



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 1 220 353 A2**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
03.07.2002 Patentblatt 2002/27

(51) Int Cl.7: **H01Q 3/14**, H01Q 19/06,
H01Q 1/32

(21) Anmeldenummer: **01122831.9**

(22) Anmeldetag: **22.09.2001**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(72) Erfinder:
• **Schepp, Rene**
71336 Waiblingen (DE)
• **Lucas, Bernhard**
74354 Besigheim (DE)
• **Mahr, Ulrich, Dr.**
71522 Backnang (DE)

(30) Priorität: **29.12.2000 DE 10065299**

(71) Anmelder: **ROBERT BOSCH GMBH**
70442 Stuttgart (DE)

(54) **Vorrichtung zum räumlichen Schwenken eines Radarstrahls**

(57) Vorgeschlagen wird eine Vorrichtung zum räumlichen Schwenken der Abstrahlrichtung eines Radarsensors. Insbesondere beim Einsatz eines Radarsensors in Fahrzeugen, vorteilhafterweise in Form eines Abstands- und Geschwindigkeitssensors zur adap-

tiven Geschwindigkeitsregelung, ist es vorteilhaft, den Radarstrahl räumlich, insbesondere horizontal, schwenken zu können. Dadurch ist es möglich, mit einem Radarstrahl, der eine sehr schmale Strahlungskeule besitzt, einen breiten Bereich vor dem Fahrzeug auf Objekte hin zu untersuchen.

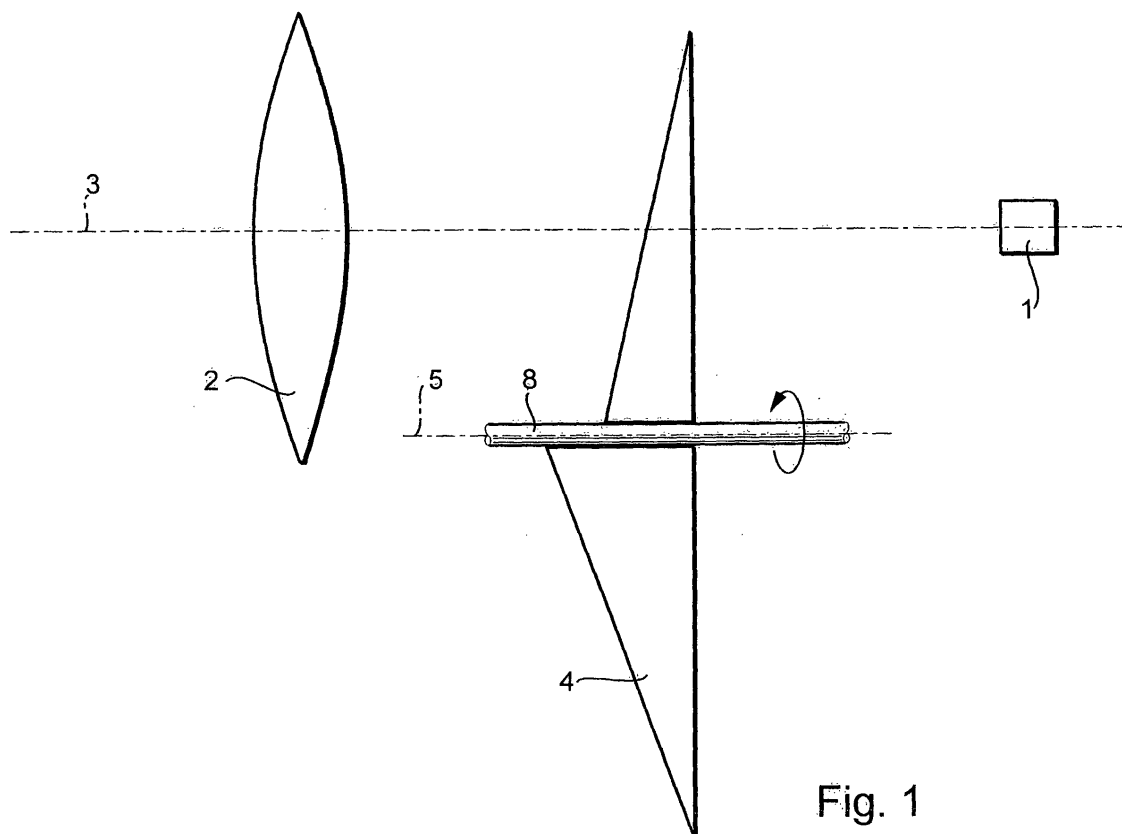


Fig. 1

EP 1 220 353 A2

Beschreibung

[0001] Vorgeschlagen wird eine Vorrichtung zum räumlichen Schwenken der Abstrahlrichtung eines Radarsensors. Insbesondere beim Einsatz eines Radarsensors in Fahrzeugen, vorteilhafterweise in Form eines Abstands- und Geschwindigkeitssensors zur adaptiven Geschwindigkeitsregelung, ist es vorteilhaft, den Radarstrahl räumlich, insbesondere horizontal, schwenken zu können. Dadurch ist es möglich, mit einem Radarstrahl, der eine sehr schmale Strahlungskeule besitzt, einen breiten Bereich vor dem Fahrzeug auf Objekte hin zu untersuchen.

Stand der Technik

[0002] Aus der DE 196 44 164 ist ein Kraftfahrzeug-Radarsystem bekannt, das mindestens ein Sende-/Empfangselement zum Senden und/oder Empfangen elektromagnetischer Wellen aufweist, wobei sich im Strahlengang dieses mindestens einen Sende-/Empfangselement ein linsenförmiger dielektrischer Körper befindet. Dieser linsenförmige, dielektrische Körper hat zum einen die Aufgabe die zu sendenden bzw. zu empfangenden elektromagnetischen Wellen zu fokussieren und zum anderen das mindestens eine Sende-/Empfangselement vor Witterungseinflüssen zu schützen.

[0003] Eine Vorrichtung gemäß dem Hauptanspruch, bei der zwischen einem Sende- bzw. Empfangselement zum Senden bzw. Empfangen von Radarstrahlung und einer dielektrischen Linse ein dielektrischer Körper rotierbar angeordnet ist, ist nicht bekannt.

Kern und Vorteile der Erfindung

[0004] Kern der vorliegenden Erfindung ist es, eine Vorrichtung anzugeben, die ein mechanisches Schwenken eines Radarstrahl ermöglicht. Hierzu wird zwischen einer dielektrischen Linse und einer Radarquelle, die in etwa auf der optischen Achse der dielektrischen Linse liegt, ein dielektrischer Körper rotierbar angeordnet.

[0005] Vorteilhafte Weiterbildungen und Ausgestaltungen ergeben sich aus den Unteransprüchen. Weitere Merkmale, Anwendungsmöglichkeiten und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen der Erfindung, die in den Figuren der Zeichnung dargestellt sind. Dabei bilden alle beschriebenen oder dargestellten Merkmale für sich oder in beliebiger Kombination den Gegenstand der Erfindung, unabhängig von ihrer Zusammenfassung in den Patentansprüchen oder deren Rückbeziehung sowie unabhängig von ihrer Formulierung bzw. Darstellung in der Beschreibung bzw. in der Zeichnung.

[0006] Vorteilhafterweise ist die Rotationsachse des rotierbar angeordneten, dielektrischen Körpers so ausgerichtet, dass diese in etwa achsenparallel zur optischen Achse der dielektrischen Linse liegt.

[0007] Weiterhin ist es vorteilhaft, dass der rotierbare, dielektrische Körper eine kegelartige Gestalt aufweist und um seine Höhenachse rotiert.

[0008] Vorteilhafterweise weist der rotierbare, dielektrische Körper einen Winkel zwischen der Körpergrundfläche und dem Körpermantel auf, der sich entlang des Umfangs der Körpergrundfläche verändert. Dieser Winkel zwischen Körpergrundfläche und Körpermantel wird im Weiteren als Keilwinkel bezeichnet.

[0009] Weiterhin vorteilhaft ist es, dass die Oberflächen des rotierbar angeordneten, dielektrischen Körpers vergütet sind, insbesondere durch das Vorsehen sogenannter Matching Grooves auf den Oberflächen oder durch das Aufbringen eines Materialfilms. Diese Matching Grooves sind Vertiefungen an der Oberfläche des dielektrischen Körpers, insbesondere in Form paralleler Rillen, deren Abmessungen und Abstände der Radarwellenlänge angepaßt sind. Alternativ zu diesen Matching Grooves kann auch ein Materialfilm auf den Oberflächen aufgebracht werden. Hierbei ist es notwendig, dass der vorgesehene Materialfilm bezüglich seiner Dicke und seiner relativen Dielektrizitätszahl so gewählt wird, dass die Verluste durch den Gesamtübergang der Radarwellen aus dem Körper über den Materialfilm bzw. über die Matching Grooves in die Luft minimiert werden. Durch diese Maßnahmen können die Reflexionen, die beim Übergang der elektromagnetischen Welle von der Luft in den Körper und im weiteren Verlauf aus dem Körper in die Luft entstehen, minimiert werden.

[0010] Vorteilhafterweise wird diese Anordnung zum Schwenken eines Radarstrahlenbündels in einem Abstands- und Geschwindigkeitssensor für Kraftfahrzeuge verwendet.

Zeichnungen

[0011] Nachfolgend wird ein Ausführungsbeispiel der Erfindung anhand einer Zeichnung erläutert.

Figur 1 zeigt die Anordnung der dielektrischen Linse, des Radarelementes zum Senden bzw. Empfangen sowie dem dazwischen rotierbar angeordneten, dielektrischen Körper;

Figur 2a zeigt den Strahlverlauf in der Vorrichtung unter einer bestimmten Winkelstellung des rotierba-

- ren Körpers;
 Figur 2b zeigt den Strahlverlauf in der Vorrichtung unter einer weiteren bestimmten Winkelstellung des rotierbaren Körpers;
 Figur 3a zeigt die Draufsicht in axialer Richtung auf den rotierbaren, dielektrischen Körper;
 5 Figur 3b bis Figur 3e zeigen verschiedene Schnittprofile in radialer Richtung des rotierbaren, dielektrischen Körpers;
 Figur 4 zeigt eine räumliche Ansicht des rotierbaren, dielektrischen Körpers.

Beschreibung eines Ausführungsbeispiels

10 **[0012]** In Figur 1 ist eine Seitenansicht der Vorrichtung, bestehend aus einem Sende- bzw. Empfangselement (1) zum Senden bzw. Empfangen von Radarstrahlung, einer dielektrischen Linse (2) zum Fokussieren des Radarstrahlung, sowie einem rotierbaren, dielektrischen Körper (4) abgebildet. Das Sende- bzw. Empfangselement (1) und die Linse (2) sind so angeordnet, dass das Sende- bzw. Empfangselement (1) in etwa auf der optischen Achse (3) der dielektrischen Linse (2) liegt. Weiterhin ist zwischen dem Sende- / Empfangselement (1) und der dielektrischen Linse (2) ein rotierbar angeordneter, dielektrischer Körper (4) angebracht. Dieser Körper hat in der hier beschriebenen Ausführungsform eine kegelartige Gestalt, wobei in Richtung der Höhenachse eine Rotationsachse (5) vorgesehen ist, um die der dielektrische Körper rotieren kann. Diese Rotationsachse (5) ist so angeordnet, dass sie in etwa parallel zur optischen Achse (3) der dielektrischen Linse (2) ausgerichtet ist. Durch die Form des Bereichs des kegelartigen Körpers, der sich innerhalb des Strahlengangs zwischen Radarelement (1) und Linse (2) befindet, wird der Radarstrahl gebrochen und passiert die Linse (2) in einem spitzen Winkel zur optischen Achse (3). Durch eine Rotation des kegelartigen Körpers verändert sich der Querschnitt des Bereichs des Körpers (4), der innerhalb des Strahlengangs liegt, wodurch eine verschieden starke Brechung des Strahlengangs erreicht wird, in Abhängigkeit der momentanen Winkelstellung des rotierbaren Körpers (4).

25 **[0013]** In Figur 2a und 2b ist die Funktionsweise anhand zweier unterschiedlicher Winkelstellungen des rotierbaren Körpers erläutert. Figur 2a zeigt die Vorrichtung zu einem Zeitpunkt, zu dem der im Strahlengang liegende Bereich des rotierbaren Körpers einen vergleichsweise kleinen Keilwinkel (14) aufweist. Der Strahlengang des vom Sende- bzw. Empfangselement ausgesandten bzw. empfangenen Radarstrahls wird in der abgebildeten Art und Weise an dem rotierbaren, dielektrischen Körper gebrochen und passiert die dielektrische Linse (2) in einem Winkel α (6) zur optischen Achse (3) der Anordnung.

30 **[0014]** In Figur 2b ist die Vorrichtung zu einem weiteren Zeitpunkt dargestellt, wobei der rotierbare, dielektrische Körper (4) zwischenzeitlich weitergedreht wurde. Folglich weist der Teil des rotierbaren, dielektrischen Körpers (4), der sich momentan im Strahlengang befindet, einen im Vergleich zur Darstellung in Figur 2a gezeigten, unterschiedlichen Keilwinkel (14) auf. Dieser Keilwinkel wurde in Figur 2b (14) beispielhaft größer dargestellt als in Figur 2a (14). Durch den größeren Keilwinkel (14) des momentan im Strahlengang liegenden Bereichs des Körpers (4) wird der momentan gesendete bzw. empfangene Strahl vergleichsweise stärker gebrochen, wodurch dieser momentane Strahlengang auch einen größeren Winkel α (7) aufweist, als zu dem Zeitpunkt, der in Figur 2a dargestellt wurde. Durch die kontinuierliche Veränderung des Keilwinkels (14) infolge einer Rotation des kegelartigen, dielektrischen Körpers (4), wird der Winkel α (6,7) unter dem der Radarstrahl die optische Achse (3) der Vorrichtung schneidet, kontinuierlich verändert. Es ergibt sich infolgedessen ein Sende- bzw. Empfangsstrahl, der kontinuierlich seinen Winkel α (6,7) zur optischen Achse der Vorrichtung verändert. Durch eine geeignete Gestalt des kegelartigen, dielektrischen Körpers (4), insbesondere durch eine geeignete Wahl des Keilwinkels (14) in Abhängigkeit des Azimutalwinkels des rotierbaren, dielektrischen Körpers, lässt sich der Radarstrahl über einen vorbestimmten, sektorförmigen Bereich in Abstrahlrichtung der Vorrichtung schwenken. Hierdurch lässt sich ein großer Erfassungsbereich des Radarstrahls bei gleichzeitig schmaler Strahlungskeule realisieren.

45 **[0015]** In den Figuren 3a bis 3e ist der kegelförmige, dielektrische Körper (4) detailliert dargestellt. Figur 3a zeigt den Körper (4) in einer Draufsicht, in axialer Betrachtungsrichtung. Der Körper (4) weist in der dargestellten Ausführungsvariante eine kreisrunde Körpergrundfläche auf. Im Zentrum dieser Figur ist die Rotationsachse (5) sowie die Rotationswelle (8) dargestellt. Die radialen Linien (10, 11, 12 und 13) stellen gedachte Schnittlinien dar. Die Profile, die der dargestellte Körper (4) an den jeweiligen Schnittlinien (10, 11, 12 und 13) aufweist, sind in den Figuren 3b bis 3e dargestellt. So besitzt der Körper im Radialschnitt an der Linie 10 einen Querschnitt in Form eines rechtwinkligen Dreiecks, wie es in Figur 3b aufgezeigt ist. Der Keilwinkel (14) zwischen der Körpergrundfläche und dem Körpermantel, der in Abhängigkeit von der radialen Schnitttrichtung des Profils unterschiedlich ist, ist an dieser Schnittposition vergleichsweise klein. An einer weiteren gedachten, radialen Schnittlinie (11) weist das zugehörige Profil, das in Figur 3c dargestellt ist, einen größeren Keilwinkel (14) auf, als das in Figur 3b dargestellte. Figur 3d zeigt das radiale Schnittprofil entlang einer weiteren gedachten Schnittlinie (12), deren Lage in Figur 3a dargestellt ist. Der Keilwinkel (14) des in Figur 3d dargestellten radialen Schnittprofils (12) ist im Vergleich zu den in Figur 3b und 3c gezeigten Keilwinkeln größer. In Figur 3e ist ein weiteres radiales Schnittprofil (13) dargestellt. Diese Figur 3e zeigt das Profil entlang des

rotierbaren, dielektrischen Körpers an einer weiteren Stelle (13), die aus Figur 3a ersichtlich ist. Im Vergleich zu den vorhergehenden Schnittprofilen der Figuren 3b bis 3d entlang der Linien 10, 11 und 12 weist das Profil entlang der Linie 13 einen noch größeren Keilwinkel (14) auf. In den azimutalen Richtungen, die zwischen den explizit aufgetragenen Schnittprofilen liegen, verändert sich der Keilwinkel (14) kontinuierlich und vorzugsweise linear. Zwischen der Azimutalrichtung mit dem größten Keilwinkel und der Azimutalrichtung mit den kleinsten Keilwinkel ergibt sich eine Unstetigkeitsstelle in der Mantelfläche des kegelartigen Körpers, die in Figur 3a durch die radiale Linie (9) dargestellt wurde.

[0016] Figur 4 stellt eine räumliche Ansicht des kegelartigen, rotierbar angeordneten und dielektrischen Körpers (4) dar. In dieser Darstellung ist auch die Unstetigkeitsstelle (9) des Körpermantels dargestellt, die infolge des Nebeneinanderliegens des Schnittprofils mit größtem Keilwinkel und des Schnittprofils mit kleinstem Keilwinkel zustandekommt. Weiterhin ist die Rotationswelle (8), die im Bereich der Höhenachse des Körpers vorgesehen ist, dargestellt ebenso wie die Rotationsachse (5), die in axialer Richtung in der Rotationswelle liegt.

[0017] Das in den Figuren der Zeichnung dargestellte Ausführungsbeispiel des rotierbar angeordneten, dielektrischen Körpers kann auch in ähnlichen Varianten ausgeführt sein. So kann das Profil, das im Ausführungsbeispiel auf dem gesamten Mantelumfang vorgesehen wurde auch auf 180° zusammengefaßt werden und auf dem verbleibenden Kegelmantel ein gleiches Profil mit abnehmendem Keilwinkel realisiert werden. Hierdurch wird erreicht, dass der Radarstrahl nach dem Überstreichen des Erfassungsbereiches nicht in die Ausgangsposition zurückspringt, sondern sich in einer gleichförmigen Bewegung wieder in die Ausgangsposition zurückbewegt, wobei wieder der gesamte Erfassungsbereich durch Radarstrahl abgetastet wird. Die Veränderung des Keilwinkels in Abhängigkeit des Azimutalwinkels kann auch, abweichend vom gezeigten Ausführungsbeispiel, nichtlinear verlaufen, wodurch sich eine veränderliche Momentangeschwindigkeit des Radarstrahls beim Überstreichen des Erfassungsbereichs ergibt.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zum räumlichen Schwenken eines Radarstrahls, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen einem Sende- bzw. Empfangselement zum Senden bzw. Empfangen von Radarstrahlung und einer dielektrischen Linse ein dielektrischer Körper rotierbar angeordnet ist.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Rotationsachse des rotierbaren, dielektrischen Körpers in etwa achsenparallel zur optischen Achse der dielektrischen Linse ausgerichtet ist.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der rotierbare, dielektrische Körper eine kegelartige Gestalt aufweist und um seine Höhenachse rotiert.
4. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der rotierbare, dielektrische Körper einen Winkel zwischen der Körpergrundfläche und dem Körpermantel aufweist, der sich entlang des Umfangs der Körpergrundfläche verändert.
5. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Oberflächen des rotierbaren, dielektrischen Körpers vergütet sind, insbesondere durch das Vorsehen sogenannter Matching Grooves oder durch das Aufbringen eines dielektrischen Materialfilms.
6. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** diese Anordnung zum Schwenken eines Radarstrahlenbündels in einem Abstands- und Geschwindigkeitsensor für Kraftfahrzeuge verwendet wird.

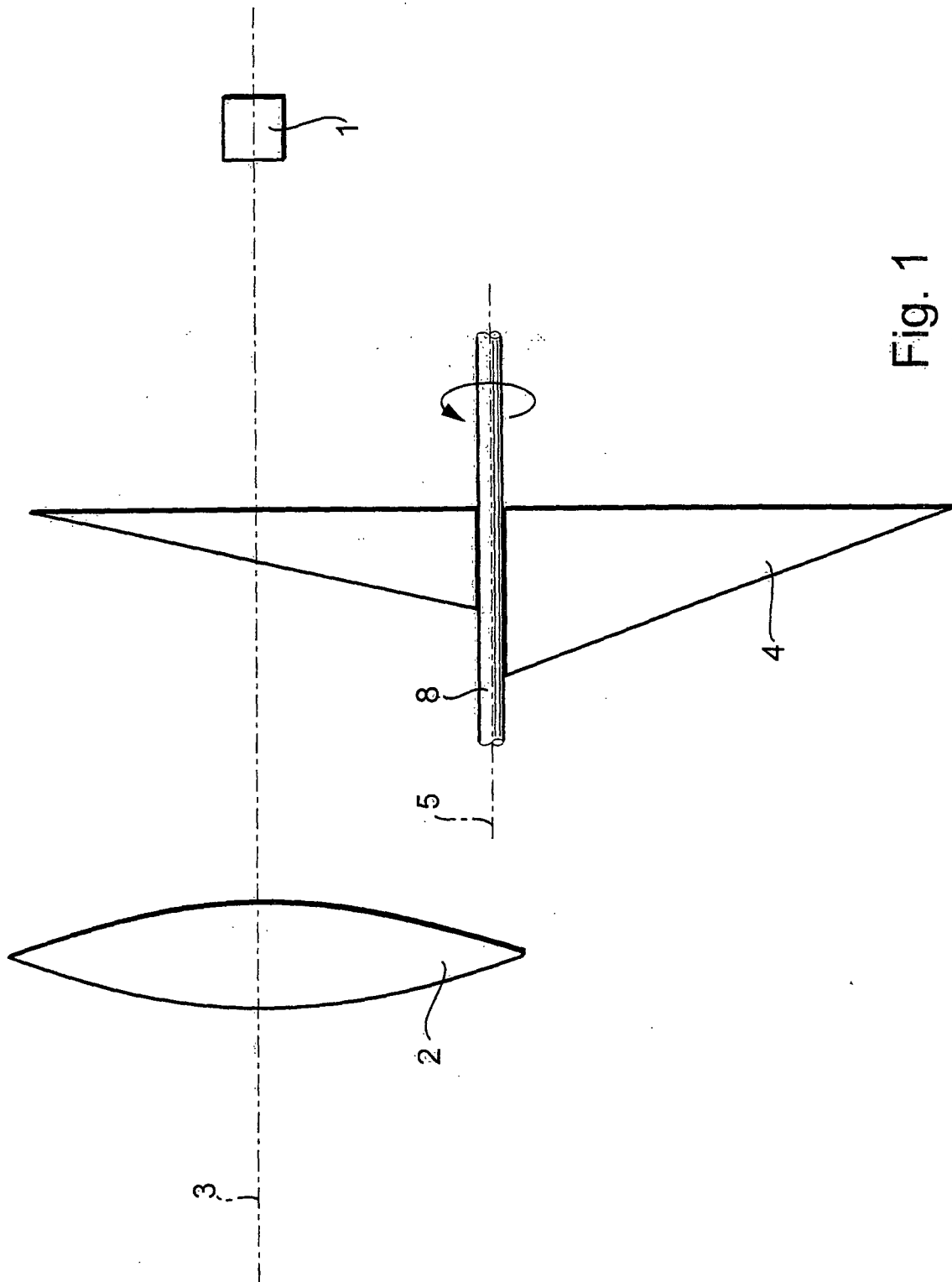


Fig. 1

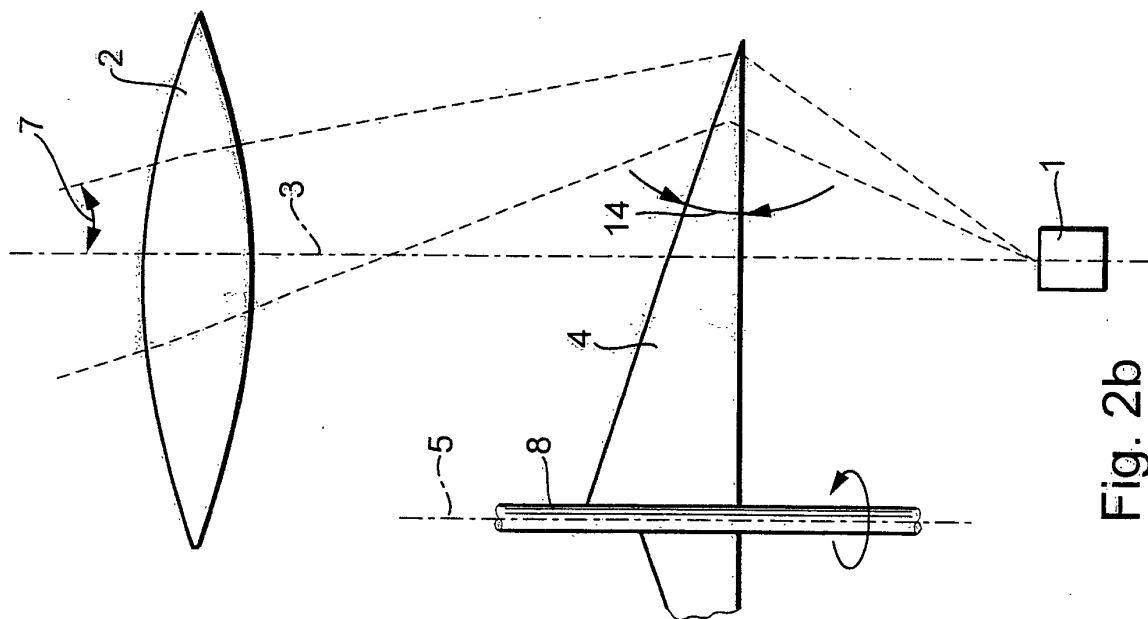


Fig. 2b

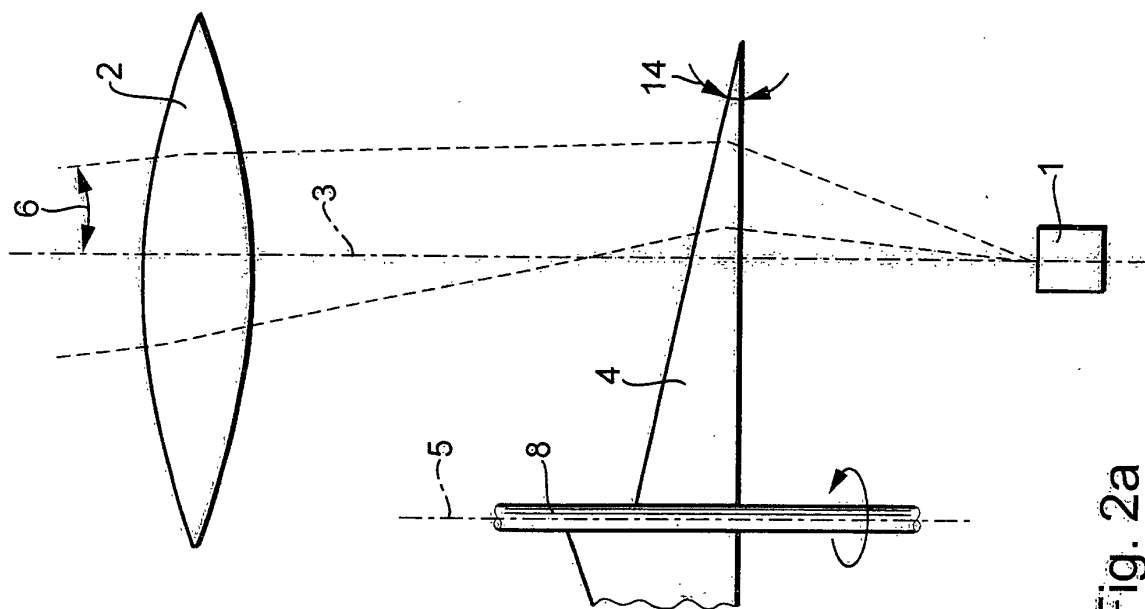


Fig. 2a

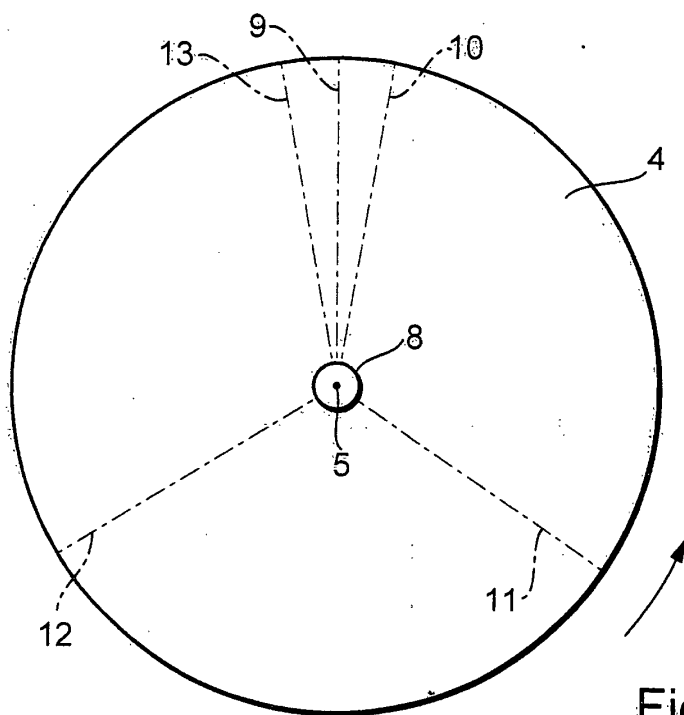


Fig. 3a

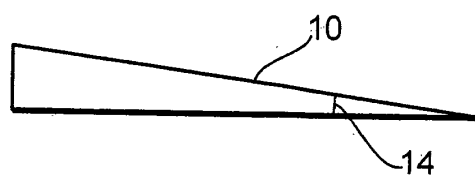


Fig. 3b

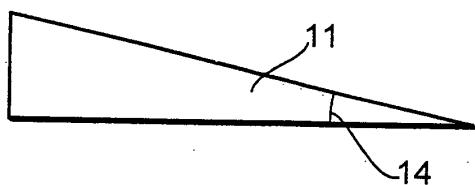


Fig. 3c

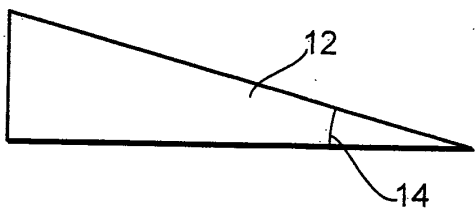


Fig. 3d

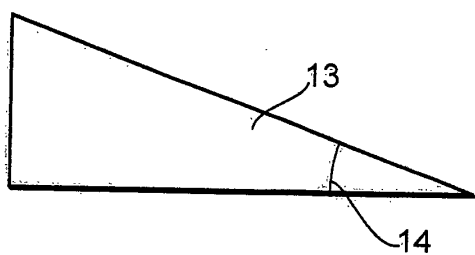


Fig. 3e

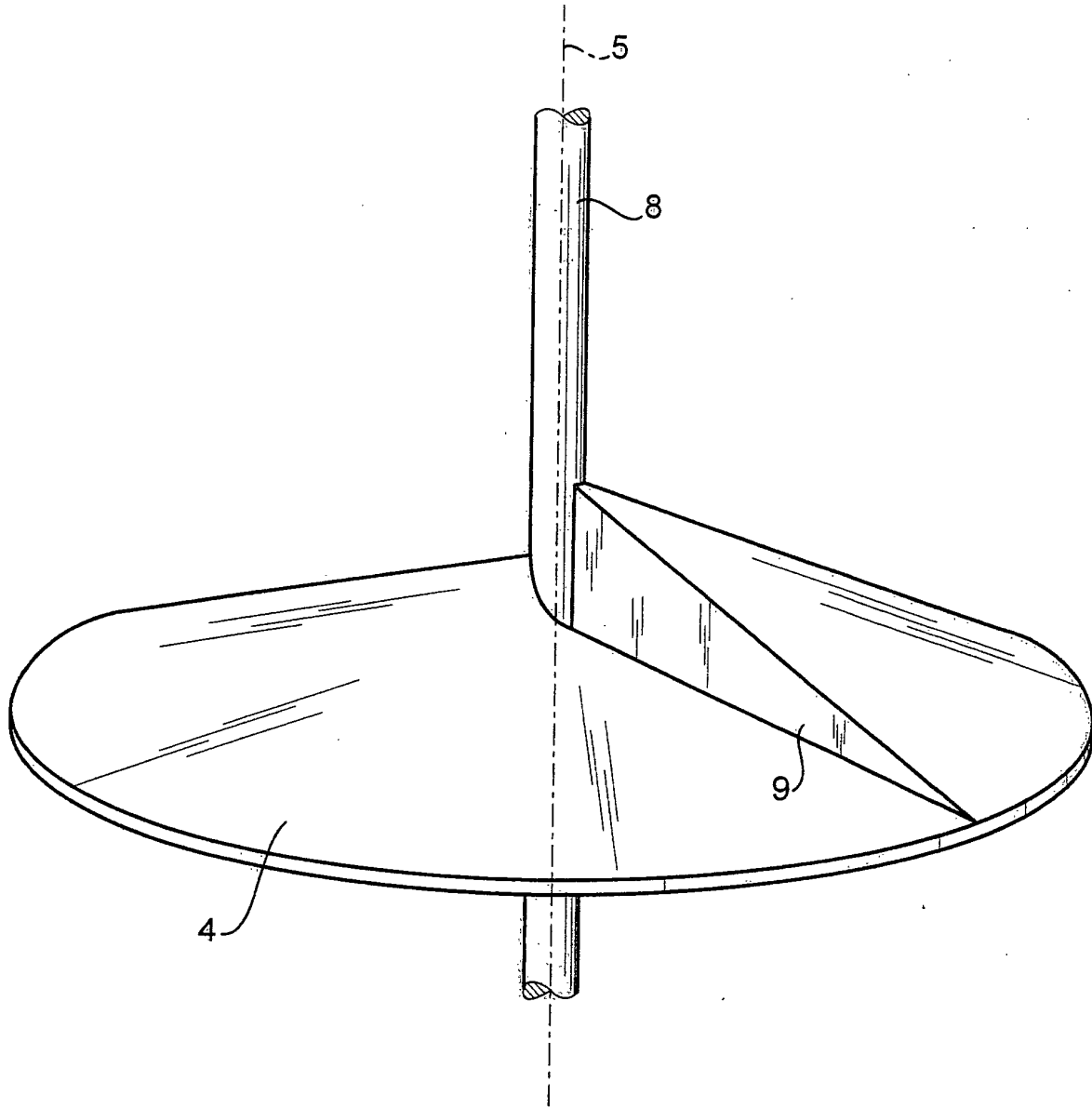


Fig. 4