



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

① CH 658 918 A5

⑤ Int. Cl.⁴: G 02 B 26/08
F 24 J 2/18

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein
Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

⑫ PATENTSCHRIFT A5

⑳ Gesuchsnummer: 1187/83

㉒ Anmeldungsdatum: 04.03.1983

③① Priorität(en): 11.03.1982 IT 20105/82

㉔ Patent erteilt: 15.12.1986

④⑤ Patentschrift veröffentlicht: 15.12.1986

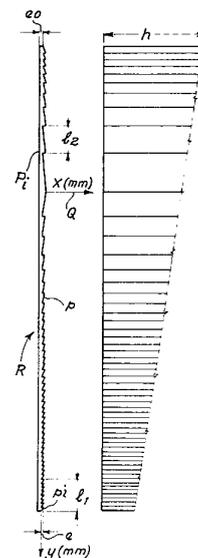
⑦③ Inhaber:
Società Italiana Vetro-SIV- S.p.A., Vasto/Chieti (IT)

⑦② Erfinder:
Pinelli, Tazio, Pavia (IT)
Sebastiano, Francesco, Termoli/Campobasso (IT)

⑦④ Vertreter:
Anton J. Willi, Thalwil

⑤④ Zeitlich feststehender Refraktor aus durchsichtigem Material.

⑤⑦ Der Refraktor (R) ist eine Platte aus durchsichtigem Material; seine eine Seite ist eben, während die andere beidseits einer Querachse (Q) je eine Mehrzahl von afokalen Prismen (p) aufweist. Anordnung und Abmessungen der Prismen (p) sind so gewählt, dass auf einer Kollektorfläche (Pmc) über die Zeitspanne von 8 bis 16 Uhr ein Sonnenenergie-Konzentrationsverhältnis von mindestens 2.6 erreicht wird. Ein Sonnenstand-Nachlaufsystem ist nicht erforderlich.



PATENTANSPRÜCHE

1. Zeitlich feststehender Refraktor aus durchsichtigem Material, dadurch gekennzeichnet, dass er afokale Strukturelemente (p) aufweist, die asymmetrisch beidseits einer Axe (Q) so angeordnet sind, dass über einen Zeitraum von 8 Uhr bis 16 Uhr ein Sonnenenergie-Konzentrationsverhältnis (C) von wenigstens 2.6 erreicht wird.

2. Refraktor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die afokalen Strukturelemente nebeneinander angeordnete, gerade Prismen (p) sind, die auf einer Seite einer aus durchsichtigem Material bestehenden Basis angeordnet sind.

3. Refraktor nach den Ansprüchen 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, dass die maximale Höhe (e) der Prismen (p) 3 mm ist, wobei die Breite (e) der Prismen (p) im unteren Refraktorteil gleich oder grösser als 4 mm, und die Breite der Prismen im oberen Refraktorteil gleich oder grösser als 6.5 mm ist, und dass die Anordnung so getroffen ist, dass das maximale Konzentrationsverhältnis (C) in einer Ebene (Pmc) erreicht wird, die in einem Abstand von etwa 350 mm vom Refraktor (R) entfernt ist.

4. Refraktor nach den Ansprüchen 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Flanken der Prismen (p) mit einer Reflexionsschicht versehen sind, um Streuverluste durch Anlageteile, deren Decke der Refraktor bildet, minimal zu halten.

5. Refraktor nach den Ansprüchen 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die äussersten Strukturelemente (pi, ps) so ausgebildet sind, dass sie während einer kurzen Zeitspanne einfallende Sonnenstrahlen vollständig reflektieren.

6. Refraktor nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass der oberhalb der genannten Axe (Q) liegende Refraktorteil stets weniger Strukturelemente (p) aufweist als der untere Refraktorteil.

7. Refraktor nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass im oberhalb der genannten Axe (Q) liegenden Refraktorteil 9 als Prismen geformte Strukturelemente und im unteren Refraktorteil 42 als Prismen geformte Strukturelemente vorgesehen sind.

8. Refraktor nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass das Verhältnis zwischen der Brennweite des von der genannten Axe (Q) am weitesten entfernten obersten Strukturelements und der Brennweite des von der genannten Axe (Q) am weitesten entfernten untersten Strukturelements stets kleiner als 1 ist.

9. Refraktor nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass er als Modulelement ausgebildet ist, das mit einem oder mehreren identischen Elementen zusammenbaubar ist.

Gegenstand der Erfindung ist ein zeitlich feststehender Refraktor aus durchsichtigem Material mit einer Mehrzahl von Strukturelementen, z.B. geraden Prismen, solcher Anordnung, dass ein Plattengebilde mit einer ebenen und einer gezahnten Oberfläche gebildet ist.

Um einen Refraktor zum Konzentrieren von Sonnenenergie zu erhalten, hat man Linsen mit Fresnel-Profil verwendet zum Konzentrieren eines Bündels paralleler Strahlen in einem Brennpunkt. Refraktoren mit solchen Linsen sind bekannt; sie sind entweder auf dem Sonnenlauf folgenden Einrichtungen montiert oder sie sind feststehend angeordnet. Im letztgenannten Fall sind sie mit Elementen gekuppelt, welche die Sonnenfolgemechanismen simulieren.

Solche Refraktoren sind relativ teuer und ihre Verwendung in der Praxis kompliziert.

Vom gleichen Anmelder ist schon ein asymmetrischer

Refraktor mit Fresnelschen Elementen vorgeschlagen worden, d.h. ein Refraktor, der nicht nur einen Brennpunkt aufweist. Eine starke Konzentration der eingestrahnten Sonnenenergie kann mit einem solchen Refraktor auch dann erreicht werden, wenn er zeitlich feststeht; die Benützung eines solchen Refraktors ist somit besonders einfach. Dagegen ist die Herstellung eines solchen Refraktors nicht problemlos und daher relativ teuer.

Demgegenüber bezweckt die vorliegende Erfindung die Schaffung eines Refraktors, der einfach und relativ billig herstellbar ist, und der aus irgend einem durchsichtigen Material bestehen kann; er kann z.B. auch mittels üblicher Einrichtungen zur Herstellung von Glasplatten hergestellt werden.

Erfindungsgemäss ist der Refraktor dadurch gekennzeichnet, dass er afokale Strukturelemente aufweist, die asymmetrisch beidseits einer Axe so angeordnet sind, dass über einen Zeitraum von 8 Uhr bis 16 Uhr ein Sonnenenergie-Konzentrationsverhältnis von wenigstens 2.6 erreicht wird.

Bei einer besonders vorteilhaften Ausführungsform des Refraktors sind als Strukturelemente Prismen vorgesehen, deren Höhe gleich oder grösser ist als 3 mm, wobei die Breite der Prismen im unteren, z.B. 42 Prismen ausweisenden, Refraktorteil gleich oder grösser ist als 4 mm und im oberen, z.B. 9 Prismen ausweisenden Refraktorteil gleich oder grösser als 6.5 mm ist. Damit lässt sich ein maximales Konzentrationsverhältnis auf einer Kollektorfläche erzielen, deren Abstand von der ebenen Basisfläche des Refraktors etwa 350 mm beträgt.

Durch Verwendung eines Refraktors nach der Erfindung kann die gezahnte Fläche besonders einfach mit geeigneten Schichten hohen Reflexionsvermögens überzogen werden, um die Dispersion von Energie, die von der Einrichtung, deren Decke der Refraktor bildet, reflektiert wird, nach aussen minimal zu halten.

Bei bisher bekannten Refraktoren konnten solche Reflexionsschichten infolge ungünstiger Form der Oberfläche nur mit Schwierigkeiten aufgebracht werden.

Der erfindungsgemässe Refraktor kann natürlich auch als Modulkomponente einer grösseren Sammelfläche für Strahlungsenergie benützt werden. Aus solchen Refraktorkomponenten lassen sich die verschiedensten Kombinationen zusammenstellen, wobei sich das der einzelnen Komponente zugeordnete Konzentrationsverhältnis im ganzen durch solche Komponente gebildeten Sektor aufrechterhalten lässt.

Die Erfindung ist im folgenden anhand beiliegender Zeichnungen beispielsweise näher beschrieben, wobei in der Zeichnung ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel eines Refraktors mit asymmetrischen Prismen dargestellt ist. In der Zeichnung zeigt:

Fig. 1 eine Seitenansicht und eine teilweise Draufsicht auf den Refraktor,

Fig. 1a in grösserem Massstab ein einzelnes, gerades Prisma des Refraktors nach Fig. 1,

Fig. 2 eine Einzelheit des Refraktors, zur Darlegung des Begriffs «Brennweite»,

Fig. 3 in kleinerem Massstab und schematisch den Refraktor nach Fig. 1 in einer Stellung, in der die Sonnenenergie von der ebenen Refraktorfläche aufgefangen wird,

Fig. 4 ein Diagramm, in welchem das Konzentrationsverhältnis über dem Abstand der Kollektorfläche vom Refraktor aufgetragen ist,

Fig. 5 das durch den Refraktor auf die Fläche maximaler Konzentration von 8 Uhr bis 12 Uhr geworfene Sonnenbild, und

Fig. 6 ein Diagramm, in welchem die äussersten von den

Prismaelementen abgelenkten Strahlen zur Festlegung des Abstandes der Ebene maximaler Konzentration vom Refraktor aufgetragen sind.

Wie aus der Zeichnung ersichtlich, ist ein Refraktorabschnitt R, der über die Zeit feststeht, mit verschiedenen afokalen Strukturelementen, d.h. mit geraden Prismen p, versehen, die nebeneinanderliegend angeordnet und so dimensioniert sind, dass während einer grossen Zeitperiode eines Tages ein Konzentrationsverhältnis $C \geq 2.60$ erzielt wird.

Unter dem Konzentrationsverhältnis C ist im vorliegenden Fall das Verhältnis zwischen der Breite L des Refraktors und der Breite L' der auf einer Kollektorfläche während einer bestimmten Zeitperiode des Tages von der Sonne beleuchteten Fläche zu verstehen.

Wesentlich für die Erfindung ist, dass im der Einfallsebene Pi der Sonnenstrahlen gegenüberliegenden Halbraum eine Ebene existiert, in welcher das vorangehend definierte Konzentrationsverhältnis $C \geq 2.60$ je nach Jahreszeit, während einer Zeitperiode bis zu 8 Stunden, erreicht wird. Diese Ebene ist als Ebene maximaler Konzentration Pmc (Fig. 6) bezeichnet.

Zusätzlich zur Ebene maximaler Konzentration Pmc kann die Sonnenenergie in jeder Ebene mit jedem Abstand d von der ebenen Fläche des Refraktors R aufgefangen werden.

Es versteht sich, dass das erhaltene Konzentrationsverhältnis C vom Abstand d abhängt; je näher beim Refraktor diese Ebene liegt, um so kleiner wird das Konzentrationsverhältnis C sein.

Wie gesagt besitzt der Refraktor gerade Prismen p, und zwar von zwei Prismenarten, wovon jede ihre eigene geometrische Charakteristik besitzt. Die beiden Prismengruppen liegen beidseits einer Verbindungsaxe Q und sind beispielsweise durch einen ebenen Träger miteinander verbunden. Die Dicke eo des Trägers ist für das optische Verhalten des Refraktors nicht kritisch.

Anordnung, Dimensionen (Höhe e, Breite l, Tiefe h gemäss Fig. 1 und 1a) und Anzahl der verschiedenen Prismen p, die oberhalb und unterhalb der Axe Q (Fig. 1 bis 3) liegen, sind so gewählt, dass ein Refraktor R gebildet ist, bei welchem das Wandern des konzentrierten Sonnenbildes infolge der Sonnenbewegung auf einer bestimmten Ebene (der Ebene maximaler Konzentration Pmc auf ein Maximum) begrenzt ist.

Insbesondere muss die Anordnung der Prismen p so getroffen sein, dass von zwei beidseits der Verbindungsaxe Q liegenden Prismen ps, welche die einfallenden Sonnenstrahlen an Stellen gleichen Abstands (Abstand yi) von der Axe Q sammeln, das untere Element pi stets eine geringere «Brennweite f» besitzt, als das obere Element ps mit der «Brennweite f'» (Fig. 2). Die «Brennweite» eines Prismas p, bezogen auf einen gegebenen Radius und eine gegebene Lage des Prismas, wird als Abstand des Schnittpunkts der Falllinie auf die ebene Refraktorfläche, welche durch die Verbindungsaxe Q führt, mit dem äussersten vom Prisma p ausgehenden Strahl, wenn der Einfallswinkel auf die ebene Fläche Null ist, von dieser ebenen Fläche des Refraktors R bezeichnet.

Aus Fig. 1 ist ersichtlich, dass im Fall der Elemente mit maximaler Höhe e von 3 mm die Sonnenstrahlen um 8 Uhr morgens am 22. Juni in 42° nördlicher Breite durch das Prisma pi mit der Breite l1, gleich 4 mm, in der unteren Region des Refraktors R, sowie durch das Prisma ps mit der Breite l2, gleich 13 mm oder weniger, in der oberen Region des Refraktors R total reflektiert werden. Dies wird dadurch erreicht, dass die ebene Fläche des Refraktors rechtwinklig zur Richtung der Sonnenstrahlen am Mittag, und zwar in Ost-West-Orientierung, angeordnet sind.

In Fig. 3 ist mit α der Winkel zwischen der Axe der refraktierten Strahlen mit der ebenen Fläche T bezeichnet. Das untere Element pi besitzt zweckmässig eine minimale Breite von 4 mm, während das obere Element ps eine minimale

5 Breite von 6.5 mm besitzen soll.

Diese äusseren Elemente erzeugen totale Reflexion während einer von 8 Uhr ausgehenden geringen Zeitspanne, sodass gegenüber dem kleinen, anfänglichen Energieverlust optimale Arbeitsbedingungen erreicht werden.

10 Wie gesagt, besitzen die untersten und die obersten Elemente die minimale Breite l, wobei die dazwischenliegenden Prismen p durch Versuche und Fehlerausschaltung so dimensioniert werden, dass sie das maximale Konzentrationsverhältnis C in einer Ebene ergeben, die in erster Annäherung in einem Abstand d = 350 mm von der ebenen Fläche des Refraktors R liegt.

Der untere Teil des Refraktors R (Fig. 1) ist grösser als der obere Teil. So sind beim gezeichneten Beispiel im unteren Teil 42 Prismen p, von variierender Breite l, angeordnet, während im oberen Teil 9 Prismen p mit ebenfalls variierender Breite L vorgesehen sind.

Der Refraktor R kann aus einem beliebigen durchsichtigen Material bestehen. Wenn das verwendete Material z.B. einen Brechungsindex von 1.5 besitzt, dann kann der Refraktor R das Sonnenlicht so konzentrieren und am Abweichen von der Kollektorfläche hindern, dass während der Zeitspanne von 8 Uhr bis 16 Uhr ein Konzentrationsverhältnis:

$$30 \quad C = \frac{L}{L'} = 2.60 \text{ (Fig. 3-6)}$$

erhalten wird, und zwar auf einer Ebene maximaler Konzentration, die im Abstand d = 358 mm angeordnet ist.

Fig. 4 zeigt, wie das Konzentrationsverhältnis C zwischen den Abständen D = 358 mm und d = 0 variiert.

Bezüglich des Energieverlustes durch die äussersten Elemente mit ihrer Totalreflexion ergibt sich durch Rechnung, dass dieser Energieverlust nur 1.5% der während der Zeitspanne von 8 Uhr bis 16 Uhr refraktierten Energie beträgt.

40 Fig. 5 zeigt graphisch das sich auf der Ebene maximaler Konzentration Pmc ergebende Sonnenbild. R bedeutet dabei den Umriss des Refraktors, während La, Lb, Lc, Ld und Le die Umrisse des Sonnenbildes während der Zeitspanne von 8 Uhr bis 12 Uhr bedeuten. Das Konzentrationsverhältnis

$$45 \quad C = \frac{L}{L'}$$

ist leicht daraus abzuleiten.

50 Die sich am Nachmittag ergebenden Sonnenbilder sind nicht eingezeichnet, das sie die gleichen Abmessungen wie die entsprechenden Sonnenbilder der Morgenstunden aufweisen und metrisch ab etwa 12 Uhr symmetrisch bezüglich der Mittelebene des Refraktors liegen.

55 Durch Rechnung wird gefunden, dass die Ebene maximaler Konzentration Pmc sich in einem etwas anderen Abstand befindet, als er vorgängig mit D = 358 mm angenommen wurde.

Wie in Fig. 6 ersichtlich, zeigt die Y-Achse die Ebene, neben welcher die Prismenelemente (Fig. 1) angeordnet sind, während auf der X-Achse der Abstand d aufgetragen ist. Der obere Strahl rs entspricht dem durch das äusserste Ende des 9. obersten Elements um 12 Uhr refraktierten Strahl, während der untere Strahl ri dem ebenfalls um 12 Uhr vom äussersten Ende des 42. unteren Elements refraktierten Strahl entspricht; der Strahl rin entspricht dem vom 2. oberen Element um 8 Uhr refraktierten Strahl.

Der Schnittpunkt der Strahlen ri und rin gibt die genaue

Lage der Ebene maximaler Konzentration P_{mc} an; diese liegt im Abstand $d = 358.34$ mm.

In dieser Ebene und während der Zeitspanne von 8 Uhr bis 16 Uhr betragen die Maximum- und Minimum-Koordinaten der Strahlen längs der Y-Achse:

$$Y_{\max} = 118.14 \text{ mm}$$

$$Y_{\min} = 53.52 \text{ mm},$$

wobei ein Konzentrationsverhältnis

$$C = \frac{447}{118,14 + 53,52} = 2.60$$

erhalten wird; dabei ist 447 mm die totale breite der 53 Prismenelemente p , welche die Breite L des gezeichneten Refraktors R ergeben.

Der Refraktor R kann eine Dicke $e + e_0$ von nur wenigen mm aufweisen, so dass er bei grosser Leistung bezüglich Energieübertragung nur geringes Gewicht aufweist.

Der beschriebene Refraktor R ist einfach in Herstellung und Handhabung, und seine Leistung übertrifft jene der bekannten Refraktoren. Zu diesen Eigenschaften kommt noch der besondere Vorteil, dass mit ihm die Konzentration von Sonnenenergie ohne die Verwendung eines Nachlaufsystems möglich ist.

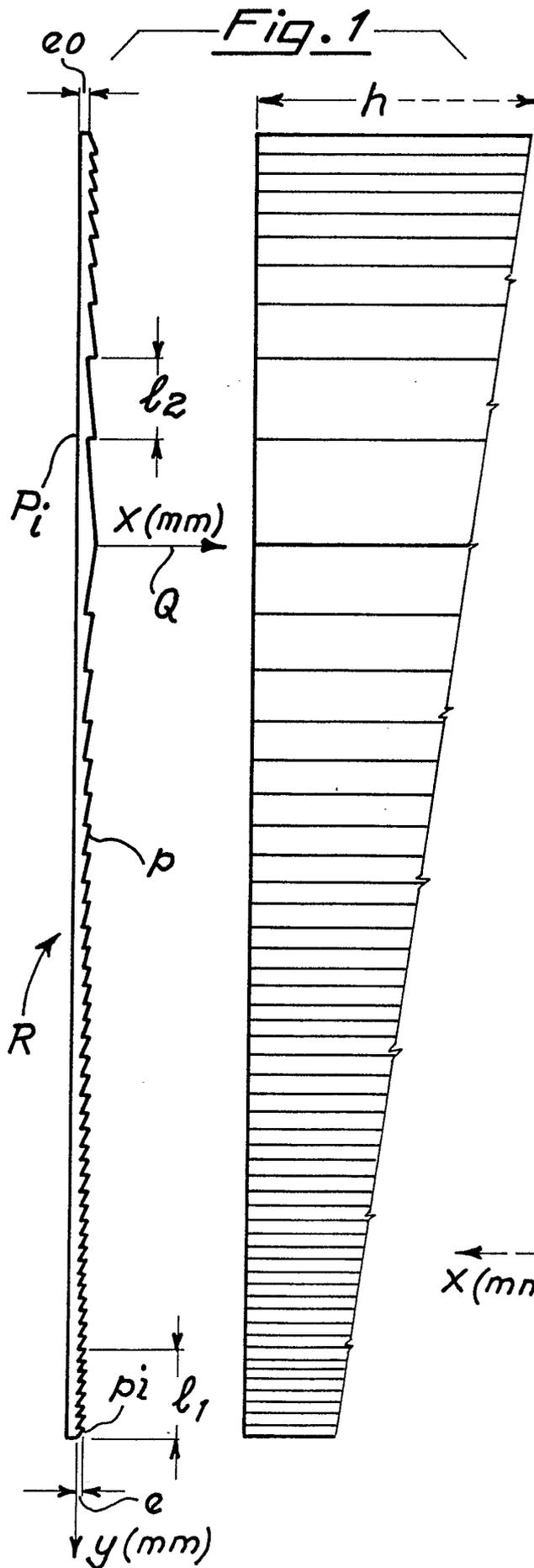


Fig. 1a

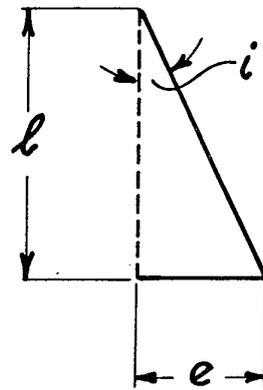
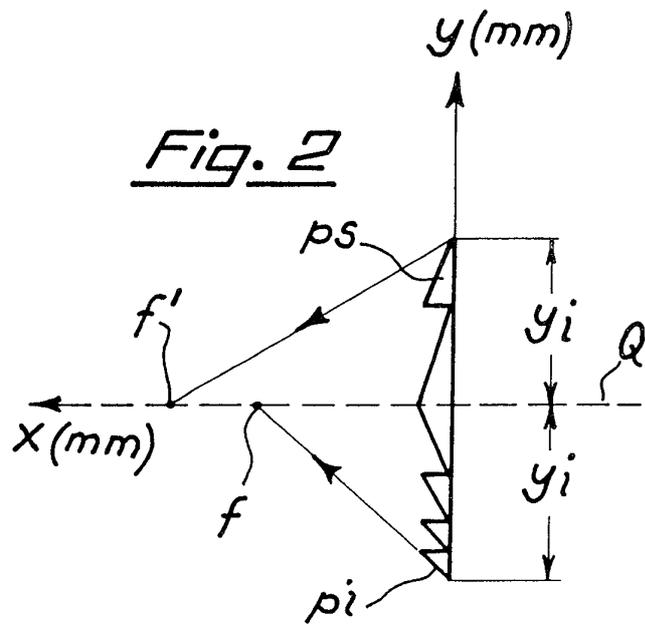


Fig. 2



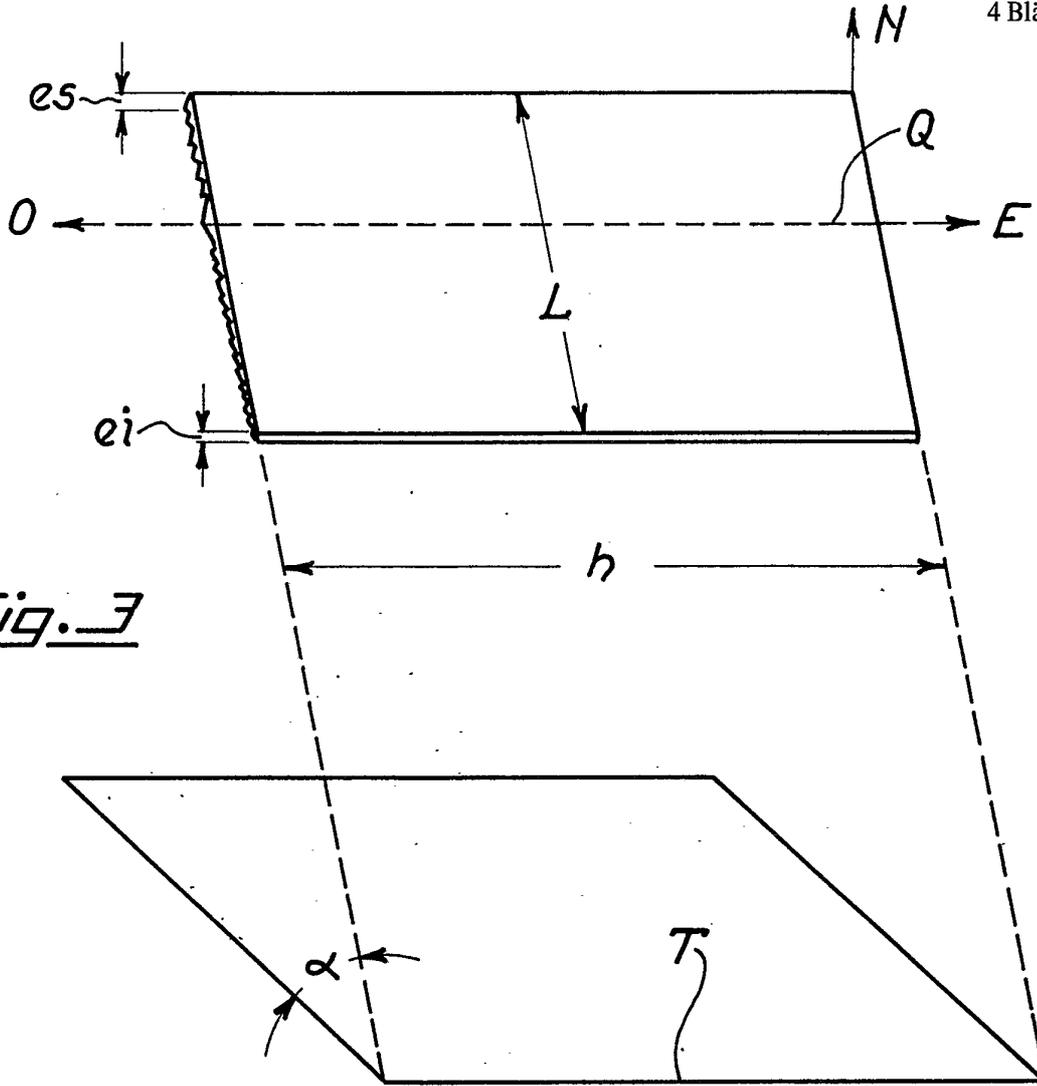


Fig. 3

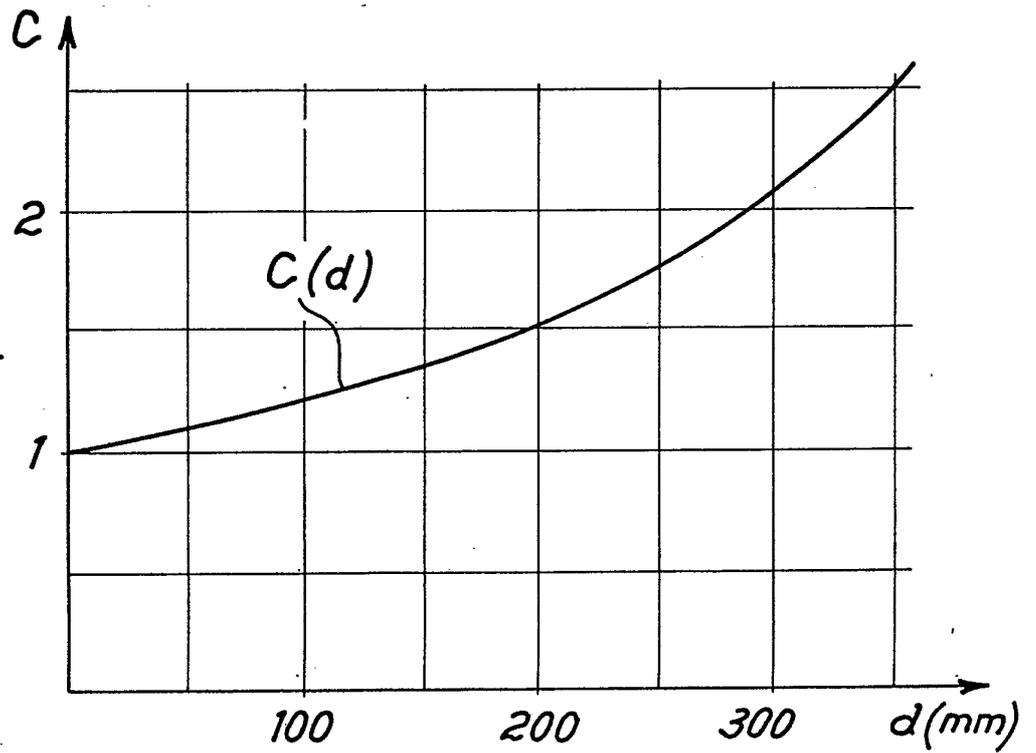


Fig. 4

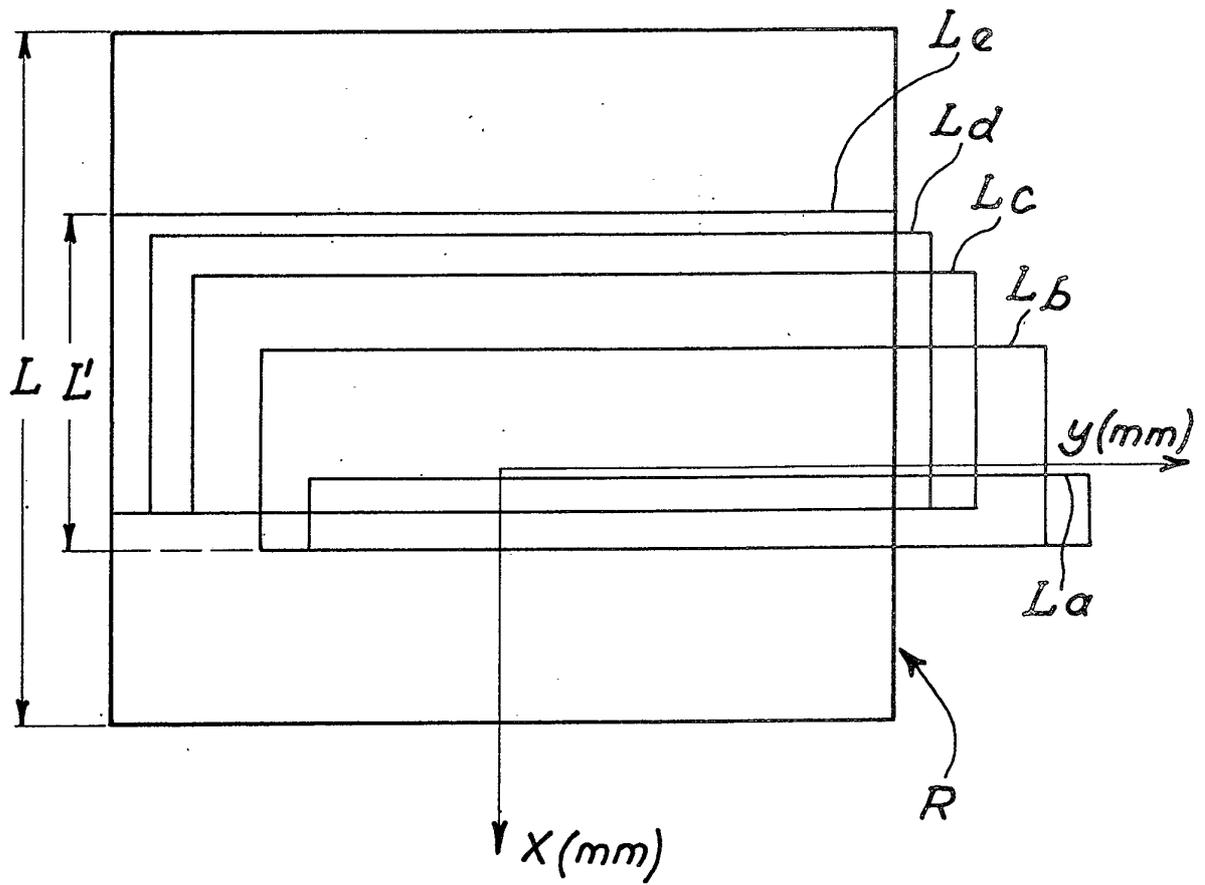
Fig. 5

Fig. 6