3 vorgenommen werden können. So kann der durch den Polarisator 6 linearpolarisierte Lichtstrahl 3 beispielsweise daraufhin untersucht werden, wie bzw. in welchem Ausmaß der Kristall 4 seine Polarisationsebene verdreht und wie bzw. in welchem Ausmaß sich dabei letztendlich Elliptizität bemerkbar macht.

Bei weggelassenem Analysator 7 kann mit der Anordnung nach Fig. 2 beispielsweise auf sehr einfache Weise die korrekte Ausrichtung des optischen Elementes relativ zur Polarisationsrichtung des einfallenden Lichtstrahls ermittelt werden. Es wird dazu die Ausgangsintensität des durch den magnetisierten Kristall 4 durchgelassenen Lichtstrahls 3 gemessen und sodann der Kristall 4 ummagnetisiert und diese Messung wiederholt. Daraufhin kann der relative Winkel α in Fig. 1 zwischen Polarisationsrichtung p des einfallenden Lichtstrahls 3 und kristallographischer a-Achse solange geändert werden, bis die gemessenen Ausgangsintensitäten von der Magnetisierungsrichtung unabhängig sind, was dann der Fall ist, wenn die Anfangspolarisation parallel oder senkrecht zur a-Achse liegt. Zur Unterscheidung, ob es sich um die a-Achse oder die dazu senkrecht stehende c-Achse handelt, kann dann noch beispielsweise ein kleiner Dauermagnet an den Kristall 4 seitlich angenähert werden - sofern diese Annäherung Auswirkungen auf die jeweils gemessene Intensität hat, ist der Kristall (bei gleicher Intensität für beide Magnetisierungsrichtungen) entsprechend der c-Achse orientiert worden. Nur wenn diese zusätzliche Annäherung eines Magneten keine weitere Änderung in den gemessenen Intensitäten bewirkt, ist die a-Achse des Kristalls richtig orientiert.

Nachdem die a-Achse des Kristalls auf diese sehr einfache Weise ermittelt wurde, kann sie selbst auf die beschriebene Weise richtig relativ zur Polarisationsrichtung p des einfallenden Lichtstrahles 3 angeordnet werden, was minimale Elliptizität des durchgehenden Lichtstrahles ergibt.

Gemäß Fig. 3 ist das optische Element (Kristall 4) um seine kristallographische a-Achse verschwenkbar montiert, um die Abhängigkeit des Faraday-Rotationswinkels von der Temperatur des optischen Elements kompensieren zu können. Der Kristall 4 ist dazu auf einer Achse 9 montiert, die ihrerseits eine Scheibe 10 mit einer Umfangskerbe 11 trägt, in welche ein Bimetall-Element 12 eingreift. Dieses Bimetall-Element 12 ist andererseits an einem Gehäusewinkel 13 angelenkt, welcher auch ein Lager 14 für die Achse 9 trägt. Bei entsprechender Auslegung der Komponenten und insbesondere des Bimetall-Elementes 12 kann erreicht werden, daß eine bestimmte Temperaturänderung genau die erforderliche Winkelverdrehung des Kristalls 4 um die Achse a bewirkt, welche die temperaturbedingte Winkelverdrehung der optischen Achse im Kristall 4 kompensiert. Da Temperaturänderungen bei derartigen Kristallen bewirken, daß die optischen Achsen in der kristallographischen bc- Ebene verbleiben, kann durch diese einfache Verschwenkung dieses Kristalls 4 um die kristallographische a-Achse also eine negative Auswirkung von Temperaturschwankungen hintangehalten werden.

Patentansprüche:

1. Faraday- Rotator, mit einem senkrecht zur optischen Achse (1) geschnittenen und mit dieser parallel zur Achse (2) eines einfallenden, linear polarisierten Lichtstrahls (3) angeordneten, vormagnetisierten Orthoferrit- Kristall (4) als optischem Element, wobei die kristallographische a-Achse des Kristalls (4) mit der Polarisationsrichtung (p) des einfallenden Lichtstrahls (3) einen Winkel α einschließt, d a d u r c h gekennzeichnet, daß der Wert des Winkels α so gewählt ist, daß die Elliptizität des austretenden Lichtstrahls ein Minimum aufweist.
2. Faraday- Rotator nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß als optisches Element ein Yttrium- Orthoferrit- Kristall (4) verwendet wird.
3. Faraday- Rotator nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß zur Kompensation der Abhängigkeit des Faraday-Rotationswinkels von der Temperatur das optische Element um die kristallographische a-Achse verschwenkbar montiert ist.

4. Faraday- Rotator nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß das optische Element mit einer automatischen Verschwenkeinheit, vorzugsweise mittels eines Bimetallplättchens (12) betätigbar, zur Temperaturkompensation in Verbindung steht.
5. Verfahren zur korrekten Ausrichtung des optischen Elementes eines Faraday- Rotators nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 4 relativ zur Polarisationsrichtung des einfallenden Lichtstrahles, dadurch gekennzeichnet, daß die Ausgangsintensität des durch den vormagnetisierten Kristall (4) durchgelassenen Lichtstrahls (3) gemessen und sodann der Kristall ummagnetisiert (4) und diese Messung wiederholt wird, und daß der relative Winkel α zwischen Polarisationsrichtung (p) des einfallenden Lichtstrahls (3) und kristallographischer a-Achse solange geändert wird, bis die gemessenen Ausgangsintensitäten von der Magnetisierungsrichtung unabhängig sind, wonach durch Annäherung eines Magneten an den Kristall (4) bei dabei unbeeinflusst bleibender Messung die ermittelte relative Ausrichtung bestätigt und der vorermittelte Winkel α zur Minimierung der Ausgangselliptizität eingestellt wird.
10. 6. Verfahren zur Kompensation der Abhängigkeit des Faraday-Rotationswinkels eines Faraday- Rotators nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 4 von der Temperatur, dadurch gekennzeichnet, daß das optische Element temperaturabhängig um die kristallographische a-Achse verschwenkt wird.

20

Hiezu 1 Blatt Zeichnungen

25

