



(19)
 Bundesrepublik Deutschland
 Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2007 011 387 A1** 2007.11.15

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2007 011 387.2**

(22) Anmeldetag: **07.03.2007**

(43) Offenlegungstag: **15.11.2007**

(51) Int Cl.⁸: **G02B 3/14 (2006.01)**

G02B 7/09 (2006.01)

G02B 7/10 (2006.01)

G03B 13/36 (2006.01)

G03B 13/34 (2006.01)

H04M 1/02 (2006.01)

H04M 1/21 (2006.01)

(30) Unionspriorität:

10-2006-0021646 08.03.2006 KR

(71) Anmelder:

**Samsung Electro-Mechanics Co., Ltd., Suwon,
 Kyonggi, KR**

(74) Vertreter:

**Patent- und Rechtsanwälte Böck - Tappe - v.d.
 Steinen - Weigand, 97080 Würzburg**

(72) Erfinder:

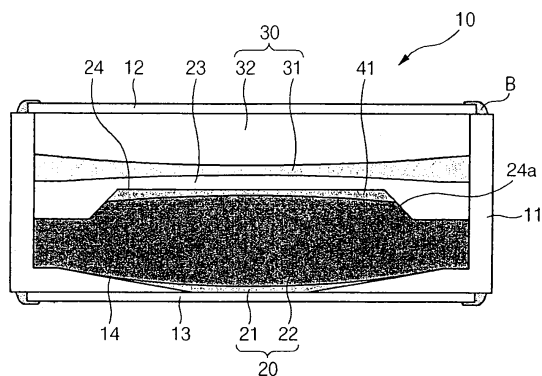
**Kim, Sun Chan, Seoul, KR; Jung, Ha Yong, Suwon,
 Kyonggi, KR; Yang, Jin Hyuck, Suwon, Kyonggi,
 KR; Lee, Young Ho, Yongin, Kyonggi, KR**

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Flüssigkeitslinse**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Flüssigkeitslinse, umfassend einen zylinderförmigen Körper, der ein Paar Glaslinsen umfasst, die jeweils an unteren und oberen Öffnungen des Körpers angebracht sind; eine asphärische lichtdurchlässige Zwischenlinse, die im Mittelbereich des Körpers eingebracht und befestigt ist; einen Autofokus-Linsenabschnitt, umfassend eine erste isolierende Flüssigkeitsschicht und eine erste Elektrolytschicht, die unterhalb der lichtdurchlässigen Zwischenlinse eingefüllt sind, so dass sich zwischen ihnen eine Grenzfläche ausbildet; einen optischen Zoomobliquenabschnitt, umfassend eine zweite isolierende Flüssigkeitsschicht und eine zweite Elektrolytschicht, die oberhalb der lichtdurchlässigen Zwischenlinse eingefüllt sind, so dass sich zwischen ihnen eine Grenzfläche ausbildet; und einen Kleinstautofokus-Linsenabschnitt, umfassend eine dritte isolierende Flüssigkeitsschicht, deren Oberseite die Unterseite der lichtdurchlässigen Zwischenlinse berührt und deren Unterseite zu der ersten Elektrolytschicht eine Grenzfläche ausbildet, so dass die dritte isolierende Flüssigkeitsschicht nicht mit der ersten Elektrolytschicht vermischt wird.



Beschreibung

[0001] Diese Anmeldung stützt sich auf die Koreanische Patentanmeldung Nummer 10-2006-0021646, die am 8. März 2006 beim Koreanischen Amt für Geistiges Eigentum eingereicht wurde und deren Offenbarung durch Bezugnahme mit eingebunden ist.

Stand der Technik

1. Technisches Gebiet

[0002] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf eine Flüssigkeitslinse, die an Mobiltelefonen montiert werden kann. In der Flüssigkeitslinse werden Elektrolytflüssigkeiten und Isolierflüssigkeiten, deren Krümmungen durch Anlegen von Spannung verändert werden, in einen zylinderförmigen Körper eingefüllt, so dass an den oberen und unteren Bereichen in Bezug auf eine lichtdurchlässige Zwischenlinse mehrere Grenzflächen ausgebildet werden. In diesem Zustand können eine optische Zoomfunktion, eine Autofokus-Funktion und eine Kleinstautofokus-Funktion gleichzeitig umgesetzt werden, da eine Menge an elektrischen Ladungen mittels mit den Elektrolyten verbundener Elektroden geregelt wird.

2. Beschreibung des Stands der Technik

[0003] Da in den letzten Jahren zunehmend neue Arten von mobilen Endgeräten, wie Mobiltelefone oder Personal Digital Assistants (PDA), mit integrierter Kamera auf den Markt gebracht wurden, besteht auch eine wachsende Nachfrage nach mobilen Endgeräten mit integrierter Kamera mit hoher Pixelzahl und verschiedenen Funktionen. Eine solche mobile Endgerätekamera umfasst eine Linse, die an einem Bildaufnehmer, wie einem ladungsgekoppelten Bauelement (CCD), komplementären Metall-Oxid-Halbleiter (CMOS) und dergleichen, befestigt ist und so ausgelegt ist, dass durch die Linse ein Bild eines Objekts aufgenommen wird und dass die Daten des aufgenommenen Bildes durch ein vorbestimmtes Speichermedium gespeichert werden können.

[0004] Um entsprechend einem aktuellen Trend eine Leistungsfähigkeit im Megapixelbereich der Kamera zu ermöglichen, muss die Linse nicht nur mit einer ausreichend hohen Auflösung entworfen werden, sondern im Hinblick auf die Montagetoleranz auch größer als die herkömmlichen Sensoren ausgeführt sein.

[0005] Ein an einem mobilen Endgerät angebrachtes und zur Bildaufnahme eines Objekts verwendetes Linsensystem wird gewöhnlich durch verschiedene Arten von Aberrationen, wie sphärische Aberration, Astigmatismus, Verzerrung usw., beeinträchtigt, wobei Form- oder Morphologieverformungen des Objektbildes aufgrund des Einflusses des bei der Bild-

aufnahme des Objekts auf die Linsen einfallenden Lichts unterschiedlicher Wellenlängen verursacht werden. Aus diesem Grund ist es notwendig, Vorkehrungen zu treffen, um das Auftreten von Aberrationen weitestgehend zu unterdrücken.

[0006] Ein derartiges Linsensystem kann Vergrößerungen durchführen, um eine variable Brennweite zu erreichen. Eine Zoomfunktion des Linsensystems kann gewöhnlich dadurch erreicht werden, dass ein Abstand zwischen den Linsen durch eine Relativbewegung zwischen einer Frontlinse mit einem positiven Brechungsindex und einer Hinterlinse mit einem negativen Brechungsindex eingestellt wird. Bei einer gewöhnlichen Kamera wird ein Weitwinkelobjektiv oder ein Teleobjektiv zur Veränderung der Brennweite zwischen einer existierenden Linse und einer Zusatzlinse zusätzlich an der Kamera angebracht, um die Zoomfunktion zu erweitern, wodurch es möglich wird, dass ein Benutzer ein Bild aus verschiedenen Blickwinkeln ohne Positionsveränderung aufnehmen kann.

[0007] Der Zoom wird im Allgemeinen in einen optischen Zoom und einen digitalen Zoom unterteilt. Der optische Zoom bezieht sich auf einen Zustand, bei dem das Bild des Objekts durch variable Brennweite infolge einer Relativbewegung einer an der Kamera angebrachten optischen Linse vergrößert wird. Der digitale Zoom bezieht sich auf einen Zustand, bei dem das Bild des Objekts im CCD vergrößert und anschließend dargestellt wird, genauso wie ein Bild mit einem Grafikprogramm, wie z. B. Photo-Shop oder Ähnlichem, vergrößert wird.

[0008] Beim digitalen Zoom wird das Bild des Objekts im CCD vergrößert, so dass zusätzlicher Platzbedarf für die Bewegung der Linsen entsprechend der Variation der Brennweite entfällt. Somit ist der digitale Zoom hinsichtlich der Miniaturisierung und der Kompaktheit vorteilhaft, er weist jedoch das Problem auf, dass bei der Bildaufnahme im Zoombetrieb keine scharfe Auflösung erreicht werden kann.

[0009] Im Gegensatz dazu wird beim optischen Zoom der Zoombetrieb in Abhängigkeit der Brennweitenveränderung zwischen den Linsen erreicht, wobei Platz für die Bewegung der Linsen entsprechend der Variation der Brennweite benötigt wird. Demzufolge ist der optische Zoom dahingehend unvorteilhaft, dass viel Platz für das Linsenstück und den das Linsenstück umgebenden Objektivtubus benötigt wird. Trotz des Nachteils des vergrößerten Volumens des mobilen Endgeräts können Verbraucher diese Ausführungsform gegenüber dem digitalen Zoom aufgrund der Vorteile der scharfen Auflösung beim Zoombetrieb bevorzugen.

[0010] Da eine aktuelle Markttendenz in Richtung Miniaturisierung und Kompaktheit dennoch eine Ver-

kleinerung des Raumes zum Verändern der Brennweite notwendig macht, haben die Hersteller anstelle von mobilen Endgeräten mit integrierter optischer Zoomfunktion hauptsächlich solche mit integrierter digitaler Zoomfunktion auf den Markt gebracht. Innerhalb der letzten Jahre wurden aber auch mobile Endgeräte mit optischem Zoom auf den Markt gebracht, die die optische Zoomfunktion auf einer Rückseite eines mobilen Endgeräts zur Verfügung stellen können.

[0011] Die Koreanische Patentanmeldung Nummer 2003-0003984 offenbart ein herkömmliches mobiles Endgerät, das eine optische Zoomfunktion zur Verfügung stellen kann. Das aus der Offenlegungsschrift bekannte mobile Endgerät weist einen verbesserten Aufbau des Objektivtubus für einen optischen Zoom auf, der auf eine digitale Kamera und Ähnliches angewandt werden kann, und umfasst mit anderen Worten eine Zoomkamera kleiner Größe und hoher Auflösung, die einfach hergestellt werden kann und die eine Zoomlinsenkonstruktion im Objektivtubus umfasst.

[0012] Die Zoomlinsenkonstruktion umfasst eine Frontlinse, eine Hinterlinse mit einem negativen Brechungsindex, einen inneren Objektivtubus, der eine entlang einer Oberfläche des inneren Objektivtubus ausgeformte schraubenförmige Nut zur Führung einer schraubenförmigen Bewegung der Front- und Hinterlinsen aufweist, und einen äußeren Objektivtubus, der auf der Oberfläche des inneren Objektivtubus aufgesetzt werden kann und der eine auf einer Innenseite des äußeren Objektivtubus ausgeformte Führungsnut zur Führung einer senkrechten Bewegung der Front- und der Hinterlinsen aufweist.

[0013] Bei der wie oben beschrieben aufgebauten Zoomkamera sind die inneren und äußeren Objektivtuben auf einer Seite des mobilen Endgeräts teleskopisch angebracht, derart, dass eine Brennweite der Zoomkamera in Bezug auf die Bewegung zwischen den Linsen variieren kann, wobei die inneren und äußeren Objektivtuben durch den Betrieb eines sich innerhalb des Endgeräts befindenden Motors sequentiell auseinander gefahren werden, wodurch die optische Zoomfunktion erreicht wird. Demzufolge besteht bei der aus der Offenlegungsschrift bekannten Zoomkamera ein Nachteil darin, dass für den Zoombetrieb innerhalb der Kamera viel Platz benötigt wird.

[0014] Da der Motor der Kamera unweigerlich derart betrieben wird, dass die inneren und äußeren Objektivtuben mit der sich darin befindenden Vielzahl von Linsen nach außen aus der Zoomkamera herausgefahren werden, verursacht darüber hinaus der beim Betrieb des Motors entstehende Energieverlust eine Zunahme des Energieverbrauchs des Akkus.

[0015] Um die oben genannten Probleme zu lösen,

wurde eine Flüssigkeitslinse entwickelt, die innerhalb des mobilen Endgeräts wenig Platz einnimmt und deren Energieverbrauch gering ist. Die Flüssigkeitslinse umfasst eine Elektrolytflüssigkeit und eine Isolierflüssigkeit in einem einzigen Objektivtubus, um dazwischen eine Grenzfläche auszubilden, deren Krümmung durch Anlegen einer Spannung an die Elektrolyte durch den Objektivtubus hindurch verändert wird, um die Zoomfunktion zu realisieren.

[0016] Eine Flüssigkeitslinse mit Zoomfunktion ist bereits in der Koreanischen Patentanmeldung Nummer 2005-0033308 mit dem Titel „Zoomkamera mit Flüssigkeitslinse für Mobiltelefon, Steuereinrichtung und Verfahren“ offengelegt und soll nachfolgend unter Bezugnahme auf [Fig. 1](#) erläutert werden.

[0017] [Fig. 1](#) ist ein Schnitt durch eine herkömmliche Flüssigkeitslinse. Unter Bezugnahme auf [Fig. 1](#) umfasst die herkömmliche Flüssigkeitslinse eine erste Linsengruppe **310**, umfassend eine erste Linse **311** mit einem positiven Brechungsindex und eine zweite Linse **312** mit einem negativen Brechungsindex, eine erste Flüssigkeitslinse **300**, umfassend eine zwischen einer leitenden Flüssigkeit und einer nicht leitenden Flüssigkeit ausgeformte Grenzfläche, deren Krümmung als Reaktion auf ein Steuerungssignal für eine Zoomfunktion verändert wird, und eine zweite Linsengruppe **330**, umfassend eine beidseitig asphärisch ausgeformte dritte Linse **331** mit einem positiven Brechungsindex und eine beidseitig asphärisch ausgeformte vierte Linse **332** mit einem negativen Brechungsindex, und einen mit einem vorbestimmten Abstand von der zweiten Linsengruppe **330** räumlich getrennt angeordneten Infrarot-Filter **340**.

[0018] Wie in [Fig. 2](#) gezeigt, wird die herkömmliche, aus der Offenlegungsschrift bekannte Flüssigkeitslinse auf der Grundlage des Phänomens der Elektrobenetzung (electrowetting) betrieben, wobei das Phänomen der Elektrobenetzung durch Verändern des Kontaktwinkels α als Ergebnis einer Veränderung der Oberflächenspannung einer Grenzfläche durch Bewegung der auf der Grenzfläche liegenden Ladungen verursacht wird. Insbesondere wird ein dünnes Isoliermedium auf der Grenzfläche angebracht, um eine hohe Potentialdifferenz der Grenzfläche zu gewährleisten, und die Ladungen in den Elektrolyten haben die Eigenschaft, sich aufgrund chemischer Eigenschaften zu einer Oberseite der Grenzfläche zu bewegen.

[0019] Zu diesem Zeitpunkt, wenn ein elektrisches Feld von außen an die Grenzfläche angelegt wird, werden die Eigenschaften der Ladungen weiter verstärkt, und die Ladungskonzentration wird an einer Dreifachkontaklinie (Triple Contact Line), an der die Grenzflächen einander überdecken, erheblich verstärkt, wobei die abstoßende Wirkung zwischen den Ladungen derart zunimmt, dass die Oberflächen-

spannung am Tröpfchenrand verringert wird.

Vorteile der Erfindung

[0020] Da das Phänomen der Elektrobenetzung zum einfachen Steuern einer winzigen Flüssigkeitsmenge und von Kleinstpartikeln in der Flüssigkeit verwendet werden kann, wurden innerhalb der letzten Jahre zur Anwendung des Phänomens der Elektrobenetzung verschiedene Untersuchungen mit einer Vielzahl von Produkten, wie beispielsweise Flüssigkeitslinsen, Mikropumpen, Anzeigegegeräten, optischen Geräten und mikroelektromechanischen Systemen (MEMS) usw., durchgeführt.

[0021] Eine Flüssigkeitslinse für den Autofokus kann im Vergleich zu einer herkömmlichen, mechanisch betriebenen Linse insbesondere verbesserte Eigenschaften hinsichtlich kleiner Größe, geringen Energieverbrauchs und schnellerer Ansprechrate aufweisen.

[0022] Die wie oben beschrieben aufgebaute Flüssigkeitslinse kann die Zoomfunktion in Abhängigkeit der Krümmungsänderung der Grenzfläche zwischen der leitenden Flüssigkeit und der nicht leitenden Flüssigkeit der einzelnen Flüssigkeitslinse innerhalb des einzigen Objektivtubus, der die Vielzahl von Linsengruppen und die Flüssigkeitslinse umfasst, zur Verfügung stellen, wobei das Problem der Platzbeschränkung durch die herkömmliche optische Zoomlinse, die den teleskopischen Objektivtubus verwendet, gelöst wird. Abgesehen von diesen Vorteilen besteht das Problem bei der herkömmlichen Flüssigkeitslinse jedoch darin, dass die einzige Flüssigkeitslinse durch die Krümmungsänderung zwischen den sich im Objektivtubus befindenden Flüssigkeiten nur eine Zoomfunktion ausführt.

[0023] Außerdem besteht bei der herkömmlichen Flüssigkeitslinse ein Problem darin, dass der Aufbau der Kamera komplizierter wird. Um zu gewährleisten, dass die die Flüssigkeitslinse umfassende Kamera andere Funktionen, wie beispielsweise eine Autofokus-Regelungsfunktion (A/F), neben der Zoomfunktion zur Verfügung stellen kann, muss eine als Frontlinse fungierende zusätzliche Flüssigkeitslinse an der Kamera angebracht werden, wodurch der Aufbau der Kamera noch komplizierter wird.

[0024] Ferner sind die Isolierflüssigkeiten und die Elektrolyte, die die mehreren Grenzflächen ausbilden, aufgrund der Eigenschaften der Flüssigkeitslinse unweigerlich empfindlich gegenüber äußeren Stößen und Schwingungen. Aus diesem Grund kann die Autofokus-Funktion zum Scharfstellen auf ein Objekt nicht auf gewünschte Weise durchgeführt werden, obwohl die optische Zoomfunktion und die Autofokus-Funktion mit kompliziertem Aufbau zur Verfügung gestellt werden.

[0025] Ein Vorteil der vorliegenden Erfindung besteht darin, dass sie eine Flüssigkeitslinse bereitstellt. In der Flüssigkeitslinse werden Elektrolyte und Isolierflüssigkeiten, deren Krümmungen durch Anlegen einer Spannung verändert werden, in einen zylinderförmigen Körper eingefüllt, so dass sie in den oberen und unteren Bereichen in Bezug auf eine lichtdurchlässige Zwischenlinse mehrere Grenzflächen ausformen. In diesem Zustand wird eine Menge an elektrischen Ladungen geregelt, wenn die Krümmungen der Elektrolyte und der Isolierflüssigkeiten durch eine angelegte Spannung sequentiell verändert werden. Dann können eine optische Zoomfunktion und eine Kleinst-Autofokusfunktion gleichzeitig umgesetzt werden.

[0026] Weitere Aspekte und Vorteile des vorliegenden allgemeinen erfinderischen Konzepts werden teilweise durch die folgende Beschreibung erläutert und werden teilweise durch die Beschreibung offensichtlich oder können durch Umsetzung des allgemeinen erfinderischen Konzepts erkannt werden.

[0027] Nach einem Aspekt der Erfindung umfasst die Flüssigkeitslinse einen zylinderförmigen Körper, der ein Paar Glaslinsen umfasst, die jeweils an oberen beziehungsweise unteren Öffnungen des Körpers angebracht sind; eine asphärische lichtdurchlässige Zwischenlinse, die im Mittelbereich des Körpers eingebracht und befestigt ist; einen Autofokus-Linsenabschnitt, umfassend eine erste isolierende Flüssigkeitsschicht und eine erste Elektrolytschicht, die unterhalb der lichtdurchlässigen Flüssigkeitslinse eingefüllt sind, so dass sich zwischen ihnen eine Grenzfläche ausbildet; einen optischen Zoomlinsenabschnitt, umfassend eine zweite isolierende Flüssigkeitsschicht und eine zweite Elektrolytschicht, die oberhalb der lichtdurchlässigen Zwischenlinse eingefüllt sind, so dass sich zwischen ihnen eine Grenzfläche ausbildet; und einen Kleinstautofokus-Linsenabschnitt, umfassend eine dritte isolierende Flüssigkeitsschicht, deren Oberseite die Unterseite der lichtdurchlässigen Zwischenlinse berührt und deren Unterseite zu der ersten Elektrolytschicht eine Grenzfläche ausbildet, so dass die dritte isolierende Flüssigkeitsschicht nicht mit der ersten Elektrolytschicht durchmischt wird.

[0028] Ein weiterer Aspekt der Erfindung besteht darin, dass der Körper eine Innenumfangsfläche aufweist, die mit einer metallbeschichteten Oberfläche unter Verwendung von Gold (Au) ausgeformt ist.

[0029] Ein weiterer Aspekt der Erfindung besteht darin, dass die asphärische Zwischenlinse eine Bodenfläche aufweist, deren Randbereich mit einer um mehr als 90° stumpfwinklig geneigten Oberfläche ausgeformt ist.

[0030] Ein weiterer Aspekt der Erfindung besteht darin, dass die Zwischenlinse aus einem lichtdurchlässigen Material ausgeformt ist.

[0031] Ein weiterer Aspekt der Erfindung besteht darin, dass die Zwischenlinse mit einer hydrophoben Beschichtung oder einer Isolierbeschichtung ausgeformt ist.

[0032] Ein weiterer Aspekt der Erfindung besteht darin, dass in Bezug auf die Zwischenlinse die Flüssigkeiten der ersten isolierenden Flüssigkeitsschicht, der ersten Elektrolytschicht und der dritten isolierenden Flüssigkeitsschicht, die unterhalb der Zwischenlinse aufeinander geschichtet sind, gleiche Eigenschaften aufweisen, und dass die Flüssigkeiten der zweiten isolierenden Flüssigkeitsschicht und der zweiten Elektrolytschicht, die oberhalb der Zwischenlinse aufeinander geschichtet sind, gleiche Eigenschaften aufweisen.

[0033] Ein weiterer Aspekt der Erfindung besteht darin, dass die Flüssigkeiten oberhalb und unterhalb der Zwischenlinse verschiedene Charakteristiken und Eigenschaften aufweisen.

[0034] Ein weiterer Aspekt der Erfindung besteht darin, dass die dritte isolierende Flüssigkeitsschicht durch Krümmungsänderung der oberen Grenzfläche der ersten Elektrolytschicht bewegt wird, wobei an der ersten Elektrolytschicht eine Spannung durch eine sich auf der metallbeschichteten Oberfläche der Innenumfangsfläche des Körpers erstreckende Beschichtung angelegt wird.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0035] Diese und/oder weitere Aspekte und Vorteile des vorliegenden allgemeinen erfinderischen Konzepts werden offensichtlich und können anhand der folgenden Beschreibung der Ausführungsformen in Verbindung mit den beiliegenden Zeichnungen besser erkannt werden, wobei:

[0036] [Fig. 1](#) ein Schnitt durch eine herkömmliche Flüssigkeitslinse ist;

[0037] [Fig. 2](#) eine Konzeptionsdarstellung ist, die ein auf eine Flüssigkeitslinse anwendbares Phänomen der Elektrobenetzung darstellt;

[0038] [Fig. 3](#) ein Schnitt durch eine erfindungsgemäße Flüssigkeitslinse ist;

[0039] [Fig. 4](#) ein vergrößerter Schnitt durch einen seitlichen Bereich der erfindungsgemäßen Flüssigkeitslinse ist;

[0040] [Fig. 5](#) eine perspektivische Darstellung ist, die die Rückseite einer asphärischen lichtdurchlässi-

gen Zwischenlinse darstellt, die auf der erfindungsgemäßen Flüssigkeitslinse angebracht ist; und

[0041] [Fig. 6A](#) bis [Fig. 6D](#) Schnittdarstellungen sind, die einen Betrieb der erfindungsgemäßen Flüssigkeitslinse zeigen.

Detaillierte Beschreibung bevorzugter Ausführungsformen

[0042] In Detail wird nun auf die Ausführungsformen der vorliegenden allgemeinen erfinderischen Idee Bezug genommen, wobei Beispiele durch die beiliegenden Zeichnungen dargestellt sind und identische Bezugszeichen durchgängig auf identische Elemente verweisen. Die Ausführungsformen werden nachfolgend erläutert, um das vorliegende allgemeine erfinderische Konzept unter Bezugnahme auf die Figuren zu erläutern.

[0043] Nachfolgend wird eine bevorzugte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung im Detail unter Bezugnahme auf die beiliegenden Zeichnungen erläutert.

Aufbau der Flüssigkeitslinse

[0044] [Fig. 3](#) ist ein Schnitt durch eine erfindungsgemäße Flüssigkeitslinse. [Fig. 4](#) ist ein vergrößerter Schnitt, der einen seitlichen Bereich der erfindungsgemäßen Flüssigkeitslinse darstellt. [Fig. 5](#) ist eine perspektivische Darstellung, die die Rückseite einer asphärischen lichtdurchlässigen Zwischenlinse, die auf der erfindungsgemäßen Flüssigkeitslinse angebracht ist, darstellt.

[0045] Wie in den Zeichnungen gezeigt, umfasst die Flüssigkeitslinse **10** einen zylinderförmigen Körper **11**, ein Paar Glaslinsen **12** und **13**, einen Autofokus-Linsenabschnitt **20**, einen optischen Zoomlinsenabschnitt **30** und einen Kleinstautofokus-Linsenabschnitt **41**. Die jeweiligen Glaslinsen **12** und **13** sind an oberen und unteren Öffnungen des zylinderförmigen Körpers **11** angebracht und befestigt. Innerhalb des Körpers **11** ist eine Vielzahl von Elektrolytschichten **22** und **32** und eine Vielzahl von isolierenden Flüssigkeitsschichten **21**, **31** und **41** übereinander geschichtet, so dass sich zwischen ihnen eine Vielzahl von Grenzflächen ausbildet, wobei die Elektrolytschichten **22** und **32** und die isolierenden Flüssigkeitsschichten **21**, **31** und **41** unterschiedliche Eigenschaften aufweisen. Die Flüssigkeitslinse **10** ist durch eine lichtdurchlässige Zwischenlinse **23** in obere und untere Bereiche gegliedert.

[0046] Der Körper **11** ist aus Metall oder einem Keramikmaterial ausgeformt. Die Bodenfläche des Körpers **11** ist mit einer geneigten Oberfläche **14** ausgeformt, die nach unten hin zum Mittelbereich geneigt ist. Das Glaslinsenpaar **12** und **13** ist an oberen und

unteren Endflächen des Körpers **11** durch ein Klebemittel B so angebracht und befestigt, dass die oberen und unteren Öffnungen des Körpers **11** abgedeckt werden.

[0047] Die geneigte Oberfläche **14** des Körpers **11** dient zum Fixieren einer ersten isolierenden Flüssigkeitsschicht **21** am Mittelbereich des Körpers **11**, wobei die erste isolierende Flüssigkeitsschicht **21** am untersten Bereich angeordnet ist. Die geneigte Oberfläche **14** ist so ausgeformt, dass die Gesamtgröße des Autofokus-Linsenabschnitts **20** verkleinert werden kann, wenn die dazwischen ausgeformte Grenzfläche entsprechend einer angelegten Spannung gekrümmt wird.

[0048] Im unteren Bereich des Körpers **11** sind die erste isolierende Flüssigkeitsschicht **21** und die erste Elektrolytschicht **22** so übereinander geschichtet, dass sich zwischen ihnen eine Grenzfläche ausformt, wobei die erste isolierende Flüssigkeitsschicht **21** und die erste Elektrolytschicht **22** verschiedene Eigenschaften aufweisen und aus lichtdurchlässigen Flüssigkeiten, die die gleiche Dichte aufweisen, aber nicht miteinander durchmischt werden, ausgeformt sind. Auf der ersten Elektrolytschicht **22** ist eine dritte isolierende Flüssigkeitsschicht **41** sequentiell so geschichtet, dass sich eine weitere Grenzfläche ausformt.

[0049] Die lichtdurchlässige Zwischenlinse **23**, die mit einer asphärischen Oberfläche ausgeformt ist, setzt auf der dritten isolierenden Flüssigkeitsschicht **41** auf, so dass die Oberfläche sowohl der ersten Elektrolytschicht **22** als auch der dritten isolierenden Flüssigkeitsschicht **41** die lichtdurchlässige Zwischenlinse **23** berührt. Unterhalb der Zwischenlinse **23** ist der Autofokus-Linsenabschnitt **20**, umfassend die dritte isolierende Flüssigkeitsschicht **41**, die als Kleinstautofokus-Linsenabschnitt dient, ausgeformt.

[0050] Wenn im Autofokus-Linsenabschnitt **20** an die erste Elektrolytschicht **22**, die zu der ersten Isolierschicht **21** eine Grenzfläche ausbildet, Spannung angelegt wird, wird die Krümmung der ersten Elektrolytschicht **22**, die eine leitende Flüssigkeit umfasst, verändert. Dann wird die erste isolierende Flüssigkeitsschicht **21** nach oben hin konvex, so dass eine Autofokus-Funktion (A/F) durchgeführt wird.

[0051] Da eine elektrische Ladungsmenge beim Steuern einer an die erste Elektrolytschicht **22** anzulegenden Spannung erhöht oder reduziert wird, ändert sich die Krümmung der Oberseite der ersten Elektrolytschicht **22**. Dann wird die dritte Elektrolytschicht **41** entweder gleichzeitig mit oder sequentiell nach der ersten isolierenden Flüssigkeitsschicht nach unten hin konvex, so dass eine Kleinstautofokusfunktion (A/F) durchgeführt wird.

[0052] Funktionelle Unterschiede zwischen der Autofokusfunktion und der Kleinstautofokusfunktion und der entsprechende Betrieb sollen nachfolgend unter Bezugnahme auf den funktionellen Aufbau der Flüssigkeitslinse erläutert werden.

[0053] Die Zwischenlinse **23**, die auf dem Autofokus-Linsenabschnitt **20** aufsetzt, und die dritte isolierende Flüssigkeitsschicht **41** sind mit einer asphärischen Oberfläche ausgeformt, deren Oberseite konvex und deren Unterseite konkav ist. Die Zwischenlinse **23** ist als lichtdurchlässige Linse, zum Beispiel als lichtdurchlässige Kunststofflinse oder Glaslinse, ausgeformt. Die Umfangsfläche der Zwischenlinse **23** ist formschlüssig am Mittelbereich der Innenumfangsfläche des Körpers **11** angebracht. Ferner dient die Zwischenlinse **23** dazu, die erste Flüssigkeitslinse **10** in den Autofokus-Linsenabschnitt **20**, umfassend die dritte Elektrolytschicht **41**, die erste Elektrolytschicht **22** und die erste isolierende Flüssigkeitsschicht **21**, und die optische Sammellinse **30**, umfassend die zweite Elektrolytschicht **32** und die zweite isolierende Flüssigkeitsschicht **31**, aufzugliedern.

[0054] Die asphärische lichtdurchlässige Zwischenlinse **23** weist eine Nut **24** auf, die sich mit einer vorbestimmten Tiefe in den Mittelbereich der unteren Fläche erstreckt. Am Randbereich der Nut **24** ist eine um mehr als 90°C stumpfwinklig geneigte Oberfläche **24a** vorgesehen. Bei einem solchen Aufbau mit geneigter Oberfläche **24a**, ist die dritte Elektrolytschicht **41**, die in die Nut **24** eingebracht ist, mit einer kleineren Größe ausgeformt als die isolierende Flüssigkeitsschicht oberhalb der Zwischenlinse **23**. Durch die geneigte Oberfläche **24a** konzentriert sich die dritte Elektrolytschicht **41** am Mittelbereich.

[0055] Auf der Oberfläche der Zwischenlinse **23** ist eine hydrophobe Beschichtung so ausgeformt, dass die oberen und unteren Isolierflüssigkeiten an der Oberfläche der Zwischenlinse **23** absorbiert werden. Anschließend werden die jeweiligen Isolierflüssigkeiten am Mittelbereich der Zwischenlinse **23** fixiert, so dass ein stabiler Betrieb durchgeführt wird.

[0056] Zudem kann die Zwischenlinse **23** mit einer Isolierbeschichtung ausgeformt sein, wobei die Isolierbeschichtung in manchen Fällen aus dem selben Material zusammengesetzt werden kann wie die Innenumfangsfläche des Körpers **11**.

[0057] Im optischen Zoomlinsenabschnitt **30**, der auf den Autofokus-Linsenabschnitt **20** geschichtet ist, sind eine zweite isolierende Flüssigkeitsschicht **31** und eine zweite Elektrolytschicht **32** so übereinander geschichtet, dass sich zwischen ihnen eine Grenzfläche ausbildet, wobei die zweite isolierende Flüssigkeitsschicht **31** und die zweite Elektrolytschicht **32** aus Flüssigkeiten, die gleiche Eigenschaften aufweisen, ausgeformt sind. Wenn an die zweite

Elektrolytschicht **32** Spannung angelegt wird, wird die Grenzfläche zwischen der zweiten isolierenden Flüssigkeitsschicht **31** und der zweiten Elektrolytschicht **32** gekrümmt. Dann wird die zweite Elektrolytschicht **31** nach oben hin konvex, so dass eine optische Zoomfunktion durchgeführt werden kann.

[0058] Die jeweiligen Isolierflüssigkeiten und Elektrolytflüssigkeiten, die derart übereinander geschichtet sind, dass sie die mehreren Grenzflächen im Autofokus-Linsenabschnitt **20** und im optischen Zoomlinsenabschnitt **30** ausformen, weisen unterschiedliche Eigenschaften auf. Die Elektrolytflüssigkeiten setzen sich hauptsächlich aus Wasser (H₂O) zusammen, dem anorganische Salze und ein polares Lösungsmittel zugesetzt werden. Die Isolierflüssigkeiten setzen sich hauptsächlich aus Siliziumöl zusammen, dem ein unpolares Lösungsmittel zugesetzt wird. Wenn die Elektrolytflüssigkeit und Isolierflüssigkeit einander berühren, werden sie nicht durchmischt, bilden aber eine Grenzfläche mit vorbestimmter Krümmung aus.

[0059] Die die ersten und die zweiten Elektrolytschichten **22** und **31** bildenden Flüssigkeiten umfassen gleiche Bestandteile, weisen aber unterschiedliche Zusammensetzungen auf, so dass sich ihre Eigenschaften unterscheiden. In ähnlicher Weise umfasst die Isolierflüssigkeit der ersten isolierenden Flüssigkeitsschicht **21** die gleichen Bestandteile wie die zweite isolierende Flüssigkeitsschicht **31**, wobei sich die Eigenschaften von denen der zweiten isolierenden Flüssigkeitsschicht **31** unterscheiden.

[0060] In Bezug auf die Zwischenlinse **23** weisen die Flüssigkeiten der ersten isolierenden Flüssigkeitsschicht **21**, der ersten Elektrolytschicht **22** und die dritten Elektrolytschicht **41**, die unterhalb der Zwischenlinse **23** übereinander geschichtet sind, gleiche Charakteristiken auf, und die Flüssigkeiten der zweiten isolierenden Flüssigkeitsschicht **31** und der zweiten Elektrolytschicht **32**, die oberhalb der Zwischenlinse **23** übereinander geschichtet sind, weisen gleiche Charakteristiken auf. Alternativ umfassen die oberhalb und unterhalb der Zwischenlinse **23** angeordneten Flüssigkeiten die Isolierflüssigkeit und Elektrolyte, deren Charakteristiken sich voneinander unterscheiden.

[0061] Wie in [Fig. 4](#) gezeigt, weist der die Flüssigkeitslinse **10** umfassende Körper **11** eine mit einer metallbeschichteten Oberfläche **15** ausgeformte Umfangsfläche auf, die als Elektrode fungieren kann. Die beschichtete Oberfläche **15** ist durch ein Beschichtungsverfahren unter Verwendung von Gold (Au) ausgeformt. Gold reagiert nur schwach in Kontakt mit verschiedenen Flüssigkeiten.

[0062] Auf der metallbeschichteten Oberfläche **15** ist eine Beschichtung **16** ausgeformt, die als Isolier-

beschichtung dient, so dass isolierende Oberflächen ausgeformt sind, die die mehreren Flüssigkeiten berühren. Auf den Grenzflächen der Randbereiche der jeweiligen Elektrolytschichten **22** und **32** sind erweiternde Beschichtungen **17a** und **17b** ausgeformt, um an die Elektrolytschichten **22** beziehungsweise **32** Spannung anzulegen. Ein an den Körper **11** übertragenes, elektrisches Signal wird durch die Beschichtungen **17a** und **17b**, die mit den Elektrolytschichten **22** beziehungsweise **33** verbunden sind, an die Elektrolyte übertragen.

Funktionsweise der Flüssigkeitslinse

[0063] Die [Fig. 6A](#) bis [Fig. 6D](#) sind Schnittdarstellungen, die einen Betrieb der erfindungsgemäßen Flüssigkeitslinse darstellen. [Fig. 6A](#) zeigt einen Ausgangszustand vor dem Anlegen der Spannung. [Fig. 6B](#) zeigt einen Zustand, bei dem Spannung an den Autofokus-Linsenabschnitt angelegt wird. [Fig. 6C](#) zeigt einen Zustand, bei dem Spannung gleichzeitig an den optischen Zoomlinsenabschnitt und den Autofokus-Linsenabschnitt angelegt wird. [Fig. 6D](#) zeigt einen Zustand, bei dem Spannung gleichzeitig an den Autofokus-Linsenabschnitt, den optischen Zoomlinsenabschnitt und den Kleinstautofokus-Linsenabschnitt angelegt wird.

[0064] In einem in [Fig. 6A](#) gezeigten Ausgangszustand, bei dem keine Spannung angelegt wird, weisen die erste isolierende Flüssigkeitsschicht **21** und die dritte isolierende Flüssigkeitsschicht **41** des Autofokus-Linsenabschnitts **20** beziehungsweise die zweite Elektrolytschicht **31** des optischen Zoomlinsenabschnitts **30** ihre kleinste Dicke auf. Zu diesem Zeitpunkt bildet die erste Elektrolytschicht **22** zu den isolierenden Flüssigkeitsschichten **21** beziehungsweise **41** Grenzflächen vorbestimmter Krümmung aus. Ferner bildet die zweite Elektrolytschicht **32** zu der isolierenden Flüssigkeitsschicht **31** eine Grenzfläche vorbestimmter Krümmung aus.

[0065] Wenn an den Autofokus-Linsenabschnitt **20** des Körpers **11** Spannung angelegt wird, um den Autofokus-Antrieb durchzuführen, wird Spannung an den Randbereich der ersten Elektrolytschicht **21** durch die metallbeschichtete Oberfläche **15** der Innenumfangsfläche des Körpers **11** angelegt. Aus diesem Grund wird die erste Elektrolytschicht **22**, wie in [Fig. 6B](#) gezeigt, angetrieben, so dass die Krümmung der dazwischen ausgeformten Grenzfläche variiert wird. Zudem wird die erste isolierende Flüssigkeitsschicht **21** durch die Verschiebung der veränderten Krümmung der ersten Elektrolytschicht **22** nach oben hin konvex gekrümmt. Anschließend wird der Autofokus-Linsenabschnitt bewegt.

[0066] [Fig. 6C](#) ist eine Schnittdarstellung beim Betrieb des optischen Zoomabschnitts **30** der Flüssigkeitslinse. Wenn an den Körper **11** Spannung ange-

legt wird, wird die Spannung über die metallbeschichtete Oberfläche **15** des Körpers **11** an die obere Beschichtung **17a** am Randbereich der zweiten Elektrolytschicht **32** so angelegt, dass der optische Zoomlinsenabschnitt **30** angetrieben wird. Dann wird die zweite Elektrolytschicht **32**, die auf der lichtdurchlässigen Zwischenlinse **23** geschichtet ist, angetrieben, so dass die Krümmung der Grenzfläche zu der zweiten isolierenden Flüssigkeitsschicht **31** variiert wird. Der obere Bereich der zweiten isolierenden Flüssigkeitsschicht **31** wird mit der Verschiebung der Grenzfläche konvex gekrümmt. Dann wird der optische Zoomlinsenabschnitt **30** angetrieben.

[0067] Die Krümmungsverschiebung der zweiten Elektrolytschicht **32** wird durch Ändern der Ladungsmenge, die an die zweite Elektrolytschicht **32** übertragen wird, geregelt. Dementsprechend wird eine optische Zoomvergrößerung festgelegt, die der Dicke der zweiten isolierenden Flüssigkeitsschicht **31**, die entsprechend variiert wird, entspricht.

[0068] [Fig. 6D](#) zeigt einen Zustand, bei dem der Autofokus-Linsenabschnitt **20** und der optische Zoomlinsenabschnitt **30** des Körpers **11** gleichzeitig angetrieben werden. In diesem Zustand wird die Krümmung der dritten Elektrolytschicht **41**, die auf der ersten Elektrolytschicht **22** geschichtet ist, mit einer Änderung der Ladungsmenge, die an eine erste Elektrolytschicht **22** übertragen wird, so variiert, dass eine Kleinstautofokus-Funktion durchgeführt wird. Wenn Spannung durch die metallbeschichtete Oberfläche **15** der Innenumfangsfläche des Körpers **11** gleichzeitig an die oberen und unteren Beschichtungen **17a** und **17b** angelegt wird, werden die ersten und zweiten Elektrolytschichten **22** und **32** gleichzeitig angetrieben. Dann werden die optische Zoomfunktion und die Autofokus-Funktion durch Variation der Krümmungen der isolierenden Flüssigkeitsschichten **21** und **31**, die zu den jeweiligen Elektrolytschichten **22** und **32** Grenzflächen ausbilden, gleichzeitig durchgeführt.

[0069] Wenn der Körper zu diesem Zeitpunkt aufgrund externer Stoßeinwirkungen im Zustand von [Fig. 6C](#), bei dem der optische Zoom durchgeführt wird, oder im Zustand von [Fig. 6B](#), bei dem der optische Zoom nicht durchgeführt wird, in Schwingung gerät, wenn sich ein Objekt geringfügig in einem Zustand bewegt, in dem die Autofokus-Funktion durchgeführt wird, so dass der Fokus fixiert wird, oder wenn eine Kleinstautofokusregelung über eine Makrolinse (Nahlinse) notwendig ist, wird Spannung an die Beschichtung **17b**, die sich bis zu der oberen Grenzfläche der ersten Elektrolytschicht **22** erstreckt, angelegt, so dass die Krümmung der oberen Grenzfläche der ersten Elektrolytschicht **22** variiert wird. Dann wird eine Kleinstautofokusregelung durchgeführt, wenn die dritte isolierende Flüssigkeitsschicht **41** auf der ersten Elektrolytschicht **22** nach unten hin

konvex wird.

[0070] Das Anlegen von Spannung bei der Kleinstautofokusregelung kann automatisch durchgeführt werden, nachdem die erste isolierende Flüssigkeitsschicht **21** zum Durchführen der Autofokus-Funktion angetrieben wird. In einigen Fällen kann das Anlegen nur durch manuellen Betrieb über die Beschichtung **17b** durchgeführt werden.

[0071] Wie oben beschrieben, umfasst die erfindungsgemäße Flüssigkeitslinse mit einer solchen Struktur den Autofokus-Linsenabschnitt **20** und den optischen Zoomlinsenabschnitt **30**. Ferner umfasst die Flüssigkeitslinse die asphärische lichtdurchlässige Zwischenlinse **23**, die so angeordnet ist, dass sie die Flüssigkeitslinse in den Autofokus-Linsenabschnitt **20** und den optischen Zoomlinsenabschnitt **30** aufgliedert. Die Elektrolytschichten **22** und **32** und die isolierenden Flüssigkeitsschichten **21** und **31** werden durch Spannungen, die an die jeweiligen Linsenabschnitte **20** und **30** angelegt werden, mit vorbestimmten Krümmungsradien gekrümmt. Ferner wird die dritte isolierende Flüssigkeitsschicht **41** unter der Zwischenlinse **23** durch Ändern der elektrischen Ladungsmenge gleichzeitig oder sequentiell angetrieben. Dann werden die Autofokus-Funktion, umfassend eine Kleinstautofokusfunktion und die optische Zoomfunktion, durch die jeweiligen Linsenabschnitte **20** und **30** in der einzelnen Flüssigkeitslinse gleichzeitig durchgeführt.

[0072] Gemäß der Flüssigkeitslinse der vorliegenden Erfindung wird die dritte Elektrolytschicht dann bewegt, wenn die Größe der Spannung, die an die erste Elektrolytschicht angelegt wird, geregelt wird oder wenn eine separate Spannung an die Metallbeschichtung angelegt wird, so dass die Autofokus-Funktion durchgeführt wird. Zu diesem Zeitpunkt wird die Kleinstautofokusfunktion gleichzeitig oder sequentiell durchgeführt. Aus diesem Grund kann eine präzise Autofokusregelung in Bezug auf ein Objekt durchgeführt werden. Des Weiteren ist es möglich, zu jeder Zeit ein scharfes Bild zu erzielen, da eine Autofokusreaktion sofort bei Auftreten einer Bewegung eines Objekts oder einer Schwingung der Linse ausgeführt wird.

[0073] Obwohl einige Ausführungsformen des vorliegenden allgemeinen erfinderischen Konzepts dargestellt und erläutert wurden, ist für den Fachmann ersichtlich, dass Änderungen in diesen Ausführungsformen gemacht werden können, ohne von den Prinzipien und dem Boden des allgemeinen erfinderischen Konzepts abzuweichen, dessen Umfang in den beigefügten Ansprüchen und ihren Entsprechungen dargelegt ist.

Patentansprüche

1. Flüssigkeitslinse umfassend:
 einen zylinderförmigen Körper, der ein Paar Glaslinsen umfasst, die jeweils an oberen und unteren Öffnungen des Körpers angebracht sind;
 eine asphärische lichtdurchlässige Zwischenlinse, die im Mittelbereich des Körpers eingebracht und befestigt ist;
 einen Autofokus-Linsenabschnitt, umfassend eine erste isolierende Flüssigkeitsschicht und eine erste Elektrolytschicht, die unterhalb der lichtdurchlässigen Zwischenlinse eingefüllt sind, so dass sich zwischen ihnen eine Grenzfläche ausbildet;
 einen optischen Zoomlinsenabschnitt, umfassend eine zweite isolierende Flüssigkeitsschicht und eine zweite Elektrolytschicht, die oberhalb der lichtdurchlässigen Zwischenlinse eingefüllt sind, so dass sich zwischen ihnen eine Grenzfläche ausbildet; und
 einen Kleinstautofokus-Linsenabschnitt, umfassend eine dritte isolierende Flüssigkeitsschicht, deren Oberseite die Unterseite der lichtdurchlässigen Zwischenlinse berührt und deren Unterseite zu der ersten Elektrolytschicht eine Grenzfläche ausbildet, so dass die dritte isolierende Flüssigkeitsschicht nicht mit der ersten Elektrolytschicht durchmischt wird.

2. Flüssigkeitslinse nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Körper eine Innenumfangsfläche mit einer metallbeschichteten Oberfläche unter Verwendung von Gold (Au) aufweist.

3. Flüssigkeitslinse nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die asphärische lichtdurchlässige Zwischenlinse eine Bodenfläche aufweist, deren Randbereich mit einer um mehr als 90° stumpfwinklig geneigten Oberfläche ausgeformt ist.

4. Flüssigkeitslinse nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Zwischenlinse aus einem lichtdurchlässigen Material ausgeformt ist.

5. Flüssigkeitslinse nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Zwischenlinse mit einer hydrophoben Beschichtung oder Isolierbeschichtung ausgeformt ist.

6. Flüssigkeitslinse nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass in Bezug auf die Zwischenlinse die Flüssigkeiten der ersten isolierenden Flüssigkeitsschicht, der ersten Elektrolytschicht und der dritten isolierenden Flüssigkeitsschicht, die unterhalb der Zwischenlinse aufeinander geschichtet sind, gleiche Eigenschaften aufweisen, und die Flüssigkeiten der zweiten isolierenden Flüssigkeitsschicht und der zweiten Elektrolytschicht, die oberhalb der Zwischenlinse aufeinander geschichtet sind, gleiche Eigenschaften aufweisen.

7. Flüssigkeitslinse nach Anspruch 1, dadurch

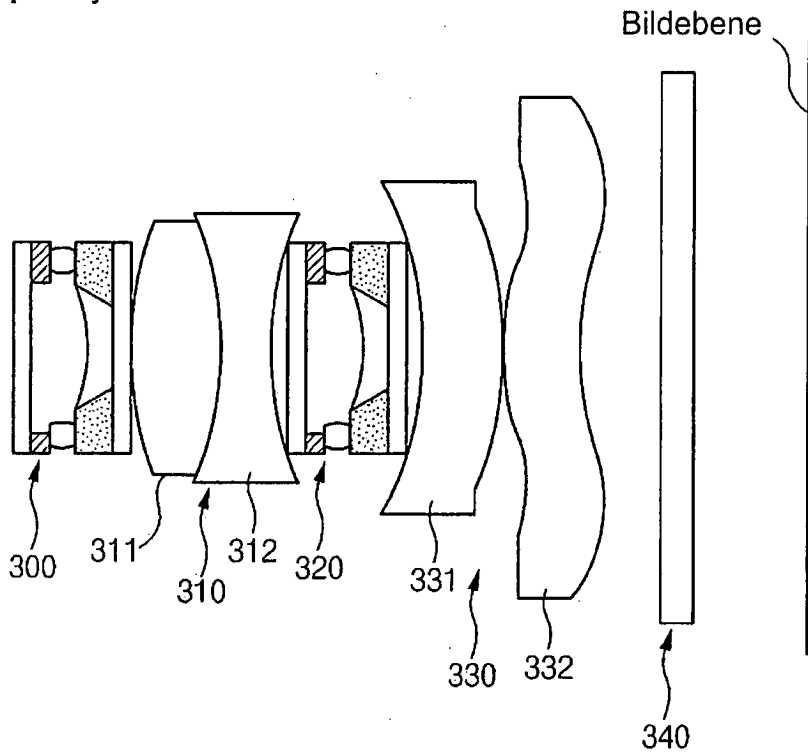
gekennzeichnet, dass die oberhalb und unterhalb der Zwischenlinse befindlichen Flüssigkeiten in Bezug zueinander verschiedene Charakteristiken und Eigenschaften aufweisen.

8. Flüssigkeitslinse nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die dritte isolierende Flüssigkeitsschicht durch Krümmungsänderung der oberen Grenzfläche der ersten Elektrolytschicht bewegt wird, wobei an der ersten Elektrolytschicht eine Spannung durch eine sich auf der metallbeschichteten Oberfläche der Innenumfangsfläche des Körpers erstreckende Beschichtung angelegt wird.

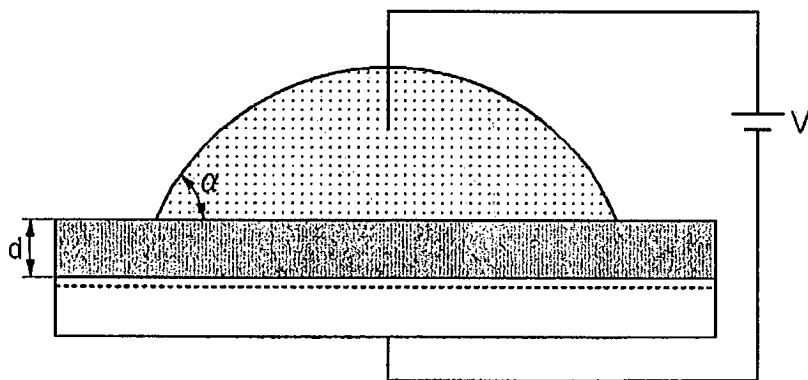
Es folgen 4 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

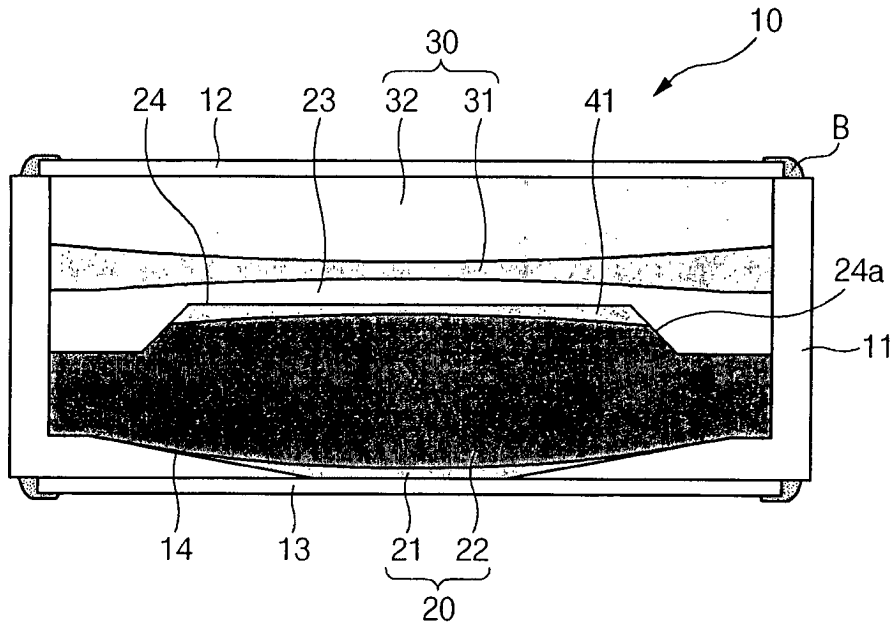
[FIG. 1]



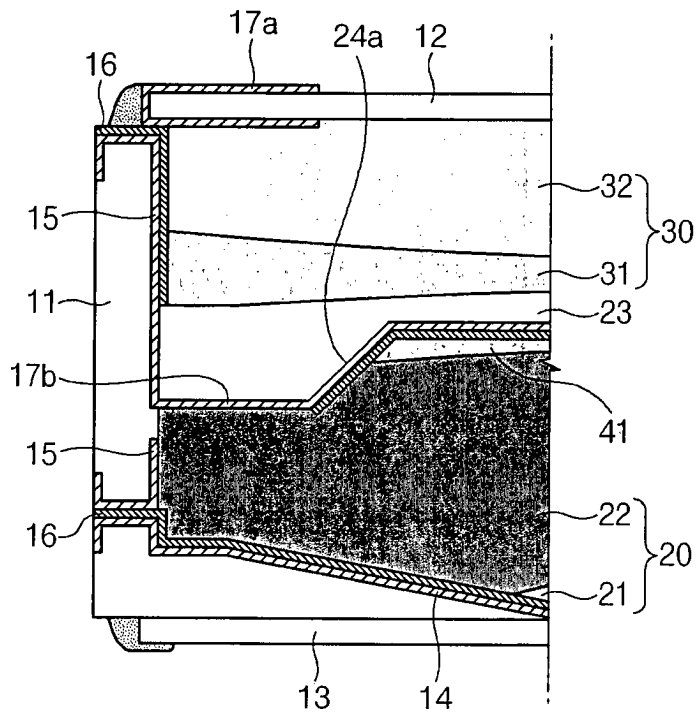
[FIG. 2]



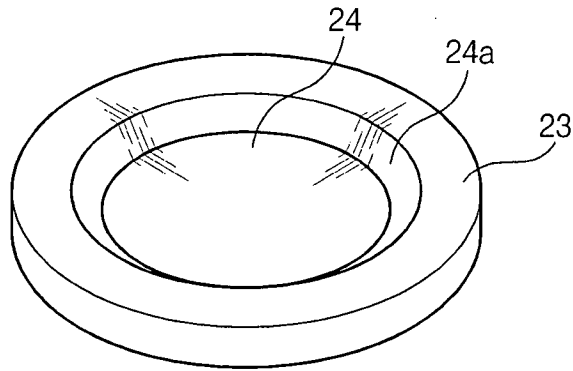
[FIG. 3]



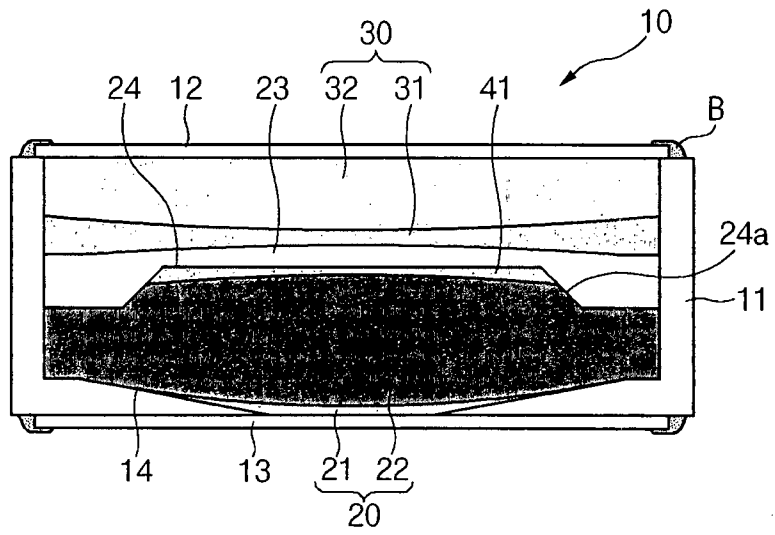
[FIG. 4]



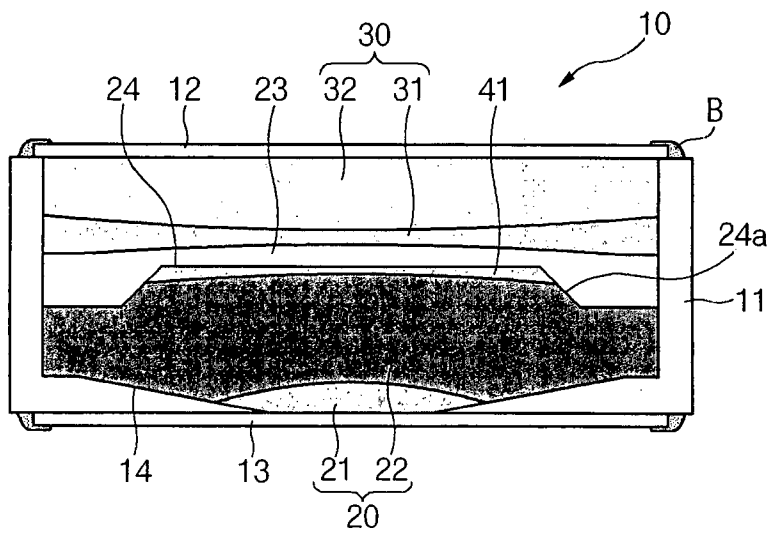
[FIG. 5]



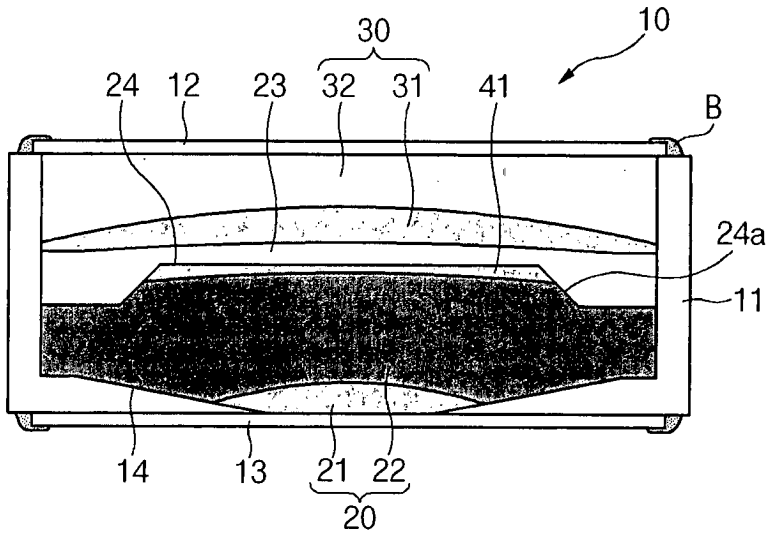
[FIG. 6A]



[FIG. 6B]



[FIG. 6C]



[FIG. 6D]

