



(12) Ausschließungspatent

(11) **DD 286 722 A7**

Erteilt gemäß § 18 Absatz 2
Patentgesetz der DDR
vom 27. 10. 1983
in Übereinstimmung mit den entsprechenden
Festlegungen im Einigungsvertrag

5(51) C 23 C 14/50

DEUTSCHES PATENTAMT

(21) DD C 23 C / 318 647 6 (22) 03.08.88 (45) 07.02.91

(71) Akademie der Wissenschaften der DDR, Otto-Nuschke-Straße 22/23, O - 1080 Berlin, DE
(72) Hartje, Udo, Dipl.-Ing.; Müller, Peter, Dr. sc. Dipl.-Phys.; Mehnke, Andreas, DE
(73) Akademie der Wissenschaften der DDR, Zentralinstitut für Elektronenphysik, Patentbüro, Hausvogteiplatz
5-7, O - 1086 Berlin, DE
(74) siehe (73)

(54) **Substrathalter für Bedampfungsanlagen**

(55) Substrathalter; Bedampfungsanlage; Kalotte; Getriebe; Taumelbewegung; Substrat; Schichtdicke;
Schichtgleichmäßigkeit; Schrägbedampfung; Halbleitertechnologie; Lift-off-Technik

(57) Die Erfindung betrifft einen Substrathalter für Bedampfungsanlagen, der in der Halbleitertechnologie und bei der
Oberflächenvergütung optischer Gläser eingesetzt werden kann, wobei durch die spezielle Art der Befestigung der
die Substrate aufnehmenden Kalotte und deren Bewegung über ein besonderes Getriebe eine hohe Variabilität der
erzeugten Aufdampfschichten möglich ist.

Patentansprüche:

1. Substrathalter für Bedampfungsanlagen, **gekennzeichnet dadurch**, daß in einem Rezipienten eine an sich bekannte Kalotte (7), in der eine Vielzahl von Substrataufnahmen mit darin befestigten Substraten (8) angeordnet sind, vorhanden ist, daß die Kalotte (7) über eine Kupplung (6) mit einer senkrechten, auf eine Verdampferquelle (9) gerichteten, angetriebenen Hauptwelle (2) oder einer in einem an der Hauptwelle befestigten Ausleger (3) laufenden Auslegerwelle (4) verbunden ist, daß sich auf der Hauptwelle (2) auswechselbare Räder (11, 13) befinden, die gegenüber dem Rezipienten feststehen, daß auf der Auslegerwelle (4) auswechselbare Räder (10, 12) befestigt sind, die wechselseitig miteinander in Eingriff stehen, daß die Stellung der Auslegerwelle (4) mittels eines Nutensteines (5) in dem Ausleger (3) variiert werden kann und daß die Räder (10, 11, 12, 13) bezüglich ihrer jeweiligen Wellen so verstellt werden können, daß sie unabhängig von der Stellung der Auslegerwelle (4) im Ausleger (3) stets im Eingriff stehen.
2. Substrathalter nach Anspruch 1, **gekennzeichnet dadurch**, daß die Hauptwelle (2) und die Auslegerwelle (4) so ausgerichtet sind, daß sich ihre gedachten Verlängerungen in der Verdampferquelle (9) schneiden.
3. Substrathalter nach Anspruch 1, **gekennzeichnet dadurch**, daß die Hauptwelle (2) und die Auslegerwelle (4) so ausgerichtet sind, daß sich ihre gedachten Verlängerungen in einem festen Raumpunkt (14) senkrecht über der Verdampferquelle (9) schneiden, in dem sich der Mittelpunkt der Kalotte (7) befindet.
4. Substrathalter nach Anspruch 1-3, **gekennzeichnet dadurch**, daß die Räder (10, 11, 12, 13) als Kegelräder ausgebildet sind, wobei die jeweils im Eingriff miteinander befindlichen Räderpaare (10, 11, bzw. 12, 13) nichtganzzahlige Übersetzungsverhältnisse realisieren.
5. Substrathalter nach Anspruch 1-3, **gekennzeichnet dadurch**, daß die Räder (10, 11, 12, 13) als Reibräder ausgebildet sind.
6. Substrathalter nach Anspruch 1-5, **gekennzeichnet dadurch**, daß Substrataufnahmen (15) mit schrägliegenden, justierbaren Auflagen zur definierten Schrägbefestigung der Substrate (8) in den Substrataufnahmen (15) vorhanden sind.

Hierzu 5 Seiten Zeichnungen

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft eine Einrichtung zur Aufnahme und gezielten Bewegung von Substraten in Bedampfungsanlagen, die insbesondere in der Halbleitertechnologie, in labormäßigen Bedampfungsanlagen und bei der Oberflächenbeschichtung optischer Gläser eingesetzt werden kann.

Charakteristik des bekannten Standes der Technik

In Bedampfungsanlagen ist die Dampfdichte über Verdampferziegel sowohl zeitlich als auch räumlich stark inhomogen. Aus diesem Grunde bewegen geeignete Vorrichtungen (Substraträger) die Substrate (z. B. Halbleiterstrukturen oder Gläser) so im Dampfstrahl, daß im zeitlichen Mittel relativ gleichmäßige Schichten entstehen.

Bekanntes Vorrichtungen verwenden kalotten- bzw. palettenförmige Substraträger, die im Rezipienten rotieren und befestigte Substrate in statistisch verteilt unterschiedlicher Neigung und Neigungsrichtung sowie wechselnder Entfernung über eine oder mehrere Dampfquellen führen (Frey, H.; Kienel, G.: Dünnschichttechnologie, Düsseldorf, 1987). Dabei wird zwar eine gleichmäßige Bedampfung erreicht, nicht jedoch ermöglicht, auch reproduzierbare Vorzugsrichtungen der Bedampfung zu realisieren.

Nachteilig sind Kantenabschattungen, die wegen starrer Geometrie der Substratbewegung und gradliniger Ausbreitung der Dampfteilchen entstehen können und die abhängig von der Art der Struktur und vom Ort des Substrates auf dem Substrathalter variieren und somit keine Reproduzierbarkeit der Aufdampfschicht zulassen.

Zur Beschichtung von Strukturen nach Lift-off-Technologie hingegen werden Substraträger benutzt, die sich um eine starre Achse drehen, deren gedachte Verlängerung durch die Quelle führt, und bei denen der Krümmungsradius der Kalotte dem Abstand zur Dampfquelle entspricht, so daß Dampfteilchen stets senkrecht auftreffen (Williams, R. E.: Gallium Arsenide Processing Techniques, Dedham [USA], 1984).

Weiterhin hat sich z. B. bei Minimierung von Strukturgrößen in spezieller Lift-off-Technik als störend erwiesen, daß beabsichtigte Abschattungseffekte nicht reproduzierbar und auf allen Substraten des Substrathalters übereinstimmend herbeigeführt werden können, weil von Substrat zu Substrat andere geometrische Verhältnisse vorliegen und dies sich auch zeitlich ständig ändern. Substraträgerbewegung und Halterungen legen den Bedampfungswinkel geometrisch fest und lassen kein willkürliches Modifizieren zu.

Ziel der Erfindung

Die Erfindung verfolgt das Ziel, eine Substrathalterung für Bedampfungsprozesse zu schaffen, die wahlweise entweder über die gesamte Substratoberfläche gleichmäßig dicke oder zweckentsprechend unterbrochene Schichten erzeugt und dazu die Bedampfungsrichtung bezogen auf die Substrate reproduzierbar ändert, sich aber trotzdem einfach herstellen und handhaben läßt.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Substrathalterung für eine Vielzahl von Einzelsubstraten zu beschreiben, die durch einfache Mittel und mit wenigen Handgriffen den verschiedenen Aufdampftechnologien angepaßt werden kann:

- a) Senkrechte Bedampfung mit hoher Schichtgleichmäßigkeit auf ebenen Flächen bei reproduzierbar übereinstimmender minimaler Bedeckung steiler Kanten,
- b) Erzeugung allseitig gleichmäßiger Aufdampfschichten auf beliebig strukturierten Substraten einschließlich allseitiger Mitbedampfung senkrechter Strukturkanten,
- c) Reproduzierbare Schrägbedampfung großer Homogenität bei definiert eingestellter Neigung und Richtung, um einseitige Kantenbedeckung bzw. Schichtbreitenminimierung durch Schrägbedampfung in einen Ätzgraben hinein bis zu Submikrometerstrukturen zu erreichen.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe durch gleichzeitigen Einbau zweier Kalottenwellen gelöst, von denen eine als – von außen über Drehdurchführung oder innen durch vakuumgekapselten Motor getriebene – Hauptwelle senkrecht und zentral über der Verdampferquelle steht, während die andere als Auslegerwelle mit dem Ausleger der Hauptwelle umläuft, wobei sich die Achsen beider Wellen z. B. in der Quelle oder im Kalottenmittelpunkt als feststehenden Raumpunkt des Rezipienten schneiden und daß auf beiden Wellen verschiebbare Räder (Zahnräder, Kegelräder, Reibräder) sitzen und nichtganzzahlige Übersetzungsverhältnisse realisieren (ungleich 1:1, 1:2, 1:3; ...). Die Räder der Hauptwelle drehen sich dabei nicht, sondern sind in ihrer Lage relativ zum Rezipienten starr fixiert; sie wirken als Abrollbahnen.

Auf diese Weise lassen sich durch geringfügige konstruktive Änderungen und Umstellungen, die mit wenigen Handgriffen durchgeführt werden, sämtliche angesprochenen Bedampfungsarten durchführen. Die Kalotte mit den Substraten kann von der Hauptwelle aufgenommen werden und dreht sich dann um eine über der Quelle senkrechte Achse. Alle Dampfpartikel treffen auf ebene Flächen der Substrate senkrecht auf und streifen senkrechte Kanten, so daß sich diese minimal überdecken.

Wird die Kalotte hingegen mittels ruckfrei arbeitender Kupplung von der Hauptwelle auf die Auslegerwelle umgesteckt, so kann sie sich in gezielt ausgewähltem Übersetzungsverhältnis von Auslegerwellenumlauf zu Kalotteneigenrotation und optimal eingestellter Neigungslage drehen und dabei taumeln. Das ist – entsprechend der Gestaltung des Auslegers – um beliebig ausgerichtete Achsen möglich, von denen jedoch erfindungsgemäß zwei Neigungslagen Vorzugrichtungen sind: durch die Quelle oder durch den festgehaltenen Mittelpunkt der Kalotte (feststehender Raumpunkt des Rezipienten). Der richtige Eingriff der auswechselbaren Räder wird erfindungsgemäß erst nach dem über Nutzenstein prozeßbezogen optimal eingestelltem Neigungswinkel der Auslegerwelle durch Verschieben auf ihren Wellen herbeigeführt. Bei stillstehender Kalotte sind sie außer Eingriff und haben keinen Einfluß auf die Neigungseinstellung.

So sind durch die Erfindung für spezifische Bedampfungsprozesse beliebige zweckmäßig erscheinende Kombinationen einstellbar, bei denen eine gleichmäßige Bedeckung der Oberfläche, verbunden mit hoher Gleichmäßigkeit und Reproduzierbarkeit der Schichtdicke, minimale Überdeckung steiler Kanten bzw. definierte Schrägbedampfung möglich sind. Um alle Substrate übereinstimmend und reproduzierbar schräg zu bedampfen, läuft die Auslegerwelle bei arretierter Eigendrehung der Kalotte in definierter Schräglage um die Hauptwelle um. Die Kalotte taumelt um den Festpunkt. Räder sind in diesem Falle überflüssig. Ein modifiziertes Resultat hinsichtlich exakter Übereinstimmung der Schräglage läßt sich erfindungsgemäß durch spezielle Halter (Substrataufnahmen) verwirklichen, in denen die Substrate nötigenfalls einzeln in ihrer Schräglage eingestellt und justiert werden.

Ausführungsbeispiel

Die Figuren 1 bis 5 zeigen Ausführungsbeispiele der Erfindung

Fig. 1

und 2: einen Substraträger mit einem bzw. zwei Räderpaaren, einmal mit auf der Haupt- und einmal auf der Auslegerwelle aufgesetzter Kalotte, bei dem sich die verlängerten Achsen im Brennfleck der Quelle schneiden,

Fig. 3

und 4: eine ähnliche Anordnung, bei der die Kalotte stets um einen feststehenden Punkt rotiert oder taumelt, gleichgültig an welcher Welle sie befestigt ist,

Fig. 5: eine spezielle, winkeljustierbare Substrataufnahme.

In Fig. 1 und 3 nimmt Lager 1 eines Rezipienten eine von außen über Drehdurchführung (oder innen über vakuumdicht gekapselten Motor) angetriebene Hauptwelle 2 auf, an der Kalotte 7 – mittels Kupplung 6 (z. B. Bajonettverschluß) auswechselbar angebracht – rotiert. Die Räder 10 und 11 werden nicht gebraucht. Sämtliche von Quelle 9 ankommenden Dampfstrahlen fallen senkrecht auf ebene Partien der Oberflächen der Substrate 8 und streifen senkrechte Kanten. Hierbei wird minimale Kantenüberdeckung steiler Partien der Halbleiterstrukturen erreicht.

Ist Kalotte 7 auf Auslegerwelle 4 umgesetzt, wie in Fig. 2 und 4 gezeigt, dann kann die Kalotte 7 über Nutzenstein 5 des Auslegers 3 beliebig definiert schräg eingestellt und ein Räderpaar, z. B. 10 und 11, durch Verschieben auf den Wellen 2 und 4 passend in Eingriff gebracht werden. Damit lassen sich die Zahl der Umläufe des Auslegers 3 zur Zahl der Eigenrotationen der Kalotte 7 in

ein bestimmtes, für den vorgesehenen Zweck als optimal ermitteltes Verhältnis bringen und in weiten Grenzen beliebige Schräglagen der Kalotte einsteifen, so daß im Falle von Fig. 2 eine homogene Schichtdicke und im Falle von Fig. 4 allseitig gleichmäßige, reproduzierbare und an allen Substraten 8 weitgehend übereinstimmende Schichtdicken erzeugt werden. Fig. 3 und 4 zeigen den Fall, daß sich die Hauptwelle 2 und die Auslegerwelle 4 in einem Festpunkt 14 schneiden und daß Kalotte 7 – gleichgültig auf welcher Welle befestigt – mit ihrem Mittelpunkt stets in diesem Festpunkt 14 verbleibt, d. h. sich bei beliebiger, definiert eingestellter Schräglage stets im Zentrum des Dampfstrahles aufhält. Läßt man Ausleger 3 in Fig. 4 bei außer Eingriff stehenden Rädern 10 bis 13 und arretierter Auslegerwelle 4 – also bei stillstehender Kalotte 7 – umlaufen, dann haben sämtliche Substrate 8 bezogen auf Quelle 9 eine definierte Schrägstellung, während Kalotte 7 um den Festpunkt 14 taumelt. Fig. 5 zeigt eine Substrataufnahme zur separaten Schrägstellung jedes einzelnen Substrats 8, mit der die Resultate aller Konstellationen modifiziert bzw. justiert werden können. In Fig. 4 ist ein Beispiel hervorgehoben, wie die Dampfstrahlenbündel bei richtiger Einstellung des Neigungswinkels und richtiger Justage in exakt gleichem Durchschnittswinkel „alpha“ auf die einzelnen Substrate 8 auftreffen.

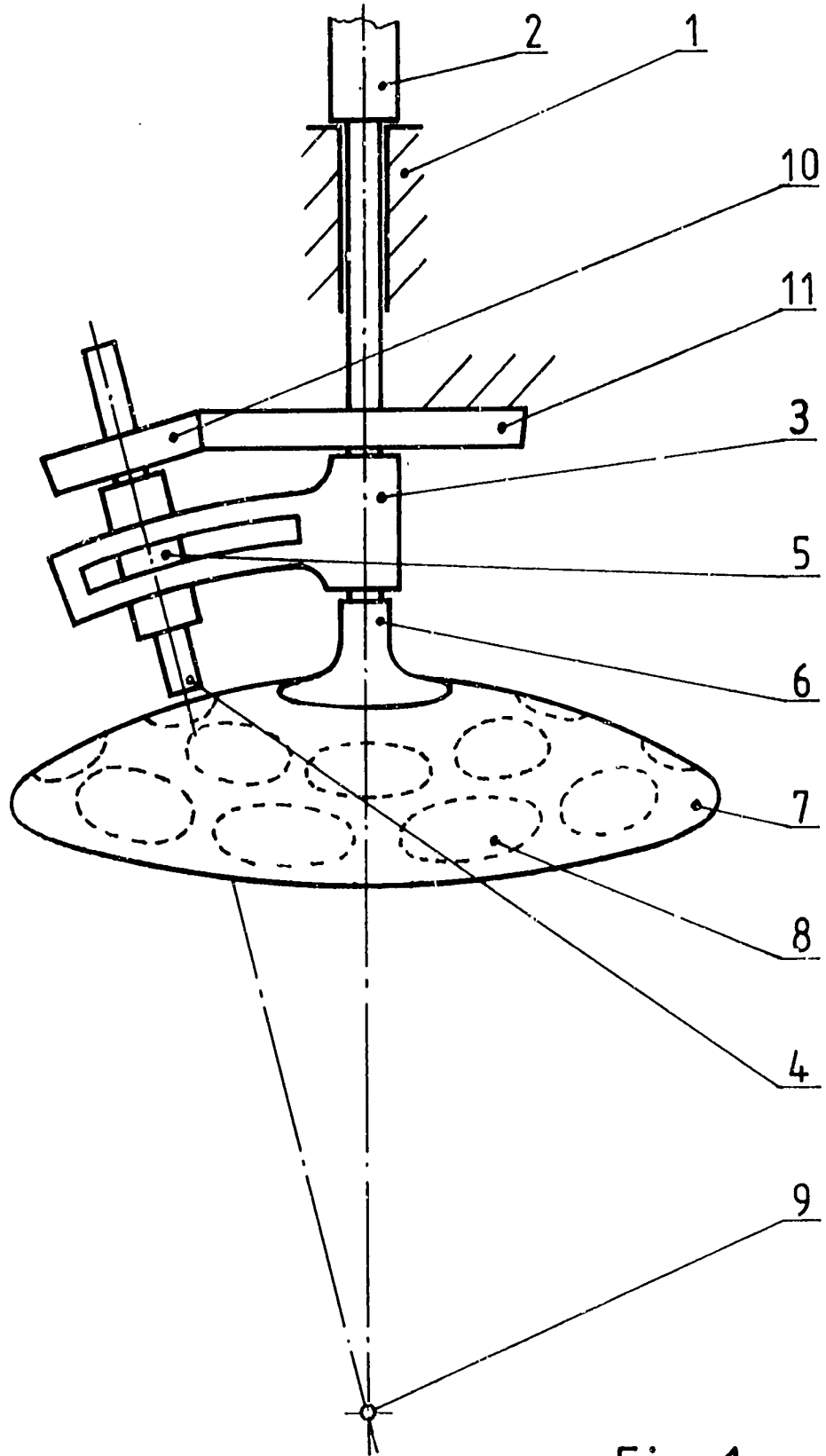


Fig. 1

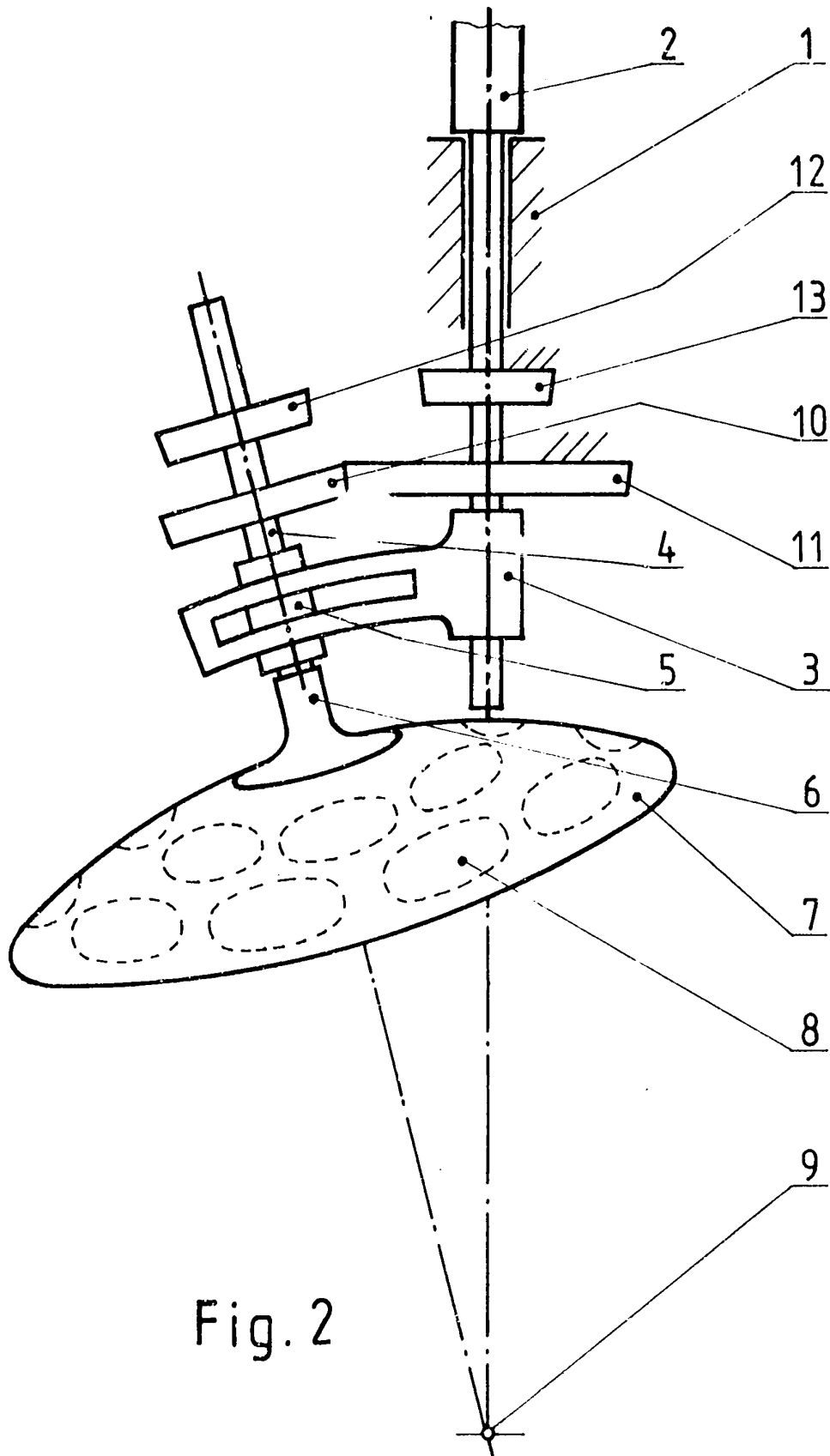


Fig. 2

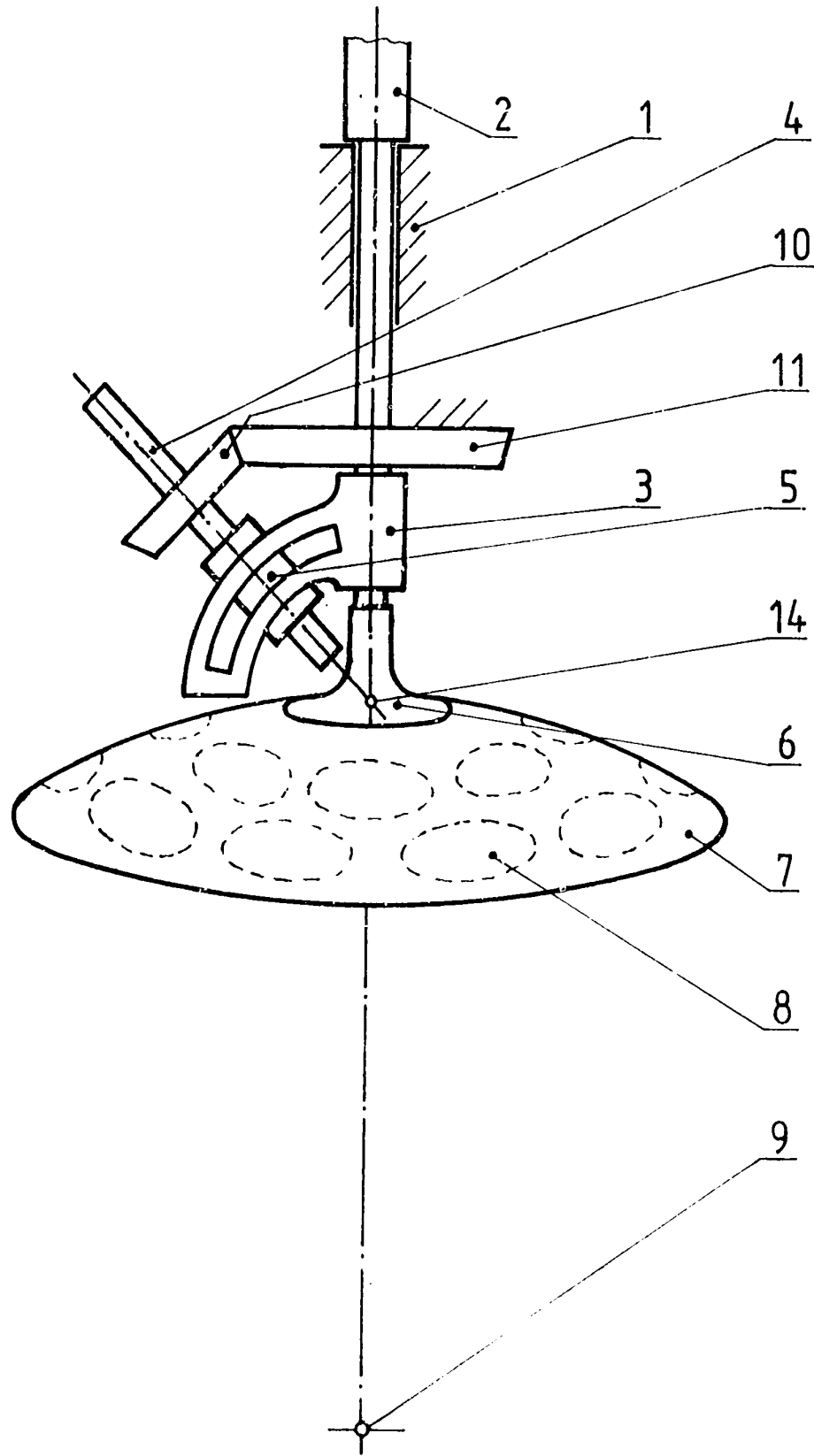


Fig. 3

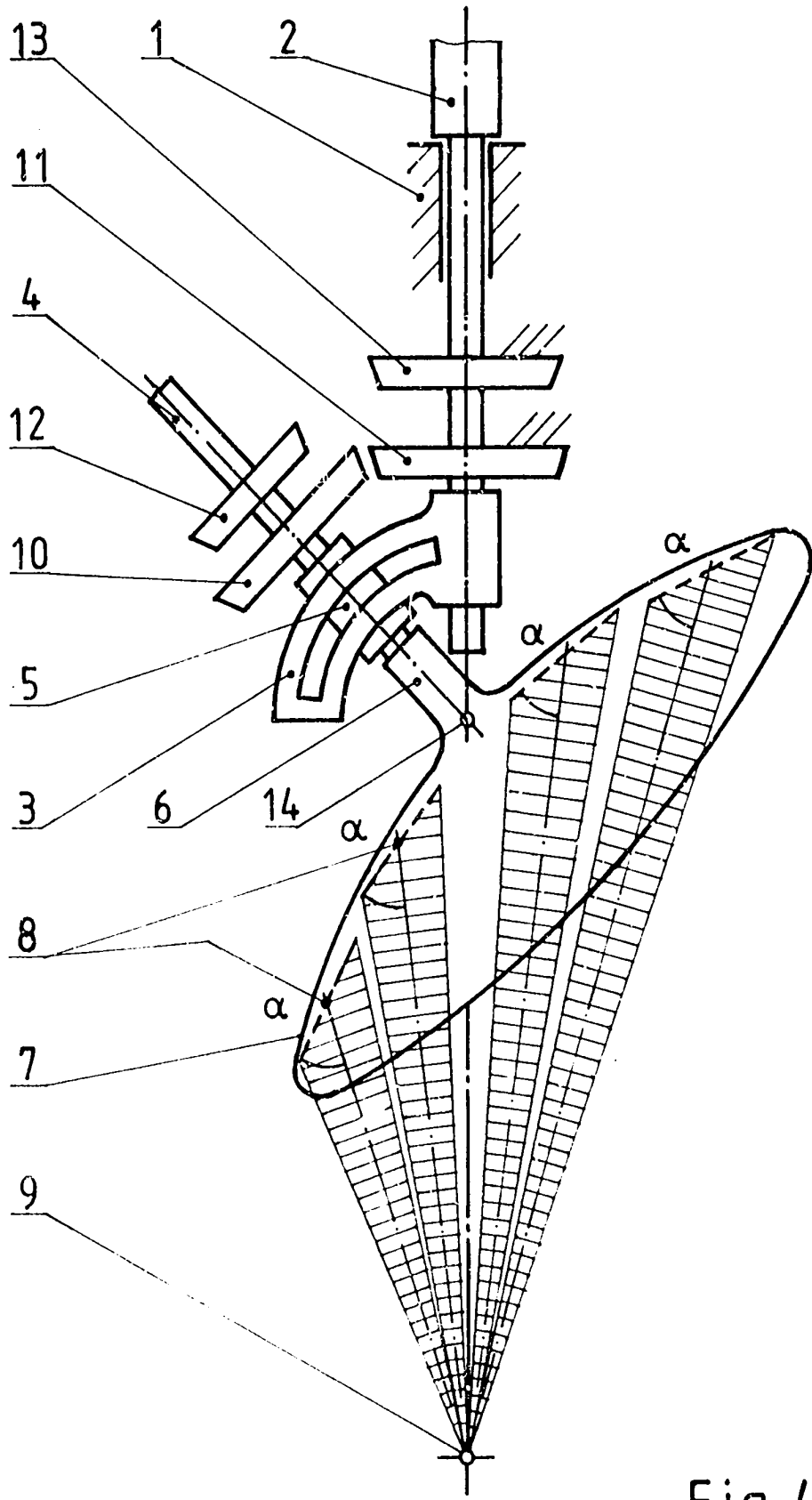


Fig.4

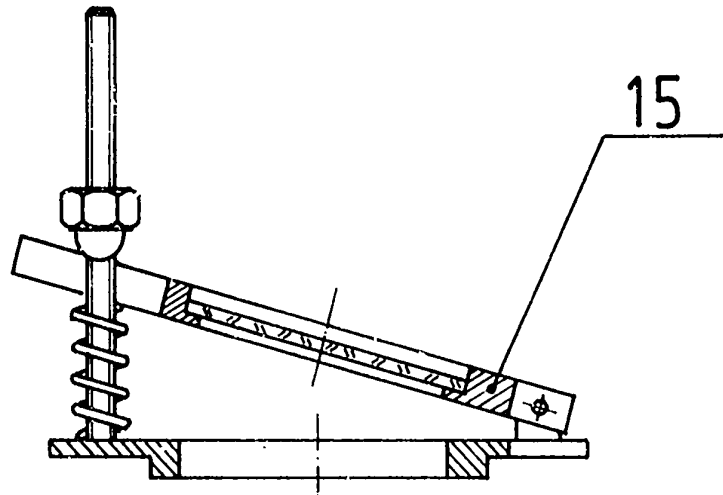


Fig. 5