



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2005 009 064 A1** 2005.12.22

(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2005 009 064.8**

(22) Anmeldetag: **28.02.2005**

(43) Offenlegungstag: **22.12.2005**

(51) Int Cl.7: **G01B 9/02**

(30) Unionspriorität:  
**10/856,204 28.05.2004 US**

(71) Anmelder:  
**Agilent Technologies, Inc. (n.d.Ges.d.Staates  
Delaware), Palo Alto, Calif., US**

(74) Vertreter:  
**Schoppe, Zimmermann, Stöckeler & Zinkler, 82049  
Pullach**

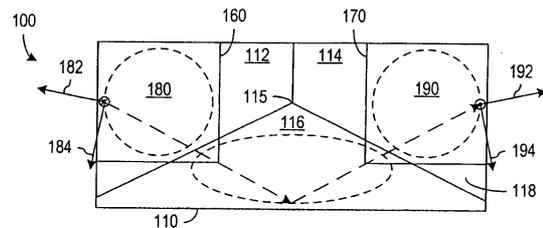
(72) Erfinder:  
**Zhu, Miao, San Jose, Calif., US; Bockman, John J.,  
Santa Clara, Calif., US**

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

(54) Bezeichnung: **Systeme, die polarisationsmanipulierende Retroreflektoren verwenden**

(57) Zusammenfassung: Messungssysteme, die Polarisationskomponenten trennen, können Retroreflektoren verwenden, um eine Polarisation zu bewahren oder zu transformieren und ein unerwünschtes Mischen der Polarisationskomponenten zu vermeiden. Ein geeigneter Retroreflektor kann einen beschichteten Würfeckreflektor mit Verzögerungsplatten umfassen, die eine langsame Achse aufweisen, die bei einem Winkel von nicht Null weg von  $45^\circ$  mit den Richtungen eines linear polarisierten Komponentenstrahls gesetzt ist. Der Winkel von nicht Null kann in situ gesetzt sein, um ein Polarisationsmischen bei einem Messungssystem zu minimieren. Alternativ steuert ein Würfeckreflektor mit einem oder mehreren polarisationsmanipulierenden Elementen die Polarisation eines reflektierten Strahls, um die Polarisation eines einfallenden Strahls zu bewahren oder zu transformieren.



## Beschreibung

**[0001]** Optische Messungssysteme trennen häufig Polarisationskomponenten eines Lichtstrahls und verwenden die getrennten Komponenten für unterschiedliche Zwecke. Ein Interferometer z. B. kann eine Polarisationskomponente trennen und für einen Messungsstrahl verwenden, der von einem Objekt, das gemessen wird, reflektiert, während die andere orthogonale Polarisationskomponente einen Referenzstrahl bildet, der mit dem Messungsstrahl verglichen wird. Ein Vorteil eines Verwendens von Polarisationskomponenten besteht darin, dass die zwei Komponentenstrahlen kollinear sein können und die gleichen gemeinsamen Modenwirkungen gemeinschaftlich verwenden, wenn erwünscht, und unter Verwendung von Polarisationsstrahlteilern getrennt oder rekombiniert werden können. Die Polarisierungen der Komponentenstrahlen bei derartigen Messungssystemen müssen jedoch allgemein sorgfältig gesteuert sein, um Polarisationsveränderungen zu vermeiden, die die Komponentenstrahlen mischen.

## Stand der Technik

**[0002]** Ein Ergebnis eines Polarisationsmischens bei Interferometern wird häufig als zyklische Fehler oder zyklische Nichtlinearitäten bezeichnet. Die US-Patente Nr. 4,930,894 und 4,693,605 z. B. beschreiben Interferometer, bei denen eine Polarisationsveränderung eines Messungsstrahls oder eines Referenzstrahls ein Polarisationsleck zwischen dem Referenzstrahl und dem Messungsstrahl bewirken kann, was in zyklischen Nichtlinearitäten oder Messungsfehlern resultiert. Quellen einer Polarisationsveränderung bei diesen Interferometern umfassen unvollkommene Polarisationsbeschichtungen bei Polarisationsstrahlteilern, unvollkommene Verzögerungsplatten, die Polarisierungen nicht auf die gewünschte Weise verändern, und Retroreflektoren, wie beispielsweise Würfeckreflektoren.

**[0003]** Ein Retroreflektor, wie beispielsweise ein Festkörperwürfeckreflektor, gibt im Allgemeinen einen reflektierten Strahl zurück, der parallel zu dem einfallenden Strahl ist, ungeachtet des Winkels des einfallenden Strahls. Diese Eigenschaft macht Retroreflektoren für eine breite Vielfalt von optischen Systemen nützlich. Unbeschichtete Festkörperwürfeckreflektoren bewahren jedoch den Polarisationszustand des einfallenden Strahls nicht. Eine reflektierende Beschichtung (z. B. eine Silberbeschichtung) kann an einem Festkörperwürfeckreflektor verwendet werden, um die Polarisationsveränderung zu mäßigen oder zu minimieren, aber Restpolarisationsveränderungen von einem beschichteten Würfeckreflektor können immer noch ein begrenzender Faktor bei der Präzision oder Genauigkeit von Messungssystemen sein, die Polarisationskomponenten trennen.

**[0004]** Es sind somit optische Präzisionssysteme erwünscht, die Retroreflektoren einsetzen können, aber ein unerwünschtes Mischen von Polarisationskomponenten vermeiden.

## Aufgabenstellung

**[0005]** Es ist die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein System und ein System zum Analysieren eines Eingangsstrahls mit verbesserten Charakteristika zu schaffen.

**[0006]** Diese Aufgabe wird durch ein System gemäß Anspruch 1, Anspruch 15 und Anspruch 18 gelöst.

**[0007]** Gemäß einem Aspekt der Erfindung steuert ein Würfeckreflektor mit einem oder mehreren polarisationsmanipulierenden Elementen die Polarisation eines reflektierten Strahls, um die Polarisation eines einfallenden Strahls zu bewahren oder zu transformieren, so dass der Ausgangsstrahl die erwünschte Polarisation aufweist. Messungssysteme, die Polarisationskomponenten trennen, können unbeschichtete Würfeckreflektoren verwenden und immer noch Präzisionsmessungen mit niedrigen Pegeln eines ungewollten Mischens der Polarisationskomponenten liefern.

**[0008]** Gemäß einem anderen Aspekt der Erfindung kann ein Messungssystem einen metallbeschichteten Würfeckreflektor mit Verzögerungsplatten verwenden, die unabhängig ausgerichtet sein können, um eine erwünschte Polarisationsmanipulation zu erreichen.

## Ausführungsbeispiel

**[0009]** Bevorzugte Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung werden nachfolgend Bezug nehmend auf die beiliegenden Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

**[0010]** [Fig. 1A](#) und [Fig. 1B](#) eine Vorderansicht bzw. eine perspektivische Hin teransicht eines Festkörperwürfeckreflektors gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung;

**[0011]** [Fig. 2A](#) ein Linearinterferometer gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung, das polarisationsbewahrende Retroreflektoren verwendet;

**[0012]** [Fig. 2B](#) ein Linearinterferometer gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung, das polarisationstransformierende Retroreflektoren verwendet;

**[0013]** [Fig. 3](#) ein thermisch unausgeglichenes Planspiegelinterferometer gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung, das einen oder mehrere polarisationsbewahrende Retroreflektoren verwendet;

[0014] **Fig. 4** ein anderes Planspiegelinterferometer gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung, das einen polarisationsbewahrenden Retroreflektor verwendet;

[0015] **Fig. 5** ein Mehrachsen-Planspiegelinterferometer, das polarisationsbewahrende Retroreflektoren verwendet, gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung;

[0016] **Fig. 6** ein Einachsen-Differenzinterferometer gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung, das einen polarisationsbewahrenden Retroreflektor verwendet;

[0017] **Fig. 7** ein Mehrachsen-Differenzinterferometer gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung, das polarisationsbewahrende Retroreflektoren verwendet;

[0018] **Fig. 8** ein Einachsen-Differenzinterferometer gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung, das polarisationsbewahrende und polarisationstransformierende Retroreflektoren verwendet; und

[0019] **Fig. 9** ein System gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung, das polarisationsbewahrende Retroreflektoren bei einem Messen der Wellenlänge oder des Spektralgehalts einer Lichtquelle verwendet.

[0020] Eine Verwendung der gleichen Bezugszeichen in unterschiedlichen Figuren gibt ähnliche oder identische Elemente an.

[0021] Gemäß einem Aspekt der Erfindung können optische Messungssysteme, die Polarisationskomponenten trennen, Retroreflektoren verwenden, die die Polarisation eines einfallenden Strahls bewahren oder transformieren, ohne eine ungewollte Depolarisation zu bewirken. Jeder Retroreflektor in einem Messungssystem kann ein Festkörperwürfeck mit einem oder mehreren polarisationsmanipulierenden Elementen umfassen, wie beispielsweise Verzögerungsplatten, optische Dreher oder Faraday-Dreher. Die polarisationsmanipulierenden Elemente können die Polarisation der einfallenden und/oder reflektierten Strahlen manipulieren, um die erwünschte Polarisationsbewahrung oder -transformation zu liefern.

[0022] **Fig. 1A** und **Fig. 1B** zeigen eine Vorderansicht bzw. eine Rückansicht eines getrimmten Würfeckreflektors **100**. Der Würfeckreflektor **100** umfasst einen Festkörperblock **110** aus Glas oder einem anderen Material optischer Güte mit drei planaren reflektierenden Oberflächen **112**, **114** und **116** und einer vorderen Fläche **118**. Die Oberflächen **112**, **114** und **116** schneiden sich in rechten Winkeln in der gleichen Weise wie der Schnitt von Flächen bei den Ecken eines Würfels und die vordere Fläche **118** ist

vorzugsweise senkrecht zu einer Symmetrieachse durch einen Scheitelpunkt **115** der Würfecke. Der Block **110** ist, wie es dargestellt ist, getrimmt, um überschüssiges Glas zu entfernen und die Fläche **118** rechteckig zu machen. Alternativ kann der Block **110** ungetrimmt sein (d. h. ein tetraedrischer Glasblock mit dreieckigen Flächen **112**, **114**, **116** und **118**) oder kann getrimmt sein, um die Fläche **118** mit irgendeiner anderen erwünschten Form (z. B. kreisförmig) zu versehen.

[0023] Polarisationsmanipulierende Elemente **160** und **170** befinden sich in den Wegen eines einfallenden Strahls **180** bzw. eines reflektierten Strahls **190**, die die vordere Fläche **118** des Blocks **110** durchlaufen. Der Würfeckreflektor **100** ist ein Retroreflektor und deshalb ist der reflektierte Strahl **190** von dem Würfeckreflektor **100** parallel zu, aber versetzt von dem einfallenden Strahl **180**, ungeachtet der Richtung des einfallenden Strahls **180**.

[0024] Bei einem Durchqueren des Blocks **110** reflektiert der einfallende Strahl **180** von der Oberfläche **112** und dann von der Oberfläche **116**, bevor eine endgültige Reflexion von der Oberfläche **114** den reflektierten Strahl **190** durch die Fläche **118** hinaus richtet. Bei alternativen Ausführungsbeispielen der Erfindung kann der Block **110** entweder an den Reflexionsoberflächen **112**, **114** und **116** beschichtet sein (z. B. mit einer reflektierenden Beschichtung, wie beispielsweise Silber) oder kann unbeschichtet sein (z. B. eine Oberfläche, bei der eine totale innere Reflexion auftritt). Die spezifischen Typen von optischen Elementen, die für die polarisationsmanipulierenden Elemente **160** und **170** verwendet werden, hängen allgemein davon ab, ob der Block **110** beschichtet oder unbeschichtet ist.

[0025] Der Reflexionsprozess in dem Block **110** bei einem Ausführungsbeispiel, bei dem der Block **110** beschichtet ist, bewahrt näherungsweise kreisförmige Polarisationen und jedes polarisationsmanipulierende Element **160** und **170** kann bei diesem Ausführungsbeispiel eine Viertelwellenverzögerungsplatte sein. Eine Viertelwellenplatte, die eine langsame Achse bei  $45^\circ$  zu den Polarisationsrichtungen der linearen Polarisationen der Komponenten aufweist, die bei einem Messungssystem verwendet werden, wandelt allgemein die orthogonalen linear polarisierten Komponenten in orthogonale kreisförmig polarisierte Komponenten um. Insbesondere kann das Element **160** einen linear polarisierten einfallenden Strahl **180** in einen kreisförmig polarisierten Strahl für einen Eintritt in den Block **110** verändern, aber der reflektierte Strahl **190** wird dann eine etwas elliptische Polarisation aufweisen, da Reflexionen bei einem beschichteten Würfeckreflektor kreisförmige Polarisationen lediglich näherungsweise bewahren. Das Element **170**, falls dasselbe bei  $45^\circ$  zu den Polarisationsrichtungen der linearen Polarisationskomponenten

liegt, wandelt einen kreisförmig polarisierten Strahl in einen linear polarisierten Strahl um, aber wandelt die elliptische Polarisierung in eine Mischung der zwei orthogonalen linearen Polarisierungen um.

**[0026]** Gemäß einem Aspekt der Erfindung weisen Viertelwellenplatten, die bei einem beschichteten Würfeckreflektor verwendet werden, einstellbare Ausrichtungen auf. Bei diesem speziellen Ausführungsbeispiel können die Elemente **160** und **170** Viertelwellenplatten mit der Kristallachse sein, die von  $45^\circ$  weg eingestellt sind, um ein Polarisationsmischen und die resultierenden zyklischen Fehler bei dem Messungssystem zu minimieren.

**[0027]** Der Reflexionsprozess bei einem Ausführungsbeispiel, bei dem der Block **110** unbeschichtet oder mit nichtverlustreichen Beschichtungen beschichtet ist, z. B. einer dünnen dielektrischen Beschichtung, transformiert spezifische orthogonale lineare Polarisierungen **182** und **184** des einfallenden Strahls **180** in orthogonale lineare Polarisierungen **192** bzw. **194** des reflektierten Strahls **190**. Insbesondere erzeugt der Block **110**, wenn derselbe unbeschichtet oder mit einer nichtverlustreichen Beschichtung beschichtet ist, einen linear polarisierten reflektierten Strahl, falls die Polarisierung **182** in einem spezifischen Winkel ist, der gemäß den Eigenschaften des Würfeckmaterials ausgewählt ist. Bei einem unbeschichteten Würfeck, das aus BK-7 hergestellt ist, beträgt dieser Winkel etwa  $13,7^\circ$  von einer Ebene, die den Keil teilt, der durch die Oberflächen **112** und **114** gebildet ist. In diesem Fall sind die ausgegebenen linearen Polarisierungen **192** und **194**, die den eingegebenen linearen Polarisierungen **182** bzw. **184** entsprechen, orthogonal, aber um etwa  $13,7^\circ$  in die entgegengesetzte Richtung gedreht. Gemäß einem Aspekt der Erfindung können die polarisationsmanipulierenden Elemente **160** und **170** die Polarisierungen **182** und **184** oder **192** und **194** drehen, so dass der Würfeckreflektor **100** die Polarisationskomponenten des Eingangsstrahls bewahrt. Alternativ können die polarisationsmanipulierenden Elemente **160** und **170** eine gesteuerte Transformation der linearen Polarisierung erzeugen, so dass die Ausgangspolarisation sich von der Eingangspolarisation auf eine bekannte Weise unterscheidet (z. B. um einen Winkel gedreht ist, der ein ganzzahliges Vielfaches von  $90^\circ$  ist).

**[0028]** Bei einem Ausführungsbeispiel der Erfindung, bei dem der Block **110** unbeschichtet ist oder eine nichtverlustreiche Beschichtung aufweist, ist jedes polarisationsmanipulierende Element **160** oder **170** eine Halbwellenverzögerungsplatte, die sich in einer Befestigung befindet, die eine Einstellung der Ausrichtung der langsamen Achse des Elements **160** oder **170** ermöglicht. Bei diesem Ausführungsbeispiel ist die Eingangshalbwellenplatte **160** in situ eingestellt, um den resultierenden linear polarisierten

Ausgangsstrahl zu drehen, wie es für eine Verwendung bei dem Messungssystem erforderlich ist. Die Eingangshalbwellenplatte **170** ist ähnlich in situ eingestellt, um den resultierenden linear polarisierten Ausgangsstrahl zu drehen, wie es für eine Verwendung bei dem Messungssystem erforderlich ist.

**[0029]** Bei einem anderen Ausführungsbeispiel der Erfindung, bei dem der Block **110** unbeschichtet ist, ist jedes polarisationsmanipulierende Element **160** oder **170** ein optischer Dreher oder ein Faraday-Dreher, der die Polarisierungsrichtungen um die erwünschten Größen dreht, um zyklische Fehler oder Nichtlinearitäten bei einem Messungssystem zu minimieren. Optische Dreher oder Faraday-Dreher weisen den Vorteil eines Liefers der erwünschten Größe einer Drehung auf, ohne einen zeitraubenden Ausrichtungsprozess zu benötigen. Zusätzlich ist ein optischer Dreher, der auf Quarz basiert, typischerweise dicker (z. B. etwa 1 mm) als eine Wellenplatte (z. B. etwa 0,02 mm) und deshalb einfacher zu handhaben.

**[0030]** [Fig. 2A](#) stellt ein Interferometer **200** gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung dar. Das Interferometer **200** umfasst eine Lichtquelle **210**, einen Polarisationsstrahlteiler (PBS; PBS = polarizing beam splitter) **220**, einen Referenzreflektor **230**, einen Messungsreflektor **240** und Messungselektronik **250**. Das Interferometer **200** kann im Handel erhältlichen Interferometern ähnlich sein, wie beispielsweise einem Linearinterferometer 10702A, das von Agilent Technologies, Inc., erhältlich ist, aber das Interferometer **200** verwendet polarisationsbewahrende Retroreflektoren für den Referenzreflektor **230** und den Messungsreflektor **240**.

**[0031]** Die Lichtquelle **210** ist im Allgemeinen ein Laser oder eine andere Quelle eines Eingangslichtstrahls IB, die die erwünschten Eigenschaften des Interferometers **200** aufweist. Die Lichtquelle **210** kann z. B. ein HeNe-Laser oder eine andere Quelle eines kohärenten monochromatischen Strahls sein, der die erwünschte Wellenlänge, Intensität und Polarisierung für den Eingangsstrahl IB aufweist. Bei einem Heterodyn-Interferometer kann die Lichtquelle **210** ein Zeeman-Teilungslaser oder eine gewisse andere Quelle sein, die einen Eingangsstrahl IB mit zwei orthogonalen Polarisationskomponenten liefert, die etwas unterschiedliche Wellenlängen aufweisen.

**[0032]** Der PBS **220** teilt einen einfallenden Strahl von der Lichtquelle **210** gemäß einer linearen Polarisierung. Der PBS **220** richtet einen Referenzstrahl RB, der eine erste lineare Polarisierung aufweist, zu dem Referenzreflektor **230** und richtet einen Messungsstrahl MB, der eine zweite lineare Polarisierung aufweist, zu dem Messungsreflektor **240** hin. [Fig. 2A](#) stellt ein Beispiel dar, bei dem die Komponente, die in dem PBS **220** reflektiert wird, den Referenzstrahl RB

bildet, aber entweder der reflektierte Strahl oder der durchgelassene Strahl könnten gleichermaßen gut für den Referenzstrahl verwendet werden (oder den Messungsstrahl). Idealerweise ist die lineare Polarisation des Referenzstrahls RB orthogonal zu der linearen Polarisation des Messungsstrahls MB.

**[0033]** Der Referenzreflektor **230** und der Messungsreflektor **240** sind vorzugsweise identische polarisationsbewahrende Retroreflektoren, wie es beispielsweise oben mit Bezug auf [Fig. 1A](#) und [Fig. 1B](#) beschrieben ist. Ein Vorteil eines Verwendens von Retroreflektoren ist eine Reduzierung von Ausrichtungsfehlern, die den relativen Ausrichtungen der Reflektoren **230** und **240** zugeordnet sind. Ferner gibt der Referenzreflektor **230**, der ein Retroreflektor ist, den Referenzstrahl RB zu dem PBS **220** entlang einem Weg zurück, der parallel zu, aber versetzt von dem einfallenden Weg des Referenzstrahls RB von dem PBS **220** ist. Der Messungsstrahl MB kehrt auf ähnliche Weise zu dem PBS **220** von dem Messungsreflektor **240** entlang einem Weg zurück, der den gleichen Versatz von dem ausgehenden Weg von dem PBS **220** aufweist. Folglich fallen der zurückkehrende Referenz- und der Messungsstrahl bei dem gleichen Punkt an der Polarisationsbeschichtung bei dem PBS **220** ein, so dass der PBS **220** den Messungs- und den Referenzstrahl in einen Ausgangsstrahl OB rekombiniert.

**[0034]** Messungselektronik **250** empfängt den Ausgangsstrahl OB und kann den rekombinierten Messungs- und den Referenzstrahl analysieren oder vergleichen, um die Bewegung des Messungsreflektors **240** (oder des Referenzreflektors **230**) zu messen. Ein Analysetyp für ein Homodyn-Interferometer misst Veränderungen bei der Phasendifferenz zwischen dem Messungsstrahl und dem Referenzstrahl, z. B. unter Verwendung einer Störung bzw. Interferenz des Messungs- und des Referenzstrahls. Alternativ gibt eine Messung der Dopplerverschiebung bei dem Messungsstrahl die Geschwindigkeit des Messungsreflektors an. Die Dopplerverschiebung kann bei einem Heterodyn-Interferometer als eine Veränderung bei einer Schlagfrequenz gemessen werden, die aus einer Kombination des Messungs- und des Referenzstrahls resultiert. Ein Lecken eines Abschnitts des Referenzstrahls RB in den Messungsstrahl MB vor einer Reflexion von dem Messungsreflektor **240** oder ein Lecken eines Abschnitts des Messungsstrahls MB in den Referenzstrahl RB bringt allgemein Frequenzkomponenten ein, die das erwünschte Schlag-signal schwieriger zu messen machen. Die polarisationsbewahrenden Retroreflektoren **230** und **240** helfen, ein Lecken zwischen dem Messungs- und dem Referenzstrahl zu vermeiden, und können deshalb die Fähigkeit des Interferometers **200** verbessern, eine Bewegung des Messungsreflektors **240** genau zu messen.

**[0035]** Polarisationstransformierende Retroreflektoren können ebenfalls helfen, ein Lecken zwischen dem Messungsstrahl MB und dem Referenzstrahl RB bei Interferometern zu vermeiden. [Fig. 2B](#) zeigt ein Interferometer **200B**, das das gleiche wie das Interferometer **200** von [Fig. 2A](#) ist, außer dass das Interferometer **200B** polarisationstransformierende Retroreflektoren **235** und **245** anstelle der polarisationsbewahrenden Retroreflektoren **230** und **240** verwendet, die bei dem Interferometer **200** verwendet werden. Die Wege des Messungsstrahls MB und des Referenzstrahls RB bei dem Interferometer **200B** sind die gleichen, wie es oben für das Interferometer **200** beschrieben ist, außer dass die polarisationstransformierenden Retroreflektoren **235** und **245** die jeweiligen Polarisierungen des Referenzstrahls RB und des Messungsstrahls MB um  $90^\circ$  drehen. Folglich durchläuft der Referenzstrahl RB, der anfänglich von der Polarisationsbeschichtung in dem PBS **220** reflektiert, die Polarisationsbeschichtung nach Reflexionen von dem polarisationstransformierenden Retroreflektor **235** und der Messungsstrahl MB, der anfänglich die Polarisationsbeschichtung in dem PBS **220** durchläuft, reflektiert von der Polarisationsbeschichtung nach Reflexionen von dem polarisationstransformierenden Retroreflektor **245**. Diese Veränderung bewegt den Ausgangsstrahl OB zu einer unterschiedlichen Seite des PBS **220**.

**[0036]** Verglichen mit dem Interferometer **200** liefert das Interferometer **200B** mehr Raum für die Strukturen, die einem Richten des Eingangsstrahls IB in den PBS **220** und einem Richten des Ausgangsstrahls OB zu der Messungselektronik **250** zugeordnet sind. Folglich können optische Komponenten, wie beispielsweise der PBS **220** und die Retroreflektoren **235** und **245**, kleiner gemacht werden und ermöglichen immer noch einen ausreichenden Raum für Strahleingangs- und -ausgangssysteme. Zusätzlich reflektiert bei dem Interferometer **200B** die Polarisationsbeschichtung in dem PBS **220** sowohl den Referenzstrahl RB als auch den Messungsstrahl MB einmal und lässt jeden Strahl einmal durch, wodurch gleiche Auslöschungsverhältnisse für beide Strahlen geliefert werden. Die Polarisationssteuerung der polarisationstransformierenden Retroreflektoren **235** und **245** reduziert zyklische Fehler bei Messungen immer noch, verglichen mit Systemen, die herkömmliche Retroreflektoren verwenden.

**[0037]** [Fig. 3](#) stellt ein Planspiegelinterferometer **300** gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung dar. Das Interferometer **300** kann im Allgemeinen einem kommerziellen Planspiegelinterferometer ähnlich sein, wie beispielsweise dem Planspiegelinterferometer 10706A von Agilent Technologies, Inc., aber das Interferometer **300** umfasst die polarisationsbewahrenden Retroreflektoren **230** und **350** gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung.

**[0038]** Das Planspiegelinterferometer **300** unterscheidet sich von dem Interferometer **200** von [Fig. 2A](#) dahingehend, dass der Messungsreflektor **340** ein planarer Spiegel ist. Der Messungsstrahl MB von dem PBS **220** bei dem Interferometer **300** ist idealerweise normal zu der Oberfläche eines planaren Reflektors **340**, so dass der reflektierte Messungsstrahl von dem planaren Reflektor **340** auf dem gleichen Weg wie der einfallende Messungsstrahl zurückkehrt. ([Fig. 3](#) zeigt einen einfallenden und einen reflektierten Strahl mit Trennungen, um die Strahlwege in dem Interferometer **300** besser darzustellen, aber idealerweise sind der einfallende und der reflektierte Strahl von dem planaren Reflektor **340** kollinear.)

**[0039]** Eine Viertelwellenplatte **320** und ein polarisationsbewahrender Retroreflektor **350** sind dem Weg des Messungsstrahls MB hinzugefügt, um einen Versatz zu liefern, der den Messungsstrahl MB für ein Rekombinieren mit dem Referenzstrahl RB ausrichtet, und um eine zweite Reflexion des Messungsstrahls MB von dem Messungsreflektor **340** zu liefern. Ein Paar von Durchläufen des Messungsstrahls MB durch die Viertelwellenplatte **320**, einer vor und einer nach der ersten Reflexion von dem Messungsreflektor **340**, dreht die lineare Polarisation des Messungsstrahls MB wirksam um  $90^\circ$ , so dass der PBS **220** den zurückkehrenden Messungsstrahl MB zu einem polarisationsbewahrenden Retroreflektor **350** hin reflektiert.

**[0040]** Der Retroreflektor **350** gibt den Messungsstrahl MB zu dem PBS **220** nach einem Liefern eines Versatzes zurück, der mit dem Versatz übereinstimmt, den der Referenzreflektor **230** zu dem Referenzstrahl RB liefert. Von dem Retroreflektor **350** reflektiert der Messungsstrahl MB von der Polarisationsbeschichtung in dem PBS **220**, durchläuft die Viertelwellenplatte **320**, reflektiert von dem Messungsreflektor **340** und kehrt durch die Viertelwellenplatte **320** zurück. Die zweite Reflexion von dem Messungsreflektor **340** verdoppelt die Dopplerverschiebung des Messungsstrahls MB wirksam, die resultiert, wenn sich der Messungsreflektor **340** bewegt, und das endgültige Paar von Durchläufen durch die Viertelwellenplatte **320** dreht die lineare Polarisation des Messungsstrahls MB wirksam um weitere  $90^\circ$ . Der Messungsstrahl MB durchläuft dann den PBS **220** und rekombiniert mit dem Referenzstrahl RB, um den Ausgangsstrahl OB zu bilden. Messungselektronik **250** kann den Ausgangsstrahl OB unter Verwendung der oben beschriebenen Techniken analysieren.

**[0041]** Ein Nachteil des Planspiegelinterferometers **300** besteht darin, dass der optische Weg des Messungsstrahls MB in Glaselementen, wie beispielsweise dem PBS **220**, länger als der optische Weg des Referenzstrahls MB in Glas ist. Folglich unterschei-

det sich die Wirkung einer thermischen Ausdehnung des PBS **220** und anderen Elementen an dem Messungsstrahl MB von der Wirkung einer thermischen Ausdehnung des PBS **220** an dem Referenzstrahl RB. Thermische Veränderungen können somit die Messungen bei dem Planspiegelinterferometer **300** beeinflussen und deshalb wird das Planspiegelinterferometer **300** allgemein als thermisch unausgeglichenes bzw. thermisch unsymmetrisch bezeichnet. Die Verwendung der polarisationsbewahrenden Retroreflektoren **230** und **350** jedoch reduziert zyklische Nichtlinearitäten, die andernfalls aus einem Mischen des Messungs- und des Referenzstrahls resultieren könnten.

**[0042]** [Fig. 4](#) zeigt ein thermisch ausgeglichenes Planspiegelinterferometer **400** gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung. Das Interferometer **400** kann allgemein einem kommerziellen Planspiegelinterferometer ähnlich sein, wie beispielsweise dem Hochstabilitäts-Planspiegelinterferometer 10706B von Agilent Technologies, Inc., aber das Interferometer **400** umfasst einen polarisationsbewahrenden Retroreflektor **350** gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung.

**[0043]** Das Interferometer **400** unterscheidet sich von dem Interferometer **300** von [Fig. 3](#) dahingehend, dass der Referenzretroreflektor **230** des Interferometers **300** mit der Kombination einer Viertelwellenplatte **420** und eines planaren Reflektors **430** ersetzt ist. Die Ersetzung verändert den Referenzweg, um den Referenzstrahl RB mit einer optischen Weglänge durch Glas zu versehen, die mit der optischen Weglänge des Messungsstrahls MB durch Glas übereinstimmt. Insbesondere durchläuft der Referenzstrahl RB, der in [Fig. 4](#) der Abschnitt des Eingangsstrahls IB ist, der anfänglich von der Polarisationsbeschichtung in dem PBS **220** reflektiert, die Viertelwellenplatte **420**, reflektiert bei einem normalen Einfall von dem planaren Referenzreflektor **430** und kehrt entlang dem gleichen Weg durch die Viertelwellenplatte **420** zurück. Die zwei Durchläufe durch die Viertelwellenplatte **420** drehen die lineare Polarisation des Referenzstrahls RB um  $90^\circ$ , so dass der Referenzstrahl RB dann den PBS **220** durchläuft und in den polarisationsbewahrenden Retroreflektor **350** entlang dem gleichen Weg eintritt, in dem der Messungsstrahl MB in den Retroreflektor **350** eintritt. Der Retroreflektor **350** gibt einen versetzten Referenzstrahl RB zurück, der den PBS **220** und die Viertelwellenplatte **420** durchläuft, ein zweites Mal von dem Referenzreflektor **430** reflektiert und durch die Viertelwellenplatte **420** zu dem PBS **220** zurückkehrt. Das zweite Paar von Durchläufen durch die Viertelwellenplatte **420** dreht die lineare Polarisation des Referenzstrahls RB um  $90^\circ$ , so dass der Referenzstrahl RB dann von der Polarisationsbeschichtung in dem PBS **220** reflektiert und mit dem Messungsstrahl MB rekombiniert, der die Polarisationsbeschichtung in dem PBS **220** durchläuft.

[0044] Das Interferometer **400** bringt die optischen Weglängen in Glas des Referenz- und des Messungsstrahls in Übereinstimmung, um die nachteiligen Wirkungen zu reduzieren, die Temperaturveränderungen andernfalls auf eine Messungsgenauigkeit haben könnten. Der Messungs- und der Referenzstrahl überqueren jedoch im Wesentlichen den gleichen Weg durch den Retroreflektor **350**, was die Fähigkeit des PBS **220** eliminiert, ein Polarisationsmischen herauszufiltern, das bei dem Retroreflektor **350** auftreten kann. Folglich kann die Verwendung eines polarisationsbewahrenden Retroreflektors, der ein Polarisationsmischen minimiert, eine erhebliche Reduzierung bei zyklischen Nichtlinearitäten bei den Messungen liefern.

[0045] [Fig. 5](#) zeigt ein Mehrachsen-Planspiegelinterferometer **500**. Das Mehrachsen-Planspiegelinterferometer **500** ist dem Planspiegelinterferometer **400** von [Fig. 4](#) ähnlich, aber weist zwei getrennte Eingangsstrahlen I1 und I2 auf, die unterschiedlichen Messungsachsen entsprechen. Bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel teilt ein nichtpolarisierendes Strahlteilelement **510** einen Eingangsstrahl IB (z. B. von einer Lichtquelle **210**, wie es oben beschrieben ist) in zwei getrennte Strahlen I1 und I2, die zu dem PBS **220** eingegeben werden. Der PBS **220** trennt lineare Polarisationskomponenten der Eingangsstrahlen I1 und I2, um zwei Messungsstrahlen M1 und M2 und zwei Referenzstrahlen R1 und R2 zu bilden. Der Messungsstrahl M1 und der Referenzstrahl R1 folgen den oben beschriebenen optischen Wegen, die einen gemeinschaftlich verwendeten Weg durch den polarisationsbewahrenden Retroreflektor **350** umfassen, und rekombinieren, um einen Ausgangsstrahl O1 zu bilden. Der Messungsstrahl M2 und der Referenzstrahl R2 folgen Wegen, die durch einen zweiten polarisationsbewahrenden Retroreflektor **550** verlaufen, bevor dieselben in einem zweiten Ausgangsstrahl O2 rekombiniert werden.

[0046] Die Versätze, die durch das Element **510** und die Retroreflektoren **350** und **550** geliefert werden, steuern eine Trennung zwischen den Ausgangsstrahlen O1 und O2. Die Ausgangsstrahlen O1 und O2 können somit getrennt analysiert werden, um eine Bewegung entlang der Messungsachsen entsprechend den Reflexionspunkten an dem Messungsreflektor **340** zu messen. Auf eine ähnliche Weise können Strahlen für drei oder mehr Messungsachsen durch einen gemeinschaftlich verwendeten PBS **220** geführt werden. Die Verwendung von polarisationsbewahrenden Retroreflektoren für jede Achse reduziert ein Polarisationsmischen und reduziert dadurch zyklische Nichtlinearitäten bei den Messungen.

[0047] [Fig. 6](#) zeigt ein Differenzplanspiegelinterferometer **600** gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung. Das Interferometer **600** kann im Allgemeinen einem kommerziellen Differenzplanspiegelinter-

ferometer ähnlich sein, wie beispielsweise dem Einachsen-Differenzinterferometer 10719A von Agilent Technologies, Inc., aber das Interferometer **600** umfasst einen polarisationsbewahrenden Retroreflektor **350** gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung.

[0048] Das Interferometer **600** ist im Wesentlichen das gleiche wie das Planspiegelinterferometer **400** von [Fig. 4](#), außer dass der feste Referenzreflektor **430** mit einem bewegbaren Reflektor **630** ersetzt ist und ein optionaler Drehspiegel **620** sich zwischen dem PBS **220** und der Viertelwellenplatte **420** befindet. Die optischen Wege in dem Interferometer **600** sind die gleichen, wie dieselben, die hinsichtlich des Interferometers **400** oben beschrieben sind, außer dass der Referenzstrahl RB sich hinaus zu dem bewegbaren Reflektor **630** bewegt und von demselben reflektiert, anstatt einen festen Weg aufzuweisen. Der kombinierte Ausgangsstrahl OB von dem Interferometer **600** umfasst somit eine Messungsstrahlkomponente, die eine Phase und eine Dopplerverschiebung aufweist, die von der Position und der Geschwindigkeit des Messungsreflektors **340** abhängt, und eine Referenzstrahlkomponente, die eine Phase und eine Dopplerverschiebung aufweist, die von der Position und der Geschwindigkeit des Referenzreflektors **630** abhängt. Messungselektronik kann somit die Messungs- und die Referenzstrahlkomponente vergleichen, um eine Differenz zwischen der Position oder Bewegung der Reflektoren **340** und **630** zu bestimmen.

[0049] [Fig. 7](#) zeigt ein Mehrachsen-Differenzplanspiegelinterferometer **700** gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung. Das Interferometer **700** kann allgemein einem kommerziellen Differenzplanspiegelinterferometer ähnlich sein, wie beispielsweise dem Zweiachsen-Differenzinterferometer 10721A von Agilent Technologies, Inc., aber das Interferometer **700** umfasst die polarisationsbewahrenden Retroreflektoren **350** und **550** gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung.

[0050] Das Interferometer **700** ist im Wesentlichen das gleiche wie das Mehrachsen-Planspiegelinterferometer **500** von [Fig. 5](#), außer der Ersetzung des festen Referenzreflektors **430** mit einem bewegbaren Reflektor **630** und der Hinzufügung des optionalen Drehspiegels **620** zwischen dem PBS **220** und der Viertelwellenplatte **420**. Das Interferometer **700** weist, wie das Interferometer **500**, eine erste Messungsachse auf, die Reflexionen von dem Messungsreflektor **340** entspricht, aber die zwei Messungen sind zu entsprechenden Reflexionen von dem bewegbaren Referenzreflektor **630** referenziert.

[0051] [Fig. 8](#) zeigt ein Differenzplanspiegelinterferometer **800** gemäß noch einem anderen Ausführungsbeispiel der Erfindung. Das Interferometer **800**

kann im Allgemeinen einem kommerziellen Differenzplanspiegelinterferometer ähnlich sein, wie beispielsweise dem Differenzinterferometer 10715A von Agilent Technologies, Inc., aber das Interferometer **800** umfasst die polarisationsbewahrenden Retroreflektoren **230** und **350** und einen polarisationstransformierenden Retroreflektor **860** gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung.

**[0052]** Der PBS **220** teilt den Eingangsstrahl IB des Interferometers **800** gemäß einer Polarisation in einen Messungsstrahl MB und einen Referenzstrahl RB. Der optische Weg des Messungsstrahls MB, der anfänglich die Polarisationsbeschichtung bei dem PBS **220** durchläuft, durchläuft die Viertelwellenplatte **320**, reflektiert von dem Messungsreflektor **340** und kehrt durch die Viertelwellenplatte **320** zu dem PBS **220** zurück. Ein zweimaliges Durchlaufen der Viertelwellenplatte **320** dreht die lineare Polarisation des Messungsstrahls MB um  $90^\circ$ , so dass der Messungsstrahl MB dann von der Polarisationsbeschichtung in dem PBS **220** reflektiert und in den polarisationsbewahrenden Retroreflektor **350** eintritt, der den Messungsstrahl MB reflektiert und versetzt. Der Messungsstrahl MB durchläuft dann die Viertelwellenplatte **320**, reflektiert ein zweites Mal von dem Messungsreflektor **340** und kehrt durch die Viertelwellenplatte **320** zu dem PBS **220** zurück. Das zweite Paar von Durchläufen durch die Viertelwellenplatte **320** dreht die lineare Polarisation des Messungsstrahls MB um  $90^\circ$ , so dass der Messungsstrahl MB den PBS **220** durchläuft und in einen polarisationstransformierenden Retroreflektor **860** über eine Reflexion von einem optionalen Drehspiegel **870** eintritt.

**[0053]** Bei einem bevorzugten Ausführungsbeispiel umfasst der polarisationstransformierende Retroreflektor **860** einen unbeschichteten Würfeleckblock **110** und polarisationsmanipulierende Elemente **160** und **170**, die die lineare Polarisation des Messungsstrahls MB (oder des Referenzstrahls RB) wirksam um  $90^\circ$  drehen. Dies kann erreicht werden, falls das Element **160** ein Faraday-Dreher ist, der die linearen Polarisationskomponenten (z. B. um etwa  $13,7^\circ$ ) zu den Richtungen dreht, für die eine Reflexion in dem Block **110** die linearen Polarisationen bewahrt. Das Element **170** ist dann ein Faraday-Dreher und dreht die ausgegebenen linearen Polarisationen um die Größe (z. B. etwa  $76,3^\circ$ ), die benötigt wird, um eine Nettodrehung von  $90^\circ$  der linearen Polarisationen zu erreichen.

**[0054]** Nach der Polarisationsdrehung in dem Retroreflektor **860** tritt der Messungsstrahl MB in den PBS **220** ein und reflektiert von der Polarisationsbeschichtung in den polarisationsbewahrenden Retroreflektor **230**. Der polarisationsbewahrende Retroreflektor **230** reflektiert den Messungsstrahl MB zurück zu dem PBS **220**, bei dem der Messungsstrahl von der Polarisationsbeschichtung reflektiert und mit dem

Referenzstrahl RB rekombiniert.

**[0055]** Der Weg des Referenzstrahls RB, der anfänglich von der Polarisationsbeschichtung in den PBS **220** reflektiert, tritt in den polarisationsbewahrenden Retroreflektor **230** ein, reflektiert zurück zu dem PBS **220** und reflektiert von der Polarisationsbeschichtung in dem PBS **220** in den polarisationstransformierenden Retroreflektor **860**. Auf ein Zurückkehren von dem Retroreflektor **860** hin durchläuft der Referenzstrahl den PBS **220** und die Viertelwellenplatte **320**, reflektiert von einem planaren Referenzreflektor **830** und kehrt durch die Viertelwellenplatte **320** zu dem PBS **220** zurück. Der Messungsstrahl RB reflektiert dann von der Polarisationsbeschichtung in den polarisationsbewahrenden Retroreflektor **350**, kehrt von dem Retroreflektor **350** zu dem PBS **220** zurück, reflektiert von der Polarisationsbeschichtung, durchläuft die Viertelwellenplatte **320**, reflektiert von dem Referenzreflektor **830** und kehrt durch die Viertelwellenplatte **320** zu dem PBS **220** zurück. Der Referenzstrahl RB durchläuft dann die Polarisationsbeschichtung des PBS **220** und rekombiniert mit dem Messungsstrahl MB, um den Ausgangsstrahl OB zu bilden.

**[0056]** Das Interferometer **800**, wie dasselbe oben beschrieben ist, weist drei Retroreflektoren **230**, **350** und **860** auf, die beide Komponentenstrahlen (d. h. der Messungsstrahl MB und der Referenzstrahl RB) durchlaufen. Folglich können Messungen, die aus dem Ausgangsstrahl OB abgeleitet sind, eine größere Genauigkeit erreichen, da jeder der Retroreflektoren **230**, **350** und **860** gemäß der vorliegenden Erfindung ein Mischen der Messungs- und der Referenzstrahlpolarisation minimiert.

**[0057]** Eine Anwendung von polarisationsgesteuerten Retroreflektoren ist nicht auf eine Verwendung bei Interferometern begrenzt. [Fig. 9](#) stellt ein Messungssystem **900** gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung dar, das zum Messen der Wellenlänge oder des Spektralgehalts einer Lichtquelle **910** in der Lage ist. Das System **900** umfasst einen Referenzlaser **920**, einen Polarisationsstrahlteiler **930**, einen Nichtpolarisationsstrahlteiler **940**, polarisationsbewahrende Retroreflektoren **960** und **965** und ein Detektorsystem **970**.

**[0058]** In Betrieb erzeugt die Lichtquelle **910** einen Strahl, der eine unbekannte Wellenlänge oder einen unbekanntenen Spektralgehalt aufweist, und der Referenzlaser **920** erzeugt einen Strahl, der eine bekannte Wellenlänge aufweist. Der Polarisationsstrahlteiler **930** ist positioniert, um den Abschnitt des Strahls von der Lichtquelle **910**, der die lineare Polarisation aufweist, die in dem PBS **930** reflektiert wird, mit dem Abschnitt des Strahls von dem Laser **920** zu kombinieren, der die lineare Polarisation aufweist, die durch den PBS **930** durchgelassen wird. Der kombi-

nierte Strahl fällt an dem Nichtpolarisationsstrahlteiler **940** ein, der einen ersten Abschnitt (z. B. eine Hälfte) des kombinierten Strahls zu dem polarisationsbewahrenden Retroreflektor **960** und einen zweiten Abschnitt des kombinierten Strahls zu dem polarisationsbewahrenden Retroreflektor **965** richtet. Die Strahlen, die von den Retroreflektoren **960** und **965** zurückgegeben werden, fallen auch an dem Nichtpolarisationsstrahlteiler **940** ein und beeinflussen einander gegenseitig, wenn dieselben zu Ausgangsstrahlen O1 kombiniert werden.

**[0059]** Das Detektorsystem **970** misst die Intensitäten der Polarisationskomponenten des Ausgangsstrahls O1 getrennt. Falls das Messungssystem **900** bewahrte Polarisierungen aufweist, weist eine Polarisationskomponente des Ausgangsstrahls O1 die bekannte Wellenlänge auf, die bei dem Referenzlaser **920** erzeugt wird. Der Retroreflektor **960** und/oder der Retroreflektor **965** können bewegt werden, um die Differenz bei den optischen Weglängen der zwei Arme des Systems **900** zu verändern. Die Bewegung der Retroreflektoren **960** und/oder **965** bewirkt, dass die Intensität der Polarisationskomponente steigt und fällt, wenn die Weglängendifferenz zwischen einem Bewirken einer konstruktiven oder einer destruktiven Störung der Komponente, die die bekannte Wellenlänge aufweist, wechselt. Falls die Lichtquelle **910** einen monochromatischen Strahl erzeugt, steigt und fällt die Intensität der Polarisationskomponente, die der Lichtquelle **910** entspricht, gleichermaßen, wenn sich eine Differenz zwischen den Weglängen verändert, und das Verhältnis der Anzahl von Maxima, die für die unbekannte Wellenlänge erfasst wird, zu der Anzahl von Maxima, die für die bekannte Wellenlänge erfasst wird, identifiziert die unbekannte Wellenlänge. Falls die Lichtquelle **910** keinen monochromatischen Strahl erzeugt, wird die Intensitätsmessung der Polarisationskomponente, die der Lichtquelle **910** entspricht, eine Überlagerung von Störmustern bzw. Interferenzmustern sein, und eine Analyse der gemessenen Intensität z. B. unter Verwendung einer Fourier-Analyse oder anderer Techniken kann den Spektralgehalt des Strahls von der Lichtquelle **910** bestimmen.

**[0060]** Der Ausgangsstrahl O2 kann auf ähnliche Weise analysiert werden, um die Messungen zu bestätigen oder zu verbessern, die aus der Analyse des Ausgangsstrahls O1 resultieren.

**[0061]** Die Genauigkeit von Messungen, die bei dem System **900** durchgeführt werden, hängt allgemein von der Fähigkeit ab, Polarisationskomponenten zu unterscheiden und zu trennen, die unterschiedlichen Lichtquellen **910** und **920** entsprechen. Gemäß einem Aspekt der Erfindung reduzieren oder vermeiden die polarisationsbewahrenden Retroreflektoren **960** und **965** ein Mischen der Polarisationskomponenten und ermöglichen deshalb genauere

Messungen.

**[0062]** Obwohl die Erfindung mit Bezug auf spezifische Ausführungsbeispiele beschrieben wurde, ist die Beschreibung lediglich ein Beispiel der Anwendung der Erfindung und sollte nicht als eine Begrenzung aufgefasst werden. Verschiedene Adaptionen und Kombinationen von Merkmalen der offenbarten Ausführungsbeispiele liegen innerhalb des Schutzbereichs der Erfindung, wie derselbe durch die folgenden Ansprüche definiert ist.

### Patentansprüche

1. System, das folgende Merkmale aufweist: eine Quelle (**210**) eines ersten Eingangsstrahls, der eine erste Polarisationskomponente und eine zweite Polarisationskomponente enthält; einen Polarisationsstrahlteiler (**220**), der positioniert ist, um die erste Polarisationskomponente von der zweiten Polarisationskomponente zu trennen; und einen ersten polarisationsmanipulierenden Retroreflektor (**230**), der positioniert ist, um die erste Polarisationskomponente zu reflektieren, bevor die erste Polarisationskomponente und die zweite Polarisationskomponente rekombiniert werden.

2. System gemäß Anspruch 1, das ferner einen zweiten polarisationsmanipulierenden Retroreflektor (**240**) aufweist, um die zweite Polarisationskomponente zu reflektieren, bevor die erste Polarisationskomponente und die zweite Polarisationskomponente rekombiniert werden.

3. System gemäß Anspruch 2, das ferner folgende Merkmale aufweist: einen ersten planaren Reflektor (**340**); und eine Viertelwellenplatte (**320**) zwischen dem ersten planaren Reflektor (**340**) und dem Polarisationsstrahlteiler (**220**), wobei die zweite Polarisationskomponente von dem Polarisationsstrahlteiler (**220**) von dem ersten planaren Reflektor (**340**) einmal, bevor dieselbe von dem zweiten polarisationsmanipulierenden Retroreflektor (**350**) reflektiert, und einmal reflektiert, nachdem dieselbe von dem zweiten polarisationsmanipulierenden Retroreflektor (**350**) reflektiert.

4. System gemäß Anspruch 3, das ferner folgende Merkmale aufweist: einen zweiten planaren Reflektor (**830**) in einem Weg der ersten Polarisationskomponente, wobei die Viertelwellenplatte (**320**) sich zwischen dem Polarisationsstrahlteiler (**220**) und dem zweiten planaren Reflektor (**830**) befindet; und einen polarisationstransformierenden Retroreflektor (**860**), der sich in dem Weg der ersten Polarisationskomponente und in einem Weg der zweiten Polarisationskomponente befindet.

5. System gemäß einem der Ansprüche 1 bis 4,

das ferner folgende Merkmale aufweist:  
 einen ersten planaren Reflektor (340);  
 eine erste Viertelwellenplatte (320) zwischen dem ersten planaren Reflektor (340) und dem Polarisationsstrahlteiler (220), wobei die erste Viertelwellenplatte (320) und der erste planare Reflektor (340) sich in einem Weg der ersten Polarisationskomponente befinden;  
 einen zweiten planaren Reflektor (430); und  
 eine zweite Viertelwellenplatte (420) zwischen dem zweiten planaren Reflektor (430) und dem Polarisationsstrahlteiler (220), wobei sich die zweite Viertelwellenplatte (420) und der zweite planare Reflektor (430) in einem Weg der zweiten Polarisationskomponente befinden.

6. System gemäß Anspruch 5, bei dem der erste planare Reflektor (340) einen Referenzreflektor aufweist und eine feste Position relativ zu dem Polarisationsstrahlteiler (220) aufweist.

7. System gemäß Anspruch 5 oder 6, wobei das System ein Differenzinterferometer aufweist und der erste planare Reflektor (340) und der zweite planare Reflektor (430) entfernt von dem Polarisationsstrahlteiler (220) sind.

8. System gemäß einem der Ansprüche 5 bis 7, das ferner folgende Merkmale aufweist:  
 eine Quelle eines zweiten Eingangsstrahls, der eine dritte Polarisationskomponente und eine vierte Polarisationskomponente enthält, wobei die dritte und die vierte Polarisationskomponente jeweils Polarisierungen aufweisen, die die gleichen sind wie Polarisierungen der ersten und der zweiten Polarisationskomponente; und  
 einen zweiten polarisationsmanipulierenden Retroreflektor, der positioniert ist, um die dritte Polarisationskomponente zu reflektieren, bevor die dritte Polarisationskomponente und die vierte Polarisationskomponente rekombiniert werden.

9. System gemäß Anspruch 8, wobei das System ein Mehrachseninterferometer ist, das eine erste Messungsachse, die dem ersten Eingangsstrahl entspricht, und eine zweite Messungsachse aufweist, die dem zweiten Eingangsstrahl entspricht.

10. System gemäß Anspruch 9, bei dem der erste planare Reflektor (340) einen Referenzreflektor aufweist und eine feste Position relativ zu dem Polarisationsstrahlteiler (220) aufweist.

11. System gemäß einem der Ansprüche 8 bis 10, bei dem das Mehrachseninterferometer ein Differenzinterferometer ist und der erste planare Reflektor (340) und der zweite planare Reflektor (430) entfernt von dem Polarisationsstrahlteiler (220) sind.

12. System gemäß einem der Ansprüche 1 bis

11, wobei das System ein Interferometer aufweist.

13. System gemäß einem der Ansprüche 1 bis 12, bei dem der erste polarisationsmanipulierende Retroreflektor (230) folgende Merkmale aufweist:  
 einen Würfeleckblock (110), der eine reflektierende Beschichtung aufweist;  
 eine erste Verzögerungsplatte (160) in einem Weg eines einfallenden Strahls, der in den Würfeleckblock (110) eintritt; und  
 eine zweite Verzögerungsplatte (170) in einem Weg eines reflektierten Strahls von dem Würfeleckblock, wobei zumindest eine der ersten Verzögerungsplatte (160) und der zweiten Verzögerungsplatte (170) einstellbar ist, um eine langsame Achse zu setzen, um eine erwünschte Polarisierung des reflektierten Strahls zu erreichen.

14. System gemäß einem der Ansprüche 1 bis 12, bei dem der erste polarisationsmanipulierende Retroreflektor (230) folgende Merkmale aufweist:  
 einen Würfeleckblock (110);  
 ein erstes polarisationsmanipulierendes Element (160) in einem Weg eines einfallenden Strahls, der in den Würfeleckblock (110) eintritt, wobei das erste polarisationsmanipulierende Element (160) Polarisierungen der ersten und der zweiten Polarisationskomponente zu Richtungen dreht, für die der Würfeleckblock (110) lineare Polarisierungen bei einem reflektierten Strahl von dem Würfeleckblock (110) erzeugt; und  
 ein zweites polarisationsmanipulierendes Element (170) in einem Weg des reflektierten Strahls, wobei das zweite polarisationsmanipulierende Element (170) die linearen Polarisierungen des reflektierten Strahls zu einer erwünschten Form umwandelt.

15. System zum Analysieren eines Eingangsstrahls, das folgende Merkmale aufweist:  
 eine Quelle (920) eines Referenzstrahls;  
 einen Polarisationsstrahlteiler (930) in einem Weg des Referenzstrahls, wobei der Polarisationsstrahlteiler (930) einen ersten kombinierten Strahl bildet, der einen Abschnitt des Referenzstrahls, der eine erste Polarisierung aufweist, und einen Abschnitt des Eingangsstrahls, der eine zweite Polarisierung aufweist, die orthogonal zu der ersten Polarisierung ist, enthält;  
 einen Nichtpolarisationsstrahlteiler (940) in einem Weg des ersten kombinierten Strahls;  
 einen ersten polarisationsmanipulierenden Retroreflektor (960) in einem Weg eines ersten Ausgangsstrahls von dem Nichtpolarisationsstrahlteiler (940);  
 einen zweiten polarisationsmanipulierenden Retroreflektor (965) in dem Weg eines zweiten Ausgangsstrahls von dem Nichtpolarisationsstrahlteiler (940), wobei der zweite Ausgangsstrahl, nachdem derselbe von dem zweiten polarisationsmanipulierenden Retroreflektor (965) reflektiert, mit dem ersten Ausgangsstrahl kombiniert wird, nachdem derselbe von

dem ersten polarisationsmanipulierenden Retroreflektor (**960**) reflektiert wird, um dadurch einen zweiten kombinierten Strahl zu bilden; und ein Detektorsystem (**970**), das Polarisationskomponenten des zweiten kombinierten Strahls misst.

16. System gemäß Anspruch 15, bei dem jeder des ersten polarisationsmanipulierenden Retroreflektors (**960**) und des zweiten polarisationsmanipulierenden Retroreflektors (**965**) folgende Merkmale aufweist:

einen Würfeleckblock (**110**), der eine reflektierende Beschichtung aufweist;

eine erste Verzögerungsplatte (**160**) in einem Weg eines einfallenden Strahls, der in den Würfeleckblock (**110**) eintritt; und

eine zweite Verzögerungsplatte (**170**) in einem Weg eines reflektierten Strahls von dem Würfeleckblock (**110**), wobei zumindest eine der ersten Verzögerungsplatte (**160**) und der zweiten Verzögerungsplatte (**170**) einstellbar ist, um eine langsame Achse zu setzen, um eine erwünschte Polarisation des reflektierten Strahls zu erreichen.

17. System gemäß Anspruch 15, bei dem jeder des ersten polarisationsmanipulierenden Retroreflektors (**960**) und des zweiten polarisationsmanipulierenden Retroreflektors (**965**) folgende Merkmale aufweist:

einen Würfeleckblock (**110**);

ein erstes polarisationsmanipulierendes Element (**160**) in einem Weg eines einfallenden Strahls, der in den Würfeleckblock (**110**) eintritt, wobei das erste polarisationsmanipulierende Element (**160**) die erste und die zweite Polarisation zu Richtungen dreht, für die der Würfeleckblock (**110**) lineare Polarisationen bei einem reflektierten Strahl erzeugt; und

ein zweites polarisationsmanipulierendes Element (**170**) in einem Weg des reflektierten Strahls von dem Würfeleckblock (**110**), wobei das zweite polarisationsmanipulierende Element (**170**) die linearen Polarisationen des reflektierten Strahls zu einer erwünschten Form umwandelt.

18. System, das folgende Merkmale aufweist:  
eine Quelle eines ersten Eingangsstrahls, der eine erste Polarisationskomponente, die eine erste Polarisation aufweist, und eine zweite Polarisationskomponente enthält, die eine zweite Polarisation aufweist;  
einen Polarisationsstrahlteiler, der positioniert ist, um die erste Polarisationskomponente von der zweiten Polarisationskomponente zu trennen; und  
einen polarisationstransformierenden Retroreflektor, der positioniert ist, um die erste Polarisationskomponente und die zweite Polarisationskomponente zu reflektieren, bevor die erste Polarisationskomponente und die zweite Polarisationskomponente rekombiniert werden, um einen Ausgangsstrahl aus dem Polarisationsstrahlteiler zu bilden.

19. System gemäß Anspruch 18, das ferner folgende Merkmale aufweist:

einen zweiten Retroreflektor;

einen ersten planaren Reflektor;

einen zweiten planaren Reflektor; und

eine Viertelwellenplatte zwischen dem Polarisationsstrahlteiler und dem ersten und dem zweiten planaren Reflektor, wobei:

die erste Polarisationskomponente von dem Polarisationsstrahlteiler von dem ersten planaren Reflektor einmal, bevor dieselbe von dem zweiten Retroreflektor reflektiert, und einmal reflektiert, nachdem dieselbe von dem zweiten Retroreflektor reflektiert; und  
die zweite Polarisationskomponente von dem Polarisationsstrahlteiler von dem zweiten planaren Reflektierenden einmal, bevor dieselbe von dem zweiten Retroreflektor reflektiert, und einmal reflektiert, nachdem dieselbe von dem zweiten Retroreflektor reflektiert.

20. System gemäß Anspruch 18 oder 19, bei dem der polarisationstransformierende Retroreflektor folgende Merkmale aufweist:

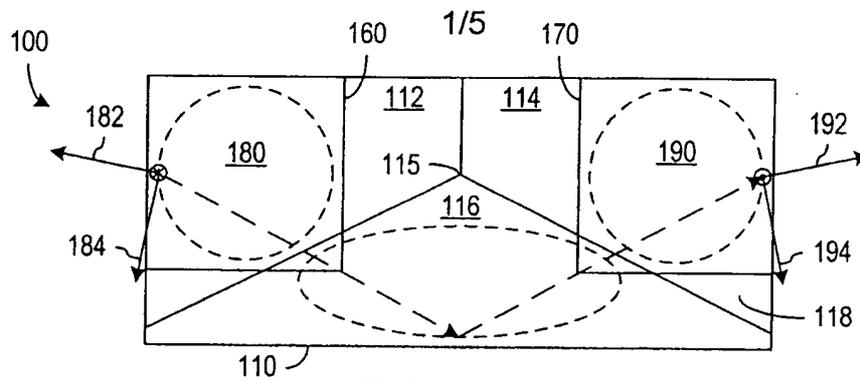
einen Würfeleckblock;

ein erstes polarisationsmanipulierendes Element in einem Weg eines einfallenden Strahls, der in den Würfeleckblock eintritt, wobei das erste polarisationsmanipulierende Element die erste und die zweite Polarisation zu Richtungen dreht, für die der Würfeleckblock lineare Polarisationen bei einem reflektierten Strahl erzeugt; und

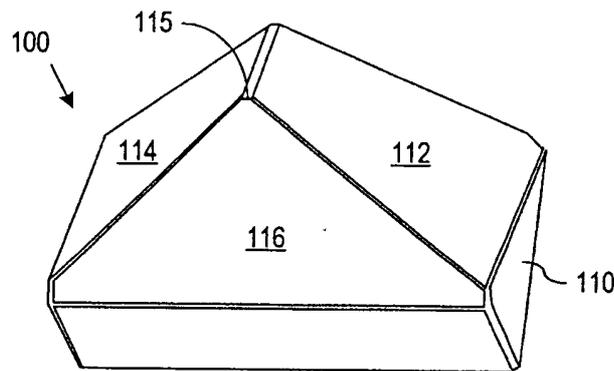
ein zweites polarisationsmanipulierendes Element in einem Weg des reflektierten Strahls von dem Würfeleckblock, wobei das zweite polarisationsmanipulierende Element die linearen Polarisationen des reflektierten Strahls zu einer erwünschten Form umwandelt.

Es folgen 5 Blatt Zeichnungen

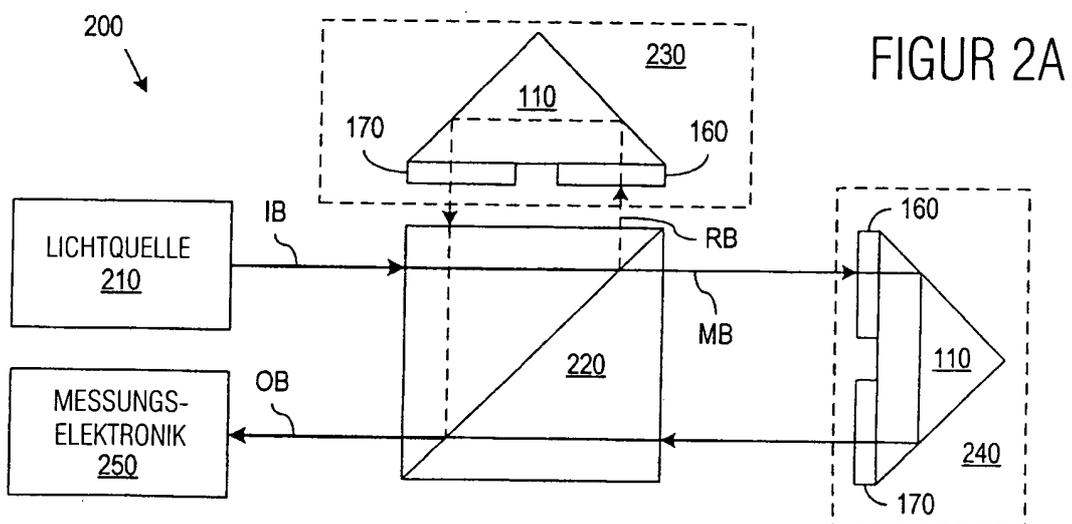
Anhängende Zeichnungen



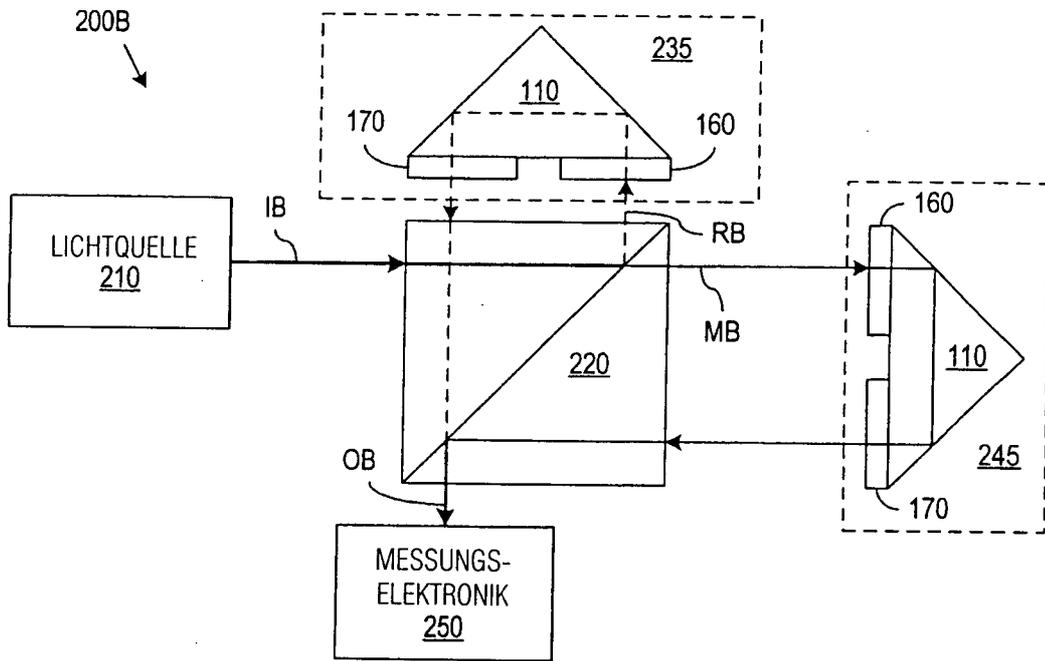
FIGUR 1A



FIGUR 1B

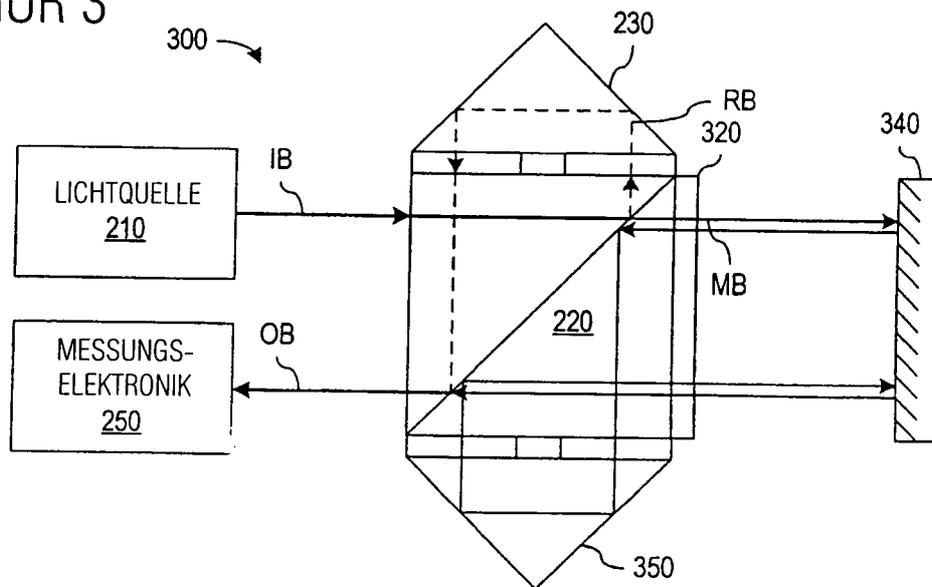


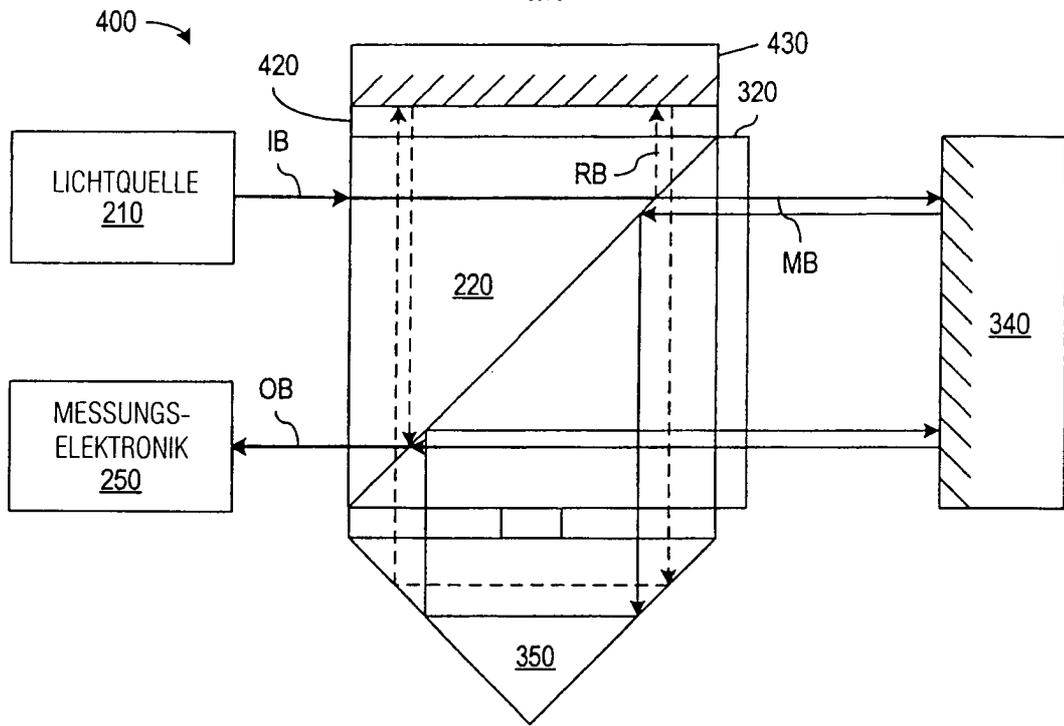
FIGUR 2A



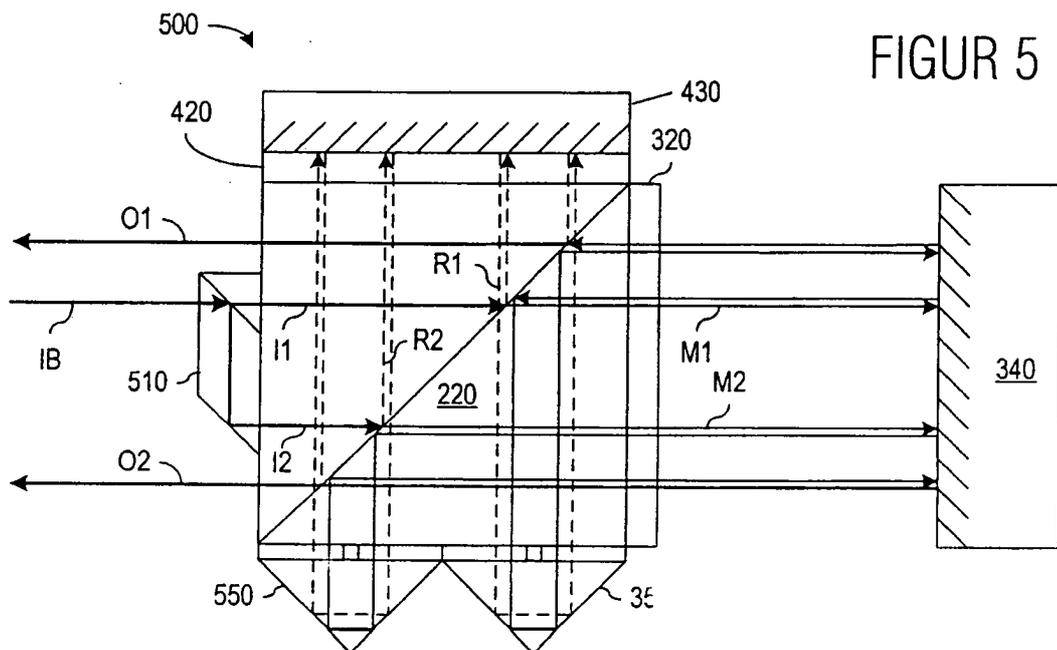
FIGUR 2B

FIGUR 3



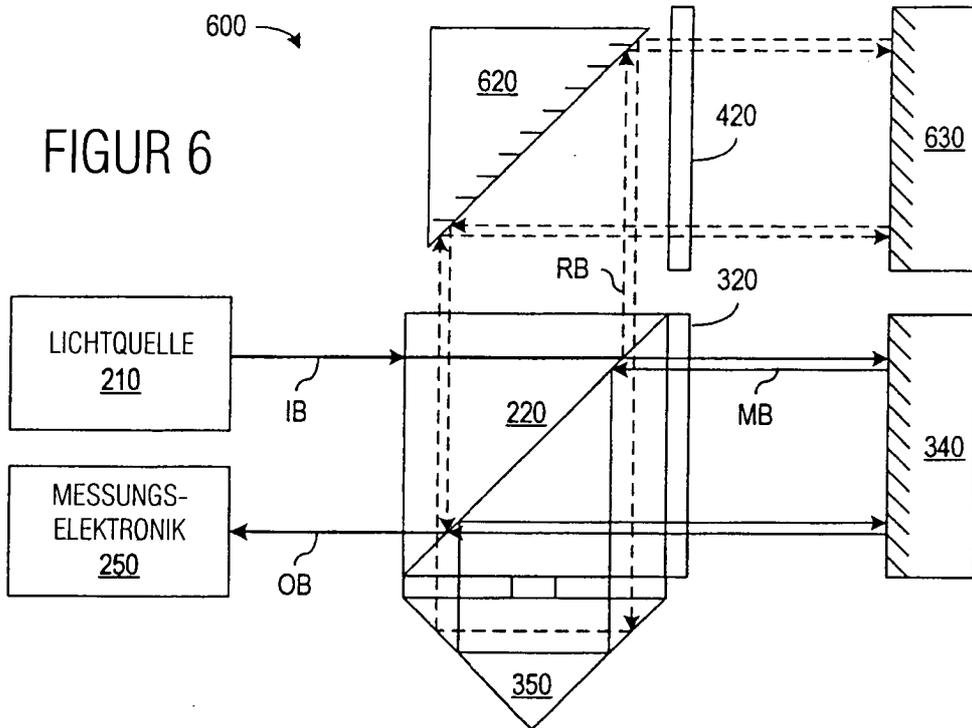


FIGUR 4

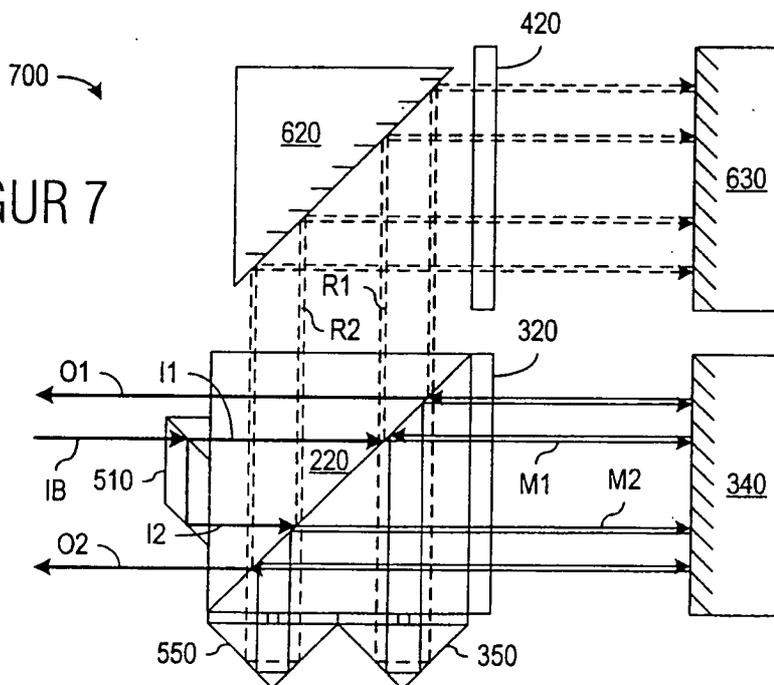


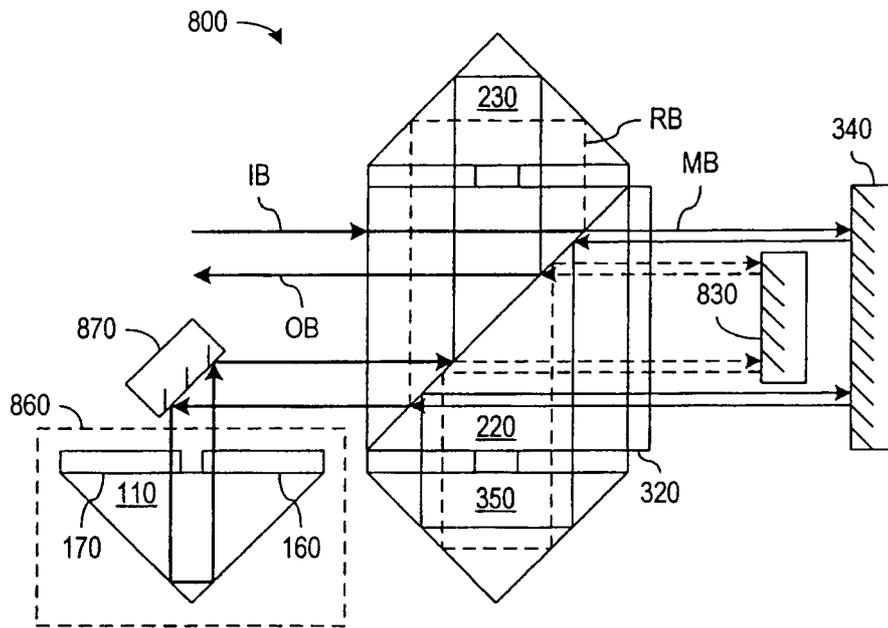
FIGUR 5

FIGUR 6



FIGUR 7





FIGUR 8

FIGUR 9

