



(10) **DE 10 2014 215 721 B3** 2015.08.13

(12)

## Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2014 215 721.8**  
(22) Anmeldetag: **08.08.2014**  
(43) Offenlegungstag: –  
(45) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: **13.08.2015**

(51) Int Cl.: **G01S 7/481** (2006.01)  
**G01S 17/36** (2006.01)  
**G01S 17/89** (2006.01)  
**G01C 3/02** (2006.01)  
**G03B 9/00** (2006.01)

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:  
**ifm electronic gmbh, 45128 Essen, DE**

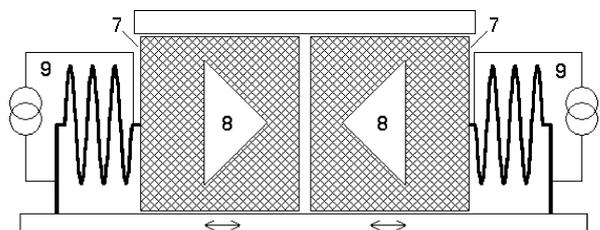
(72) Erfinder:  
**Fensterle, Rolf, 88212 Ravensburg, DE; Buck,  
Martin, 88131 Lindau, DE; Unger, Klaus, 88371  
Ebersbach-Musbach, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

**DE 101 22 564 A1**  
**DE 10 2006 003 785 A1**  
**DE 10 2008 031 054 A1**

(54) Bezeichnung: **Optischer Sensor mit einer einstellbaren Abblendvorrichtung**

(57) Zusammenfassung: Optischer Sensor mit einem Photomischdetektor 1 zur Abstandsmessung anhand der Lichtlaufzeit und einer Abblendvorrichtung 2 zur Beeinflussung der Form und der Lage seiner optisch wirksamen Fläche, dadurch gekennzeichnet, dass die Abblendvorrichtung 2 hintereinander angeordnete lateral bewegliche Blenden 7 mit je einer Öffnung 8 aufweist, die in Abhängigkeit von der empfangenen Lichtmenge oder vom Abstand eines reflektierenden Objekts gesteuert werden, wobei die Blenden 7 mit Aktoren 9 unabhängig voneinander bewegt werden können und die Aktoren 9 jeweils ein bewegliches Element mit einer Formgedächtnislegierung (FGL) aufweisen.



**Beschreibung**

**[0001]** Die Erfindung betrifft einen optischen Sensor gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1. Obwohl die vorliegende Erfindung prinzipiell für alle optischen Sensoren geeignet ist, soll sie bei Photomischdetektoren zur lichtlaufzeitbasierten Entfernungsmessung angewendet werden.

**[0002]** Photomischdetektoren sind aus der DE19704496C2 und der DE19821974B4 bekannt. Sie weisen zwei lichtempfindliche Modulationsphotogates und zwei nicht lichtempfindliche Akkumulationsgates auf.

**[0003]** Zur Entfernungsbestimmung wird das von einem Objekt reflektierte Empfangssignal mit dem Sendesignal gemischt. Die Mischung liefert ein in Phase liegendes und ein um 180° versetztes Signal, aus dem die Entfernung in bestimmbar ist. Dazu sind die Modulationsphotogates mit einem Hochfrequenzgenerator und die Akkumulationsgates mit einer Auswerteeinheit verbunden.

**[0004]** Derartige Mischelemente werden auch als PMD-Empfänger bezeichnet. Sie erlauben die Auswertung von aus einer Lichtlaufzeit resultierenden Phasendifferenzen und wurden zur Erzeugung von dreidimensionalen Kamerabildern entwickelt. Sie sind aber auch für optische Näherungsschalter geeignet. Geräte dieser Art werden von der Firma ‚PMD-Technologies GmbH‘ und auch der Anmelderin hergestellt und vertrieben.

**[0005]** Da die Mischung unmittelbar in der lichtempfindlichen Fläche erfolgt, ist die Vermeidung von Fremdlicht, das zur Verschlechterung des Signal-Rausch-Verhältnisses und letztlich zur Übersteuerung der Photogates führt, von besonderer Bedeutung.

**[0006]** Die DE 10 2006 003 785 A1 zeigt einen Sensor mit einer einstellbaren Abblendvorrichtung vor der optischen Empfangseinheit. Die Strahlung wird mit Hilfe eines photochromatischen oder elektrochromatischen Mediums gedämpft.

**[0007]** Als nachteilig wird die prinzipiell vorhandene Grunddämpfung durch das Bauelement, sowie dessen Verschmutzungsgefahr angesehen.

**[0008]** Die DE 101 22 564 A1 zeigt einen optischen Sensor mit einem Photomischdetektor zur Entfernungsmessung anhand der Lichtlaufzeit, wobei der Abstand zwischen dem Photodetektor und dem Objektiv mit Aktoren eingestellt werden kann, die jeweils eine Schraubenfeder mit einer Formgedächtnislegierung aufweisen, wobei die Formgedächtnislegierung einen Einweg-Effekt oder einen Zweiweg-Effekt auf-

weisen kann. Eine Abblendvorrichtung ist nicht offenbart.

**[0009]** Die DE 10 2008 031 054 A1 zeigt eine zahnärztliche Intraoralkamera zur Abbildung eines vor der Kamera befindlichen Objekts mit einem Bildaufnahmeelement, beispielsweise in Form eines CCD- oder CMOS-Chips, und einer Abblendvorrichtung zur Beeinflussung der optisch wirksamen Fläche, wobei die Abblendvorrichtung zwei hintereinander angeordnete Blenden mit je einer Öffnung aufweist, die in Abhängigkeit von der empfangenen Lichtmenge eines reflektierenden Objekts gesteuert werden. Eine der beiden Blenden kann lateral mit Aktoren bewegt werden, wobei die Aktoren jeweils in bewegliches Element mit einer Formgedächtnislegierung aufweisen.

**[0010]** Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, Nachteile des Standes der Technik zu überwinden und eine für Industriesensoren geeignete Abblendvorrichtung anzugeben, mit der neben der Größe auch die Position der lichtdurchlässigen Öffnung eingestellt werden kann.

**[0011]** Der wesentliche Erfindungsgedanke besteht darin, mindestens zwei unabhängig voneinander lateral bewegliche Blenden einzusetzen, die mit Hilfe einer Formgedächtnislegierung (SMA = shape memory alloy) bewegt werden.

**[0012]** In einer vorteilhaften Ausgestaltung kann mit zwei im optischen Strahlengang hintereinander angeordneten Blenden mit vorzugsweise dreieckigen Öffnungen, sowohl die Größe als auch die Position der resultierenden lichtdurchlässigen Öffnung eingestellt werden.

**[0013]** So können nicht nur Form und Größe der lichtempfindlichen Fläche optimiert, sondern auch der durch den Abstand zwischen Sende- und Empfangsoptik entstehende vom Objektstand abhängige Bildversatz korrigiert werden. Weiterhin können nicht benötigte PMD-Elemente komplett ausgeblendet werden, so dass beispielsweise der gleiche PMD-Chip zur Entfernungsmessung (1D) oder in einer 3D-Industriekamera eingesetzt werden kann.

**[0014]** Die erfindungsgemäße Abblendvorrichtung ist in Abhängigkeit von Ihrer Anordnung im optischen Strahlengang als Feldblende oder auch als Öffnungsblende einsetzbar.

**[0015]** Die Erfindung wird anhand der Zeichnung näher erläutert.

**[0016]** Fig. 1 zeigt einen optischen Entfernungsmesser mit erfindungsgemäßer Abblendvorrichtung,

**[0017]** Fig. 2 zeigt die erfindungsgemäße Abblendvorrichtung im Detail,

[0018] Fig. 3 zeigt beispielhaft drei Blendenstellungen der erfindungsgemäßen Abblendvorrichtung.

[0019] Die Fig. 1 zeigt einen optischen Entfernungsmesser mit einem PMD-Empfänger 1. Davor befinden sich zwei hintereinander angeordnete lateral verschiebbare Blenden 7, die mit einer nicht dargestellten Steuereinheit die erfindungsgemäße Abblendvorrichtung 2 bilden.

[0020] Wie später noch näher erläutert wird, können die beiden Blenden 7 vom Mikrocontroller 5 so gesteuert werden, dass eine resultierende Blendenöffnung 8 mit einer bestimmten seitlichen Verschiebung entsteht, so dass Intensität und Lage des Lichtspots auf dem PMD-Empfänger 1 eingestellt werden können. Die übrige Schaltung weist keine Besonderheiten auf. Der von einem Generator 4 gespeiste Sender 3 erzeugt ein moduliertes Lichtsignal, das mit der Optik 6 ausgesendet und empfangen wird. Die zeitliche Verzögerung wird in bekannter Weise vom PMD-Empfänger 1 anhand der Phasenverschiebung  $\varphi$  zwischen dem Sendesignal und dem Empfangssignal ausgewertet. Abschließend sei noch erwähnt, dass die erfindungsgemäße Abblendvorrichtung 2 überall im optischen Strahlengang angeordnet sein kann. Natürlich können auch mehr als zwei bewegliche Blenden 7 vorhanden sein.

[0021] Die Fig. 2 zeigt die erfindungsgemäße Abblendvorrichtung 2 in der Draufsicht. Die beiden verschiebbaren Blenden 7 sind zum besseren Verständnis nebeneinander dargestellt. In praxi sind sie wie in Fig. 3 gezeigt, übereinander bzw. hintereinander im Strahlengang angeordnet, so dass eine resultierende Öffnung frei bleibt. Die Bewegung der Aktoren 9 erfolgt mit einem beheizbaren, vorzugsweise als Spiralfeder gestalteten Formgedächtnislegierungselement. Die Stromquellen können von einer Auswerteinheit 5 ( $\mu\text{C}$ ) so gesteuert werden, dass sich ihre Öffnungen 8 teilweise überlappen. Da die Steuerung der beiden Aktoren 9 unabhängig voneinander erfolgt, kann neben der Form auch die Lage der Lichteintrittsöffnung in einem bestimmten Bereich eingestellt werden. Die Formgedächtnislegierung des Aktors 9 kann einen Einweg-Memory-Effekt aufweisen und somit nach der Erwärmung in ihrer zweiten Form verbleiben, was einen Abgleichvorgang beispielsweise bei der Inbetriebnahme des optischen Sensors ermöglicht. Im Regelfall weist die Formgedächtnislegierung des Aktors 9 einen Zweiweg-Memory-Effekt auf, so dass sie nach Erwärmung ihre zweite Form annimmt und nach einer anschließenden Abkühlung wieder in ihre erste Form zurückkehrt, was die Regelung der einfallenden Lichtmenge ermöglicht. Da die lichtempfindliche Fläche der Photomischdetektoren 1 oft streifenförmig ist, kann die Öffnung der Abblendvorrichtung 2 vorteilhaft lateral auf dem PMD-Empfänger verschoben werden, so dass auch der durch den Abstand zwischen Sende- und Empfangsoptik ent-

stehende vom Objektstand abhängige Bildversatz korrigiert werden kann und nur die tatsächlich für die Messung erforderliche Fläche des Empfängers 1 beleuchtet wird, was dessen Fremdlichtfestigkeit verbessert.

[0022] Die Fig. 3 zeigt die erfindungsgemäße Abblendvorrichtung in unterschiedlichen Positionen. Wie bereits oben erläutert, kann durch die unabhängige Steuerung der beiden Blenden 7 neben der Größe auch die Lage der lichtdurchlässigen Öffnung bestimmt werden.

#### Bezugszeichenliste

1	PMD-Empfänger
2	Abblendvorrichtung
3	Sender (LED oder Laserdiode)
4	Hochfrequenzgenerator
5	Mikrocontroller (Auswerteeinheit)
6	Optik (für Sender und Empfänger)
7	Lageveränderliche Blende
8	Blendenöffnung
9	Aktor zur Bewegung der Blende 7

#### Patentansprüche

1. Optischer Sensor mit einem Photomischdetektor (1) zur Entfernungsmessung anhand der Lichtlaufzeit und einer Abblendvorrichtung (2) zur Beeinflussung der Größe oder der Lage seiner optisch wirksamen Fläche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Abblendvorrichtung (2) zwei hintereinander angeordnete lateral bewegliche Blenden (7) mit je einer Öffnung (8) aufweist, die in Abhängigkeit von der empfangenen Lichtmenge oder vom Abstand eines reflektierenden Objekts gesteuert werden, wobei die Blenden (7) mit Aktoren (9) unabhängig voneinander bewegt werden können und die Aktoren (9) jeweils ein bewegliches Element mit einer Formgedächtnislegierung aufweisen.

2. Optischer Sensor nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Formgedächtnislegierung im Aktor (9) einen Einweg-Memory-Effekt aufweist, indem sie nach der Erwärmung in ihrer zweiten Form verbleibt.

3. Optischer Sensor nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Formgedächtnislegierung im Aktor (9) einen Zweiweg-Memory-Effekt aufweist, indem sie nach der Erwärmung ihre zweite Form annimmt und nach anschließender Abkühlung wieder ihre erste Form zurückkehrt.

4. Optischer Sensor nach Anspruch 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Aktor (9) eine Spiralfeder mit einer Formgedächtnislegierung nach Anspruch 2 oder 3 aufweist.

5. Optischer Sensor nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass zwei Blenden (7) hintereinander im optischen Strahlengang angeordnet sind, wobei sich ihre Öffnungen (8) überlappen, so dass durch deren unabhängige Lateralbewegung die Lage oder die die Form der lichtdurchlässigen Fläche der Abblendvorrichtung (2) einstellbar ist.

6. Optischer Entfernungsmesser mit einem Sensor nach Anspruch 1 bis 5.

7. Industriekamera mit einem optischen Sensor nach Anspruch 1 bis 5.

Es folgen 2 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

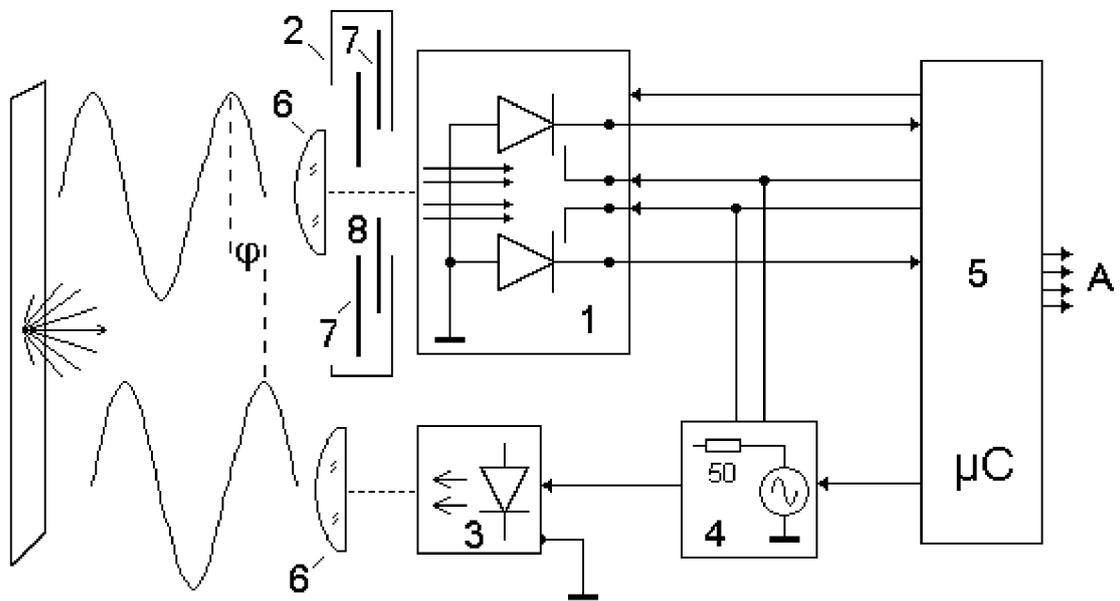


Fig. 1

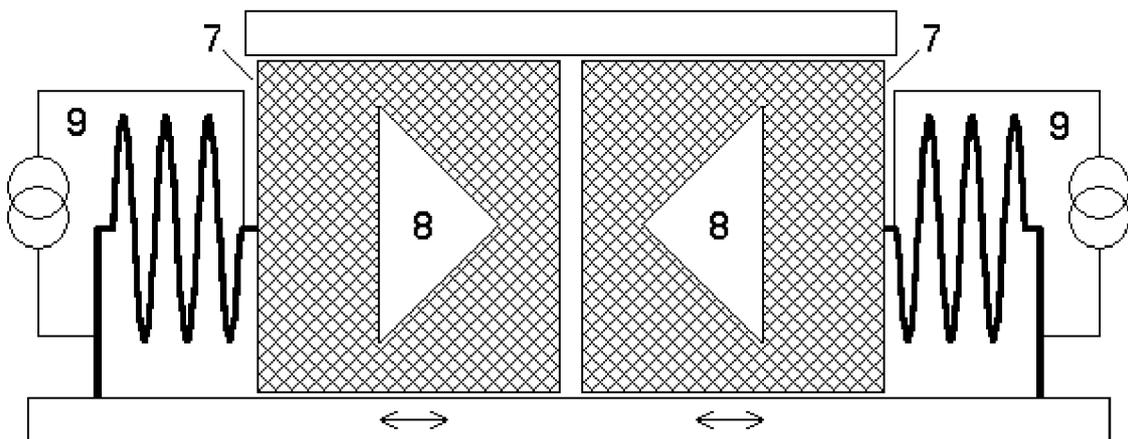


Fig. 2

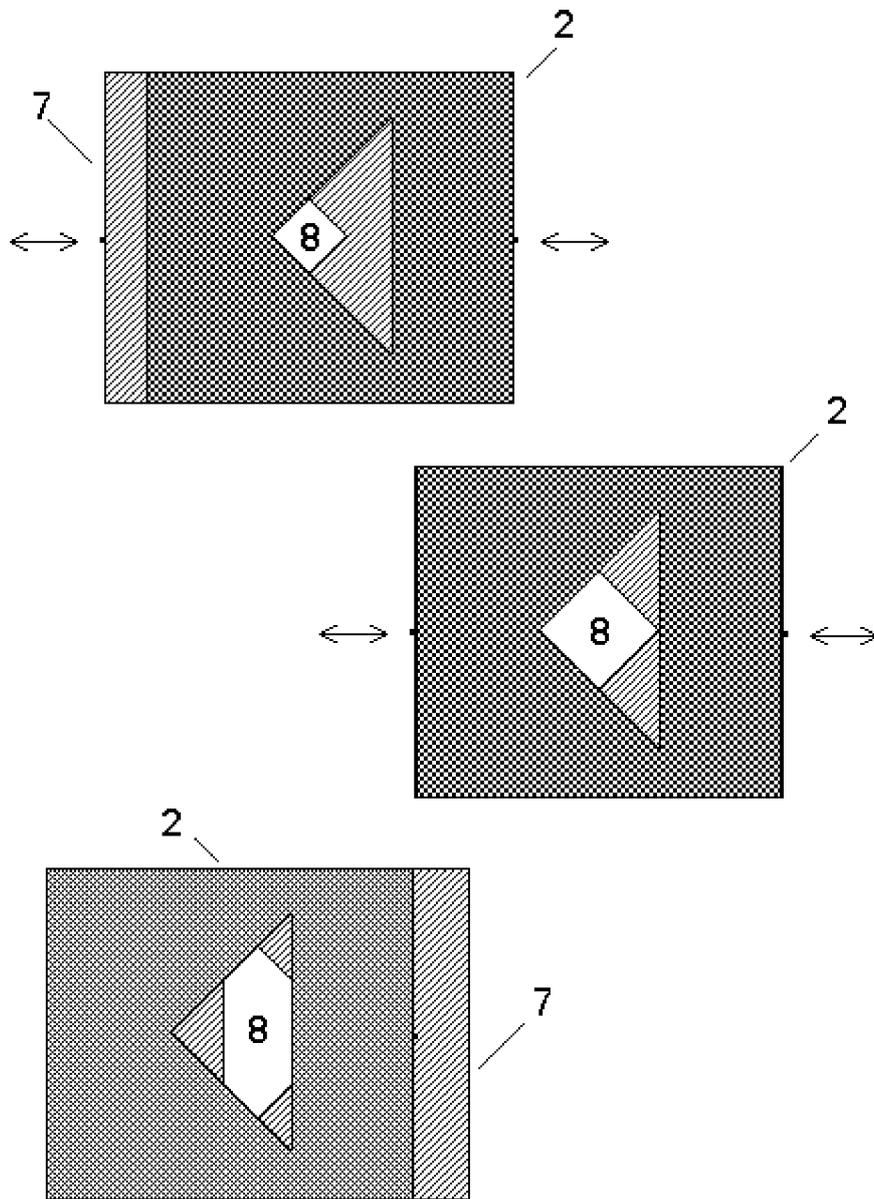


Fig. 3