

**Wirtschaftspatent**

Erteilt gemäß § 5 Absatz 1 des Änderungsgesetzes zum Patentgesetz

ISSN 0433-6461

(11)

155 657Int.Cl.³**3(51) G 02 B 5/04****AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN**

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

21)	WP G 02 B/ 226 553	(22)	23.12.80	(44)	23.06.82
-----	--------------------	------	----------	------	----------

71) siehe (72)

72) GROSSER, JOHANNES;DD;

73) siehe (72)

74) HANS KUEGLER, VEB CARL ZEISS JENA, BFS, 6900 JENA, CARL-ZEISS-STR. 1

54) BINOKULARER SCHIEBETUBUS

57) Die Erfindung ist in allen Gebieten der Optik einsetzbar und ist für Vergleichs- und Meßzwecke ausbaubar. Ziel der Erfindung ist ein binokularer Schiebetubus zur verlustlosen Einspiegelung eines zweiten Strahlenganges. Das Wesen der Erfindung liegt darin, daß als Strahlenteilerprisma ein Doppelprisma mit einer in der Symmetrieebene liegenden Strahlenteilerfläche verwendet wird und beiderseitig zur Strahlenteilerfläche die Okularprismen angeordnet sind. Das einmal reflektierende Okularprisma ist dem Doppelprisma geometrisch ähnlich. Das zweimal reflektierende Okularprisma ist dem entlang der Symmetrieebene geteilten Doppelprisma geometrisch ähnlich. Die in das Doppelprisma einfallenden Strahlen werden durch die Strahlenteilerfläche jeweils in zwei Okularstrahlen aufgespalten. Beide Okularstrahlen erfahren anschließend in den Okularprismen eine Ablenkung. Durch gleiche bzw. unterschiedliche Verteilung der Luftabstände zwischen dem Doppelprisma und dem jeweiligen Okularprisma sind die in Einblickrichtung projizierten optischen Weglängen in gleichem Abstand von der Strahlenteilerfläche legbar. -Figur 1-

Titel: Binokularer Schiebetubus

Anwendungsgebiete der Erfindung:

Der binokulare Schiebetubus kann an den verschiedensten optischen Geräten an Stelle monokularer Einblickvorrichtungen verwendet werden, so z. B. bei Mikroskopen, Fern-
5 rohren, Justiergeräten und photogrammetrischen Geräten.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen:

Zur Einstellung des Augenabstandes, wobei die optische Weglänge zwischen Tubusansatzfläche und Sehfeldblenden-
10 ebene des Okulars unverändert bleibt, sind grundsätzlich zwei technische Lösungen bekannt. Diese sind beispielsweise in Brockhaus "ABC der Optik", VEB F.A. Brockhausverlag, Leipzig 1961, K. Mütze, S. 575, beschrieben.

Die eine besteht darin, daß die Okularaufnahmestutzen um
15 eine gemeinsame Achse, um gleiche Winkel, geschwenkt werden. Der anwenderseitige Nachteil dieser Lösung ist, daß sich gleichzeitig mit der Abstandsänderung der Okularaufnahmestutzen die Orientierung der in der Okularzwischenbildebene befindlichen Okularstrichplatten verändert.

20 Wesentlich günstiger ist die zweite technische Lösung der diametralen Verstellbarkeit der Aufnahmestutzen: Die erforderliche Führung zweier Grundplatten zur Augenabstandseinstellung und der von jeder Grundplatte getragenen Füh-

rung zur gleichzeitigen Abstandsänderung zwischen Okularprisma und Okularaufnahmestutzen sind orthogonal zueinander angeordnet und parallel zu den Okularstrahlengängen ausgerichtet. Dabei wird in beiden Okularstrahlengängen nur die letzte der wirksamen Reflexionsflächen bewegt, so daß beidseitig Kippfehler auftreten können. Das optische System dieser Binokulartuben enthält als Bauelemente Würfel- und Halbwürfelprismen sowie eine halbdurchlässige Strahlenteilerfläche.

- 10 Ein zentral angeordnetes Würfelprisma mit einer diametral angeordneten Strahlenteilerfläche teilt den einfallenden Lichtstrom in zwei zunächst divergent zueinander verlaufende Okularstrahlengänge auf.

Anschließend werden diese Okularstrahlengänge durch die jeweiligen Okularprismen parallel zueinander ausgerichtet, wobei bei einem Reflexionsunterschied von eins die geringstmöglichen Reflexionen auftreten. Die Ablenkung erfolgt in Richtung des Okularprismas mit der doppelten Reflexionszahl. Ein besonderes Merkmal dieser Binokulartuben ist, daß das eine Okularprisma nur eine Strahlversetzung verursacht, während das andere mit nur einer Reflexionszahl eine Ablenkung von 90° bewirkt.

Weiterhin sind die optischen Lichtwege in Glas und Luft für beide Okularstrahlengänge jeweils gleich und die Lichtdurchgangsflächen aller Prismen sind senkrecht zu der optischen Achse des jeweils durchgehenden Strahlbündels orientiert.

Die Einspiegelung eines zweiten, festen Strahlenganges ist nur bei dem diametral verstellbaren Binokulartubus möglich. Da sich die Koppelstelle unmittelbar unterhalb des strahlversetzenden Okularprismas befindet, ist sie jedoch nur schwer zugänglich. Die beiden Eingangskanäle und Ansatzflächen schließen bei gleicher optischer

Weglänge einen Winkel von 90° ein. Da keine gemeinsame Ansatzfläche vorhanden ist, wird leicht eine Dejustierung verursacht. Die Vertauschung der Eingangskanäle, um bei ungeänderter optischer Weglänge die unterschiedliche Reflexionszahl zu nutzen, ist nicht vorteilhaft, da eine ungünstige Sitzposition bezüglich des Grundgerätes auftritt. Ein polarisationsoptischer Nachteil besteht darin, daß der Einfallswinkel bezüglich der Strahlenteilerfläche relativ groß ist. Er beträgt 45° .

10 Ziel der Erfindung:

- Ziel der Erfindung ist ein binokularer Schiebetubus mit zwei nebeneinanderliegenden Eingängen mit beliebiger Neigung zueinander, wobei alle vorteilhaften Eigenschaften der bisherigen Binokulartuben übernommen werden sollen.
- 15 Für das doppelt reflektierende Okularprisma sollen die bei Verschiebung etwaig auftretenden Kippfehler ausgeschaltet werden. Vorteilhafte Anordnungen zur verlustlosen Einspiegelung sowie die Möglichkeit zum Reflexionsausgleich sollen möglich sein.
- 20 Außerdem sollen für Vergleichszwecke, für Entfernungsmessungen bzw. zum Messen von Krümmungsradien verschiedene oder gleiche Bilder nebeneinander- oder übereinanderlegbar sein.

Darlegung des Wesens der Erfindung:

- 25 Die technische Aufgabe konnte bisher nicht gelöst werden, da nur eines der Okularprismen den einen der Okularstrahlengänge ablenkt, während der andere Okularstrahlengang lediglich eine Versetzung erfährt. Diese unsymmetrische Verteilung der Ablenkungen beider Okularstrahlengänge
- 30 macht z. B. die wahlweise bzw. gleichzeitige Nutzung beider Eingänge unmöglich.

Die technische Aufgabe wird dadurch gelöst, daß als Strahlenteilerprisma ein Doppelprisma für divergente Eingänge verwendet wird. Als einfach reflektierendes Okularprisma wird ein dem Doppelprisma geometrisch ähnliches Prisma
 5 ohne Strahlenteilerfläche verwendet. Als zweifach reflektierendes Okularprisma wird ein der einen Hälfte des Doppelprismas ähnliches Prisma benutzt, wobei die Strahlenteilerfläche durch eine Spiegelfläche ersetzt ist. Beide Okularprismen, von einem Doppelprisma abgeleitet, sind um
 10 den gleichen konstanten Faktor größer, kleiner oder gleich dem Doppelprisma dimensioniert. Die Lichtdurchgangsflächen und Reflexionsflächen der Okularprismen stimmen mit den entsprechenden Flächen des Doppelprismas überein und sind beidseitig des Doppelprismas angeordnet. Dabei gibt es
 15 vier verschiedene Möglichkeiten zur Anordnung entsprechend der Richtung des Lichtdurchganges durch die Okularprismen.

Durch die Wahl des Doppelprismas ist die Einblickrichtung, d. h. der Winkel σ zwischen den parallelen Okularstrahlengängen und der Strahlenteilerfläche vorgegeben
 20

$$\sigma = \frac{3}{2} \delta + 2\varphi - 180^\circ,$$

wobei δ der Divergenzwinkel der unmittelbar an der Strahlenteilerfläche beginnenden Okularstrahlengänge und φ der
 25 Kantenwinkel der Seitenflächen des Doppelprismas ist. Die optische Weglänge beider Okularstrahlengänge ist bei gleichen Werten durch entsprechende Verteilung der Abstände zwischen dem Doppelprisma und dem jeweiligen Okularprisma immer in eine gemeinsame Ebene senkrecht zur Einblickrichtung legbar
 30

$$\ell_1 = \frac{\Delta P(\delta, \varphi)}{1 + \cos 2(\delta + \varphi)} + \ell_2 \frac{1 + \cos(\delta + 2\varphi)}{1 + \cos 2(\delta + \varphi)},$$

wobei ℓ_1 der Luftabstand zwischen dem einmal reflektierenden Okularprisma und dem Doppelprisma und ℓ_2 der Luftabstand zwischen dem zweimal reflektierenden Okularprisma
 35

- und Doppelprisma ist. $\Delta P(\delta, \rho)$ ist die Differenz der Projektionen der innerhalb der Prismen verlaufenden Okularstrahlengänge in Einblickrichtung. Das Verhältnis der Luftabstände von dem einmal und dem zweimal reflektierenden Okularprisma ist auch zu

$$\frac{\ell_1}{\ell^2} = \left(\frac{\cos \frac{\delta + 2\rho}{2}}{\cos(\delta + \rho)} \right)^2$$

realisierbar.

- 10 Die Strahlenteilerfläche des Doppelprismas ist durch eine Spiegelfläche und die verschiedenen Reflexionsflächen der Anordnung durch Strahlenteilerflächen bzw. Spiegel ersetzbar. Auf diese Weise ist es möglich, daß die Okularstrahlengänge zusammenfallen bzw. sich überschneiden können.
- 15 Die Einstellung des Augenabstandes erfolgt durch eine betragsmäßig gleiche Verschiebung der Okularprismen, d. h. aller in den Okularstrahlengängen wirksamen Reflexionsflächen entlang der unmittelbar nach der Strahlenteilung divergent verlaufenden Okularstrahlengänge. In dem gleichen Maße, wie sich jedes Okularprisma von der Strahlenteilerfläche weg bzw. zur Strahlenteilerfläche hin bewegt,
- 20 muß sich der Abstand zwischen dem jeweiligen Okularprisma und Okularaufnahmestutzen verkleinern bzw. vergrößern.

Ausführungsbeispiel:

- 25 Der Gegenstand der Erfindung wird an Hand der Zeichnungen erläutert. Es stellen dar:
- Fig. 1 eine Prinzipskizze einer Prismenanordnung eines binokularen Schiebetubus mit entsprechenden Parametern
- 30 Fig. 2 eine Anordnung mit den Prismen nach Fig. 1, wobei zwei Ecken des Doppelprismas abgeschnitten sind

Fig. 3 einen Schiebetubus entsprechend der Prismenanordnung nach Fig. 1

Fig. 4 einen binokularen Schiebetubus mit paralleler Anordnung der Eingänge.

- 5 Die Fig. 1 zeigt eine Prismenanordnung eines binokularen Schiebetubus. Beiderseits eines zentral angeordneten Doppelprismas 1 sind ein einmal reflektierendes Okularprisma 2 und ein zweimal reflektierendes Okularprisma 3 angeordnet. Das einmal reflektierende Okularprisma 2 ent-
- 10 spricht dem Doppelprisma 1 und das zweimal reflektierende Okularprisma 3 entspricht dem entlang seiner Symmetrieebene halbierten Doppelprismas 1. Die Symmetrieebene des Doppelprismas enthält eine Strahlenteilerfläche 4. Das Doppelprisma 1 hat eine aus einem reflektierenden
- 15 Teil 6 und einem lichtdurchgehenden Teil 7 bestehende Seitenfläche 5. Der Kantenwinkel φ zwischen diesen beiden Teilen der Seitenfläche 5 beträgt 30° . Zwischen den beiden Seitenflächen 5 des Doppelprismas 1 befindet sich die Basisfläche 8, die durch die Strahlenteilerfläche 4
- 20 in zwei gleiche Teile 8 und 8' symmetrisch halbiert wird.

- Die Funktionsweise besteht darin, daß ein durch die Basisfläche 8 des Doppelprismas 1 eintretender Lichtstrahl 9 am reflektierenden Teil 6 der Seitenfläche 5 zur Strahlenteilerfläche 4 umgelenkt wird und in einen Okularstrahl 10
- 25 und einen Okularstrahl 11 aufgespalten wird. Der Divergenzwinkel δ zwischen den beiden Okularstrahlen 10, 11 unmittelbar an der Strahlenteilerfläche 4 beträgt 100° . Der Okularstrahl 10 passiert anschließend das einmal reflektierende Okularprisma 2, während der andere Okularstrahl 11
- 30 das zweimal reflektierende Okularprisma 3 passiert. Nach Verlassen der beiden Okularprismen 2, 3 sind beide Okularstrahlen 10, 11 parallel zueinander. Sie haben durch das jeweilige Okularprisma 2, 3 eine Ablenkung erfahren und

gegenüber der Strahlenteilerfläche 4 eine Neigung, die einem Einblickwinkel δ von 30° entspricht.

Ein durch den anderen Teil der Basisfläche 8' tretender Lichtstrahl 9' hat einen symmetrischen Verlauf. In Fig. 1 ist auch die in Einblickrichtung projizierte Differenz ΔP der in den Prismen 1, 2, 3 verlaufenden Lichtwege der beiden Okularstrahlen 10, 11 eingezeichnet, wobei der Lichtdurchgang durch die Okularprismen 2, 3 ohne seitliche Versetzung gegenüber dem Lichtdurchgang durch das Doppelprisma 1 erfolgt.

Die Anordnung kann abgeändert werden, indem eine bzw. beide Ecken des Doppelprismas 1 abgeschnitten werden, die jeweils den reflektierenden Teil 6 der Seitenfläche 5 und einen Teil der Basisfläche 8 bzw. 8' enthalten. Dabei ist die Schnittfläche senkrecht zum einfallenden Strahl 9 bzw. 9' ausgerichtet. In Fig. 2 ist ein Schiebetubus dargestellt, wobei beide Ecken des Doppelprismas abgeschnitten sind. Auf diese Weise können die beiderseits der Strahlenteilerfläche 4 eintretenden Lichtstrahlungen 9, 9' divergent oder konvergent zueinander sein. Außerdem sind auch Doppelprismen 1 verwendbar, wobei der eintretende Strahl 9 bzw. 9' noch vor der Strahlenteilerfläche 4 eine beliebige Zahl von Reflexionen erfahren hat. Entsprechend groß kann auch die Reflexionszahl in den Okularprismen sein.

ΔP ist beispielsweise bei der Wahl der Anordnung in Fig. 1 die durch den Divergenzwinkel δ und den Kantenwinkel φ bestimmt ist, durch Verschiebung der Okularprismen 2, 3 senkrecht zur Richtung der in diese eintretenden Okularstrahlen 10, 11 veränderbar. Gegebenenfalls können beide Okularprismen 2, 3 mit einer Dachkante versehen werden.

In Fig. 3 ist ein binokularer Schiebetubus mit den Prismen der Fig. 1 und dem dort eingezeichneten Wert für ΔP dargestellt. Unmittelbar parallel zur Lichtaustrittsfläche des einmal reflektierenden Okularprismas 2 ist ein

Okularaufnahmestutzen 14 und parallel zur Lichtaustrittsfläche des zweimal reflektierenden Okularprismas 3 ist ein Okularaufnahmestutzen 15 angeordnet. Beide Okularaufnahmestutzen 14, 15 befinden sich in einer gemeinsamen Ebene. Der Luftabstand ℓ_1 zwischen dem einmal reflektierenden Okularprisma 2 und dem Doppelprisma 1 sowie der Luftabstand ℓ_2 zwischen dem zweimal reflektierenden Okularprisma 3 und dem Doppelprisma 1 sind so gewählt, daß die optischen Weglängen für beide Okularstrahlengänge 10, 11 den gleichen Abstand von der Strahlenteilerfläche 4 bis zur gemeinsamen Ebene der Okularaufnahmestutzen 14, 15 haben. Beidseitig zur Strahlenteilerfläche 4 sind parallel zu den beiden Teilen der Basisfläche 8 eine Ansatzfläche 12 und eine Ansatzfläche 13 vorhanden. Die Prismen mit entsprechenden Prismenstühlen (nicht dargestellt), die Okularaufnahmestutzen 14, 15 und die Ansatzflächen 12, 13 sind mit einem Tubusgehäuse (nicht dargestellt) verbunden. Eine Ecke 16 des einmal reflektierenden Okularprismas 2 ist abgeschnitten. Gegebenenfalls können auch noch andere Teile der Prismen 1, 2, 3, die für die Strahlführung eines Strahlenbündels nicht unbedingt erforderlich sind, abgeschnitten werden.

In Fig. 4 ist ein binokularer Schiebetubus dargestellt, der als Doppelprisma 1 ein 60° - 60° - 60° -Prisma enthält. Der Kantenwinkel φ und der Einblickwinkel ψ sind Null. Beide Okularstrahlengänge 10, 11 erfahren eine entgegengesetzt gleich große Ablenkung. Der Divergenzwinkel δ beträgt 120° . Der Einfallswinkel bezüglich der Strahlenteilerfläche ist auf 30° reduziert.

Parallel zu den Lichtaustrittsflächen der Okularprismen 2, 3 sind die Okularaufnahmestutzen 14, 15 angeordnet und parallel zur Basisfläche 8 sind beidseitig zur Strahlenteilerfläche 4 die Ansatzfläche 12 und die Ansatzfläche 13 in einer gemeinsamen Ebene liegend einheitlich und zusammenhängend ausgeführt.

Die Luftabstände ℓ_1 , ℓ_2 sind gleich groß. Wird die Totalreflexion ausgenutzt, so können sich reflektierender Teil 6 und lichtdurchgehender Teil 7 der Seitenfläche 5 überlappen.

- 5 Ein besonderer Vorzug des binokularen Schiebetubus nach Fig. 4 besteht darin, daß die Ansatzfläche 12 und die Ansatzfläche 13 in einer gemeinsamen Ebene liegen. Ohne besondere Nachteile bezüglich des Justierzustandes ist die verlustlose Einspiegelung möglich. Durch den An-
- 10 satz des Tubus an die eine oder andere Ansatzfläche, ohne daß eine Änderung der Sitzposition auftritt, erhält man seitenverkehrte Bilder.

Erfindungsanspruch:

1. Binokularer Schiebetubus, bestehend aus einem Strahlenteilerprisma mit zwei reflektierenden sowie lichtdurchlässigen Seitenflächen und einer Strahlenteilerfläche, welche die einfallenden Strahlen in jeweils
5 zwei Okularstrahlen aufspaltet und einem einmal reflektierenden Okularprisma und einem zweimal reflektierenden Okularprisma, die beidseitig zur Strahlenteilerfläche des Strahlenteilerprismas angeordnet sind, gekennzeichnet dadurch,
10 daß das Strahlenteilerprisma als ein Doppelprisma (1) mit symmetrisch angeordneter Strahlenteilerfläche (4) ausgebildet ist und jeweils die reflektierenden Seitenflächen mit den lichtdurchlässigen Seitenflächen einen Winkel zwischen 0° und 180° einschließen, daß das ein-
15 mal reflektierende Okularprisma (2) dem Doppelprisma (1) geometrisch ähnlich ist und keine Strahlenteilerfläche enthält,
daß das zweimal reflektierende Okularprisma (3) einem symmetrisch halbierten Doppelprisma (1) geometrisch ähnlich
20 lich ist und daß beide Okularstrahlengänge (10, 11) eine Ablenkung erfahren.
2. Binokularer Schiebetubus nach Punkt 1, gekennzeichnet dadurch, daß die Okularstrahlengänge (10, 11) eine gleich große Ablenkung erfahren.
- 25 3. Binokularer Schiebetubus nach Punkt 1, gekennzeichnet dadurch, daß die Okularstrahlengänge eine verschieden große Ablenkung erfahren.
4. Binokularer Schiebetubus nach Punkt 2 oder 3, gekennzeichnet dadurch,
20 daß jeweils die reflektierenden Seitenflächen und die lichtdurchlässigen Seitenflächen des Doppelprismas (1) einen Winkel von 180° einschließen.

5. Binokularer Schiebetubus nach Punkt 4, gekennzeichnet dadurch,
daß jeweils die reflektierenden Seitenflächen und die
lichtdurchlässigen Seitenflächen zusammenhängend aus-
5 geführt sind.

Hierzu 4 Seiten Zeichnungen

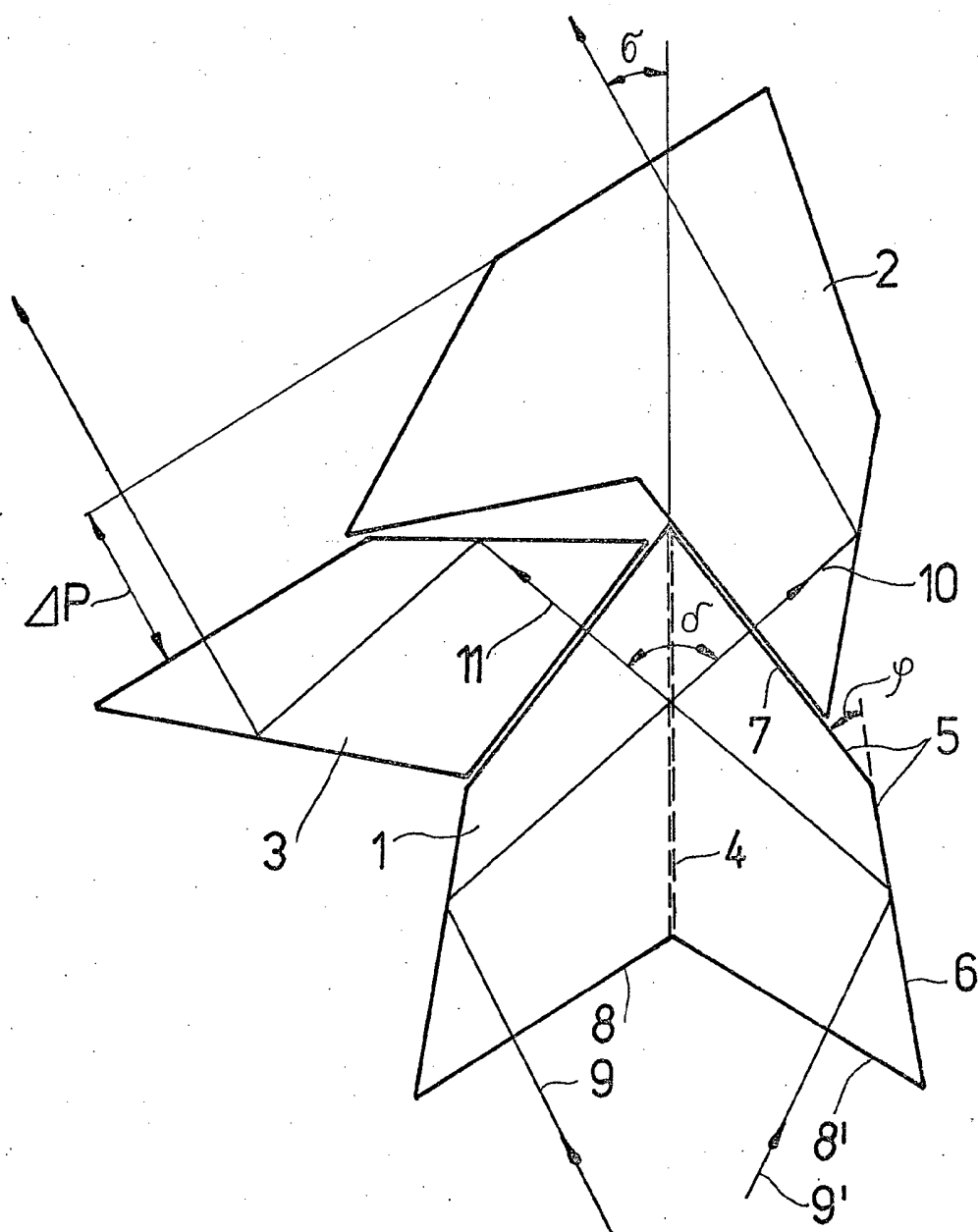


Fig.1

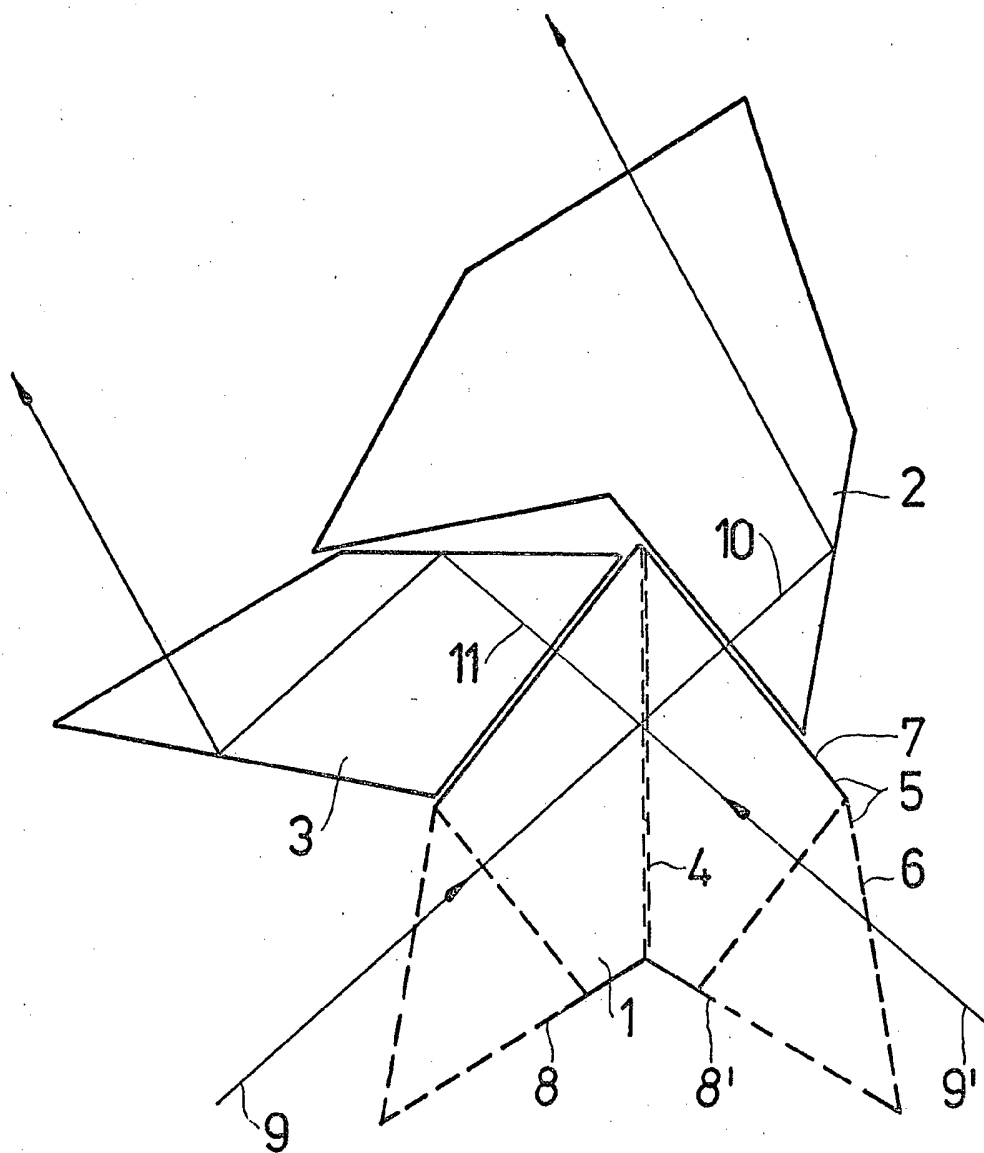


Fig. 2

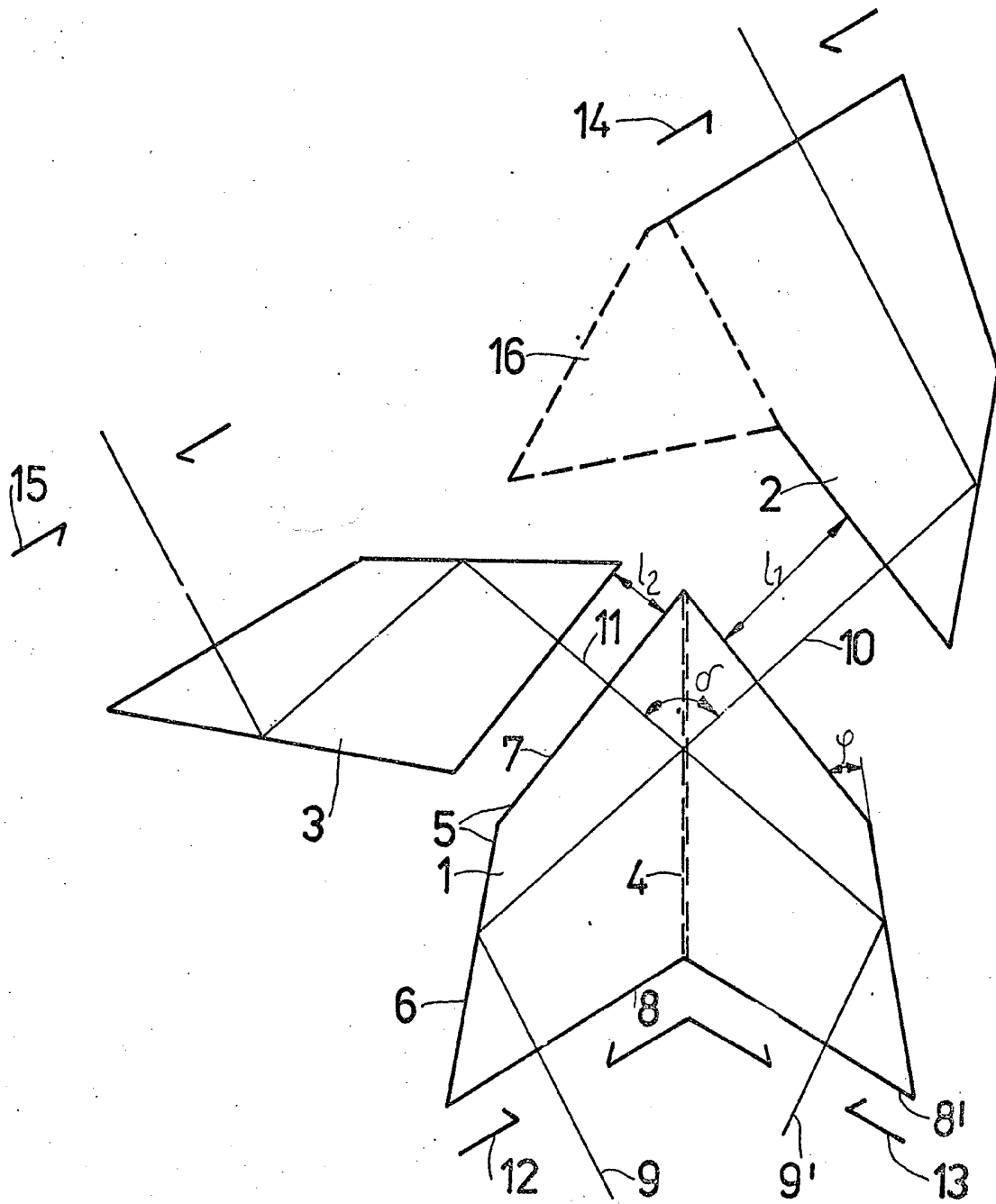


Fig. 3

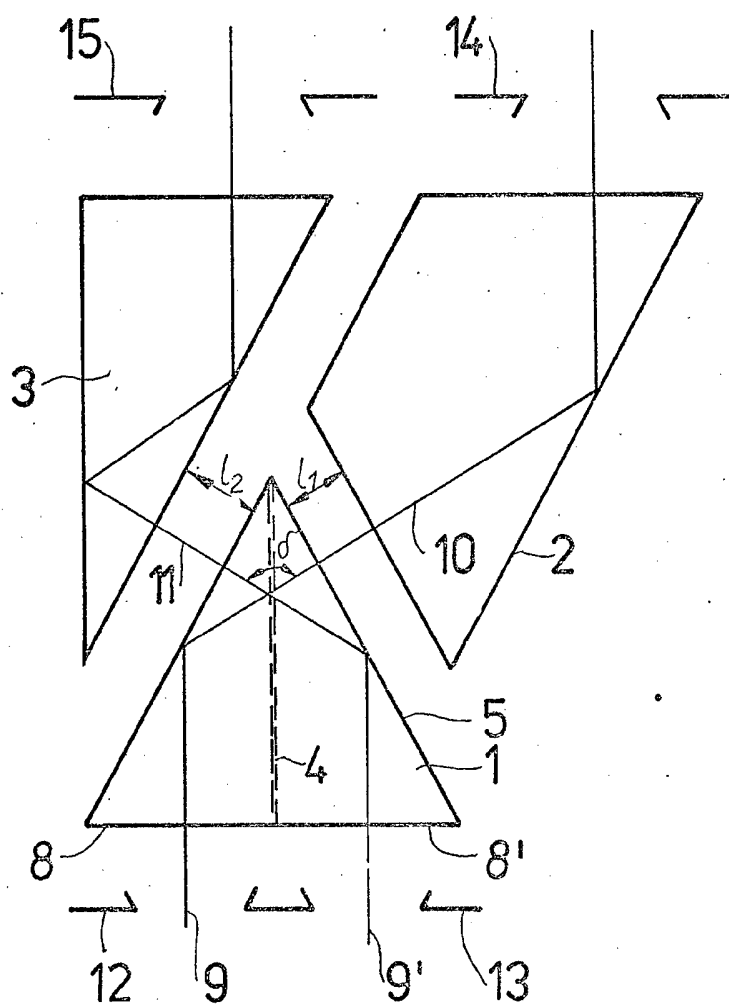


Fig. 4