



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 198 29 256 B4** 2004.02.05

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **198 29 256.2**
(22) Anmeldetag: **01.07.1998**
(43) Offenlegungstag: **27.01.2000**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **05.02.2004**

(51) Int Cl.7: **F21S 10/02**
F21V 9/10, F21V 17/02

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden.

(71) Patentinhaber:
Hopp, Armin, 53111 Bonn, DE; Bertelmann, Dirk,
50859 Köln, DE

(74) Vertreter:
Stute, I., Dipl.-Ing., Pat.-Anw., 40547 Düsseldorf

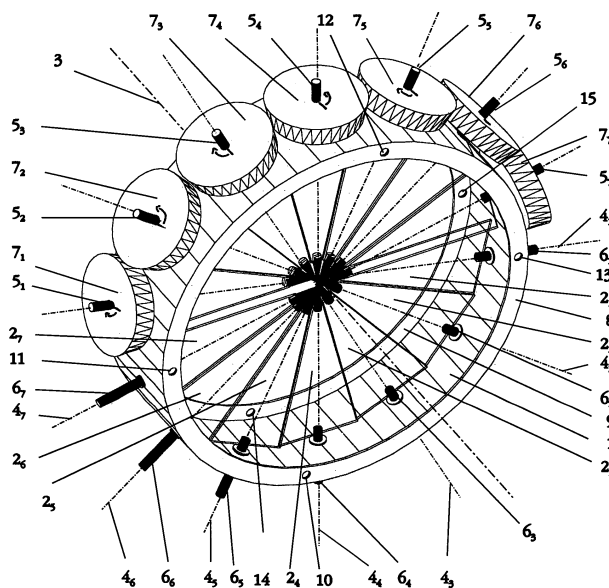
(72) Erfinder:
gleich Patentinhaber

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:

DE 93 12 884 U1
US 51 86 536 A
US 30 16 454
EP 04 74 202 A2

(54) Bezeichnung: **Filtermodul**

(57) Hauptanspruch: Filtermodul für eine Beleuchtungseinrichtung, bei dem optische Elemente (2_1 bis 2_7) in einem Hohlprofil (1) jeweils um eine in einer zur Längsachse (3) des Hohlprofils (1) senkrechten Ebene liegenden Rotationsachse (4_1 bis 4_7) drehbar gelagert sind, wobei die optischen Elemente (2_1 bis 2_7) über mindestens einen Antrieb um ihre Rotationsachse (4_1 bis 4_7) gedreht werden können, wobei der Antrieb mit den optischen Elementen (2_1 bis 2_7) derart gekoppelt ist, dass sich benachbarte optische Elemente (2_1 bis 2_7), in entgegengesetzter Richtung drehen.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Filtermodul für eine Beleuchtungseinrichtung, bei dem optische Elemente in einem Hohlprofil jeweils um eine in einer zur Längsachse des Hohlprofils senkrechten Ebene liegenden Rotationsachse drehbar gelagert sind, wobei die optischen Elemente über mindestens einen Antrieb um ihre Rotationsachse gedreht werden können.

[0002] Im Bereich der automatischen Bühnenbeleuchtung werden Bühnenstrahler häufig mit optischen Elementen versehen, die über eine Motorik in den Lichtstrahl des Bühnenstrahlers hinein geschwenkt werden können, um die Beleuchtungsscharakteristik des Bühnenstrahlers zu beeinflussen. Hierdurch sind je nach Art der eingesetzten optischen Elemente insbesondere die Helligkeit, die Farbe, die Form des Strahls und der Abstrahlwinkel veränderbar.

Stand der Technik

[0003] Ein Filtermodul der eingangs genannten Art ist aus der US 5,186,536 A bekannt. Hierin ist ein Filtermodul mit drei in Richtung der optischen Achse hintereinander liegenden Filterstufen zur subtraktiven Farbmischung offenbart. Jede Filterstufe ist mit in einem Hohlprofil mit polygonem Querschnitt angeordneten, sich radial zur optischen Achse des Filtermoduls erstreckenden Filterlamellen versehen. Diese Filterlamellen sind an einem sich entlang der optischen Achse des Filtermoduls erstreckenden Lagerhalteelement und an der Innenwand des Hohlprofils drehbar gelagert, wobei die mit einer Filterlamelle verbundene, im Hohlprofil gelagerte Welle aus dem Hohlprofil auskragt und mit einem Antriebsrad versehen ist. Alle Antriebsräder werden mittels eines Riemens, der in Umfangsrichtung um den Hohlprofil herumgeführt ist, über einen Motor angetrieben. Hierdurch werden die Lamellen synchron in gleicher Drehrichtung um ihre radiale Rotationsachse gedreht.

[0004] Es ist möglich, alle Filter gemeinsam in eine Ebene senkrecht zur optischen Achse zu drehen, so daß die Filterlamellen eine geschlossene Filterscheibe bilden, oder in eine jeweils zur optischen Achse parallele Ebene zu stellen, so daß die Filterlamellen nahezu keinen Einfluß auf den Lichtstrahl haben. Auch, kann die Filterwirkung über eine Winkelstellung zwischen diesen beiden Extrema dosiert werden.

[0005] Dieses bekannte Filtermodul weist eine Vielzahl von Nachteilen auf. So ist die optische Qualität der jeweiligen Filterstufen eingeschränkt.

[0006] Die Dosierung der Filterwirkung ist dadurch beeinträchtigt, daß Lichtstrahlen, die an der der Lichtquelle des Bühnenstrahlers zugewandten Seite einer Filterlamelle reflektiert werden, von der der Lichtquelle abgewandten Seite der benachbarten Filterlamelle

wieder in die ursprüngliche, Richtung des Beleuchtungsstrahls reflektiert wird. Diese ungewünschte Doppelreflexion wird um so stärker, je mehr sich der Stellwinkel zwischen den Filterlamellen und dem Beleuchtungsstrahl 45° nähert.

[0007] Ein weiterer erheblicher Nachteil ist der, daß ein Teil des Lichtstrahls von dem entlang der optischen Achse verlaufenden Lagerhalteelement abgedeckt ist und somit die Leuchtleistung des Bühnenstrahlers von vornherein reduziert ist.

[0008] Schließlich besteht das Filtermodul aus einer Vielzahl von Teilen, so daß es in der Konstruktion aufwendig und damit teuer ist.

Aufgabenstellung

[0009] Daher ist es eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Filtermodul der eingangs genannten Art zu schaffen, das verbesserte optische Eigenschaften, insbesondere eine verringerte Verschattung im Bereich der optischen Achse, aufweist. Eine weitere Aufgabe der Erfindung ist es, den Aufbau eines solchen Filtermoduls derart zu verbessern, daß es einfacher und günstiger herzustellen ist.

[0010] Gelöst werden diese Aufgaben durch ein Filtermodul gemäß den Ansprüchen 1 sowie 4.

[0011] Bei dem erfindungsgemäßen Filtermodul werden die optischen Eigenschaften in mehrfacher Hinsicht gegenüber dem Stand der Technik verbessert. Sobald die optischen Elemente einen Stellwinkel aufweisen, der nicht parallel oder senkrecht zur Richtung des Lichtstrahls ist, sind die der Lichtquelle zugewandten Seiten benachbarter optischer Elemente einander zugewandt, so daß die an einer dieser Seiten reflektierte Lichtstrahl in keinem Fall wieder in die Strahlrichtung des Bühnenstrahlers reflektiert werden kann.

[0012] Als mögliche einsetzbare optische Elemente sind unter anderem Farbfilter, insbesondere dichroitische Filter, Diffusorscheiben, Streuscheiben und Spiegel zu nennen.

[0013] Grundsätzlich ist es nicht notwendig, daß die Rotationsachsen der optischen Elemente radial angeordnet sind. Sie können auch parallel zueinander angeordnet sein. Dies ist insbesondere dann einfach möglich, wenn das Hohlprofil einen viereckigen, insbesondere rechteckigen Querschnitt aufweist und die Rotationsachsen parallel zu einer Seite des Hohlprofils liegen.

[0014] Gerade bei parallel verlaufenden Rotationsachsen kann ohne weiteres auf ein entlang der optischen Achse verlaufendes Lagerhalteelement verzichtet werden, da die optischen Elemente an ihren jeweiligen Stirnseiten im Hohlprofil gelagert sein können, ohne sich zu kreuzen und sich dadurch in einer Drehbewegung zu behindern. Somit wird das Problem der Verschattung des Beleuchtungsstrahls durch das Lagerhalteelement wirksam vermieden.

[0015] Der Verzicht auf ein entlang der optischen Achse verlaufendes Lagerhalteelement hat den wei-

teren erheblichen Vorteil, daß sich die Konstruktion des Filtermoduls wesentlich vereinfacht.

[0016] In einer besonderen Ausführungsform der Erfindung verlaufen die Rotationsachsen der optischen Elemente radial zur Längsachse, wobei die Anzahl der optischen Elemente ungerade ist und die Rotationsachsen in verschiedenen, zur Längsachse des Hohlprofils senkrechten Ebenen liegen.

[0017] Sobald die Ebenen der Rotationsachsen zueinander beabstandet sind, können sich die optischen Elemente selbst bei radial verlaufenden Rotationsachsen von einer Innenseite des Hohlprofils zur gegenüberliegenden Seite erstrecken, sofern der Abstand so bemessen ist, daß sich die optischen Elemente in ihrer Bewegung nicht gegenseitig behindern. In diesem Fall ist es auch bei im wesentlichen zylindrisch aufgebauten Filtermodulen möglich, auf ein Lagerhalteelement zu verzichten.

[0018] Mit einer ungeraden Anzahl von optischen Elementen ist in jedem Fall gewährleistet, daß sich die einander benachbarten Teile der optischen Elemente jeweils in entgegengesetzter Richtung drehen.

[0019] Konstruktiv ergibt sich gegenüber dem Stand der Technik der weitere Vorteil, daß die Anzahl der zu rotierenden optischen Elemente halbiert werden kann, so daß sich die Anzahl der Bauteile minimiert.

[0020] Bei dieser Ausführungsform weisen die optischen Elemente bevorzugt zwei lamellenartige Elemente auf, deren Breite sich von einem der Innenwand des Hohlzylinders zugewandten Bereich in Richtung zur Längsachse hin verjüngt, wobei die lamellenartigen Elemente im Bereich der Längsachse des Hohlzylinders durch ein Verbindungselement miteinander verbunden sind. Grundsätzlich muß hierbei davon ausgegangen werden, daß im Bereich der optischen Achse, wo sich die Verbindungselemente überlappen, der Beleuchtungsstrahl verschattet wird. Jedoch können die Verbindungselemente wesentlich schmaler ausgestaltet werden als ein Lagerhalteelement, so daß die verschattete Fläche gegenüber dem Stand der Technik wesentlich verringert werden kann und dadurch eine erhöhte Lichtausbeute erzielt wird.

[0021] In einer anderen, erfinderischen Ausgestaltung werden die Aufgaben bei einem Filtermodul der eingangs genannten Art, bei dem die Rotationsachsen der optischen Elemente radial zur Längsachse verlaufen, dadurch gelöst, daß die optischen Elemente mit zwei lamellenartigen Elementen gebildet sind, deren Breite sich von einem der Innenwand des Hohlprofils zugewandten Bereich in Richtung zur Längsachse hin verjüngt, und daß die lamellenartigen Elemente jeweils im Bereich der Längsachse des Hohlzylinders durch ein Verbindungselement in Form eines Verbindungsteges miteinander verbunden sind, wobei die Rotationsachsen in verschiedenen, zur Längsachse des Hohlprofils senkrechten Ebenen liegen.

[0022] Alleine schon die Möglichkeit des Verzichts auf ein Lagerhalteelement und die damit verbundene Verringerung der Verschattung im Bereich der opti-

schen Achse bilden gerade bei Filtermodulen mit durch die Längsachse des Hohlprofils verlaufenden Rotationsachsen eine erhebliche Verbesserung der optischen Qualität des Filtermoduls, selbst wenn der Antrieb mit den optischen Elementen nicht derart gekoppelt ist, daß sich alle benachbarten Lamellen in entgegengesetzter Richtung drehen, und somit die unerwünschten Doppelreflexionen nicht unterbunden werden.

[0023] Um bei Filtermodulen mit radial verlaufenden Rotationsachsen eine unerwünschte Verschattung möglichst zu verringern, können die optischen Elemente einstückig ausgebildet sein. So kann der Verbindungssteg aus dem gleichen Filtersubstrat mit zu denen der Filterlamellen gleichen oder daran angepaßten Filtereigenschaften bestehen.

[0024] Die optischen Elemente weisen vorteilhafterweise eine Welle auf, die in der Wand des Hohlprofils gelagert ist und aus dem Hohlprofil auskragt, wobei die auskragenden Enden der Welle mit dem Antrieb gekoppelt sind.

[0025] Je nach Steifigkeit der optischen Elemente kann es ausreichen, wenn sie lediglich an einer ihrer Stirnseiten im Hohlprofil drehbar gelagert sind.

[0026] In bevorzugter Ausführungsform sind die aus dem Hohlprofil auskragenden Enden der Welle über einen Riemen kraft- oder formschlüssig mit dem Antrieb gekoppelt. Soll der Riemen benachbarte Wellen in unterschiedlicher Drehrichtung antreiben, muß er um die Wellen in jeweils alternierender Richtung herumgeführt sein.

[0027] Hierfür können an den Wellenenden Laufräder mit einer umlaufenden Nut angeordnet sein, in denen der Riemen läuft, oder aber eine ringförmige Einkerbung in den Wellenenden vorgesehen sein, in denen der Riemen geführt wird.

[0028] Der Riemen wird dann von einem Motor angetrieben. Es können insbesondere Keil- oder Zahnriemen verwendet werden.

[0029] In anderer Ausgestaltung des Antriebs sind an den aus dem Hohlprofil auskragenden Enden der Welle Zahnräder angeordnet, wobei die Zahnräder benachbarter Wellen ineinandergreifen. Sobald eines dieser Zahnräder über einen Motor angetrieben wird, werden auch alle anderen Zahnräder angetrieben, wobei sichergestellt ist, daß benachbarte Wellen in unterschiedlicher Richtung angetrieben werden.

[0030] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung weist das Hohlprofil an mindestens einer seiner Stirnseiten einen nach innen gerichteten, umlaufenden Flansch auf. Hierdurch können verschiedene Filtermodule hintereinander gekoppelt werden bzw. an einem Bühnenstrahler angebracht werden. Auch ergibt sich hiermit der Vorteil, daß nicht vermeidbare Schlitz-ze zwischen den der Innenfläche des Hohlprofils zugewandten Stirnseiten der optischen Filter und dem Hohlprofil, durch die das Licht des Bühnenstrahlers ungehindert hindurchtreten kann, verschattet werden.

[0031] Hintereinander geschaltete Filtermodule

können aber auch auf andere Weise miteinander verbunden werden. So können sie bei entsprechender Ausgestaltung der Stirnseiten des Hohlprofils ineinander geschoben werden, wobei die Filtermodule beispielsweise dadurch kraftschlüssig verbunden sind, daß eine Preßpassung vorgesehen ist.

Ausführungsbeispiel

[0032] Schließlich ist es von Vorteil, die Innenfläche des Hohlzylinders schwarz auszugestalten, damit keine störenden Reflexionen an der Innenfläche des Hohlprofils auftreten können. Im folgenden wird die Erfindung anhand ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel darstellender Figuren näher erläutert.

[0033] Es zeigen

[0034] **Fig. 1** eine perspektivische Ansicht eines Filtermoduls,

[0035] **Fig. 2** eine Aufsicht auf ein optisches Element des Filtermoduls und

[0036] **Fig. 3** eine perspektivische Ansicht der in Ebenen übereinander liegenden Verbindungselemente der optischen Elemente des Filtermoduls.

[0037] **Fig. 1** zeigt ein Filtermodul für eine Beleuchtungseinrichtung mit einem zylindrischen Hohlprofil **1**. In dem Hohlprofil **1** sind optische Elemente **2₁** bis **2₇** jeweils um eine zur Längsachse **3** des Hohlprofils **1** senkrecht und radial verlaufende Rotationsachse **4₁** bis **4₇** drehbar gelagert. Die optischen Elemente **2₁** bis **2₇** weisen jeweils an ihren der Innenwand des Hohlprofils **1** zugewandten Stirnseiten Wellen **5₁** bis **5₇** auf, die in dem Hohlprofil **1** gelagert sind und aus dem Hohlprofil **1** auskragen. Die auf einer Seite des Hohlprofils **1** auskragenden Wellen **5₁** bis **5₇** und **6₁** bis **6₇** der optischen Elemente **2₁** bis **2₇** sind mit Zahnrädern **7₁** bis **7₇** versehen, wobei die Zahnräder **7₁** bis **7₇** benachbarter Wellen **5₁** bis **5₇** ineinander greifen. Die Zahnräder **7₁** bis **7₇** können für eine bessere Übertragung der Antriebskräfte als Kegelräder ausgebildet sein.

[0038] Die Anzahl der radial verlaufenden Rotationsachsen **4₁** bis **4₇** ist ungerade. Hierdurch wird erreicht, daß sich benachbarte optische Elemente, wie in **Fig. 1** angedeutet, jeweils in entgegengesetzter Richtung drehen.

[0039] Eines der Zahnräder **7₁** bis **7₇** wird von einem hier nicht dargestellten Motor angetrieben.

[0040] Die Stirnseiten des Hohlprofils weisen jeweils einen nach innen gerichteten, ringförmigen Flansch **8**, **9** auf. Beide Flansche **8**, **9** sind mit Bohrungen **10** bis **15** versehen, damit das Filtermodul an einen Bühnenstrahler oder an andere Filtermodule angeschlossen werden kann.

[0041] Wie insbesondere in **Fig. 2** zu sehen ist, weist ein optisches Element **2** des dargestellten Filtermoduls zwei Filterlamellen **16**, **17** auf, die trapezförmig ausgebildet sind und an ihrer schmalen Seite über ein Verbindungselement **18**, einen Verbindungssteg, miteinander verbunden sind.

[0042] Damit sich insbesondere die Verbindungs-

stege bei ihrer Drehung nicht gegenseitig behindern, liegt die Rotationsachse **4₁** bis **4₇** jedes optischen Elements **2₁** bis **2₇** in einer zu der des benachbarten Rotationsachse **4₁** bis **4₇** verschobenen Ebene, so daß keine der Rotationsachsen **4₁** bis **4₇** in der gleichen Ebene liegt (siehe auch **Fig. 3**).

[0043] Dieses Filtermodul kann für sehr unterschiedliche Zwecke verwendet werden. So kann es als Dimmermodul eingesetzt werden, wenn als optische Elemente lichtundurchlässige Filterlamellen eingesetzt werden.

[0044] Auch kann ein subtraktives Farbmischsystem aufgebaut werden, indem drei Filtermodule hintereinander positioniert werden, wobei jedes Filtermodul als optische Elemente dichroitische Farbfilter aufweist, wobei die Farbe der dichroitischen Filter der Filtermodule unterschiedlich ist. In der Regel wird man die Farben Cyan, Magenta und Gelb (Yellow) verwenden.

[0045] Verwendet man als optische Elemente Diffusorscheiben, erhält man einen variablen Diffusor oder eine Streuvorrichtung bei Einsatz von Streuscheiben als optische Elemente.

[0046] Auch können besondere Reflexionseffekte erzielt werden, wenn als optische Elemente Spiegel zum Einsatz kommen.

[0047] Alle diese genannten Varianten können untereinander kombiniert werden, indem die jeweiligen Filtermodule miteinander verbunden werden.

Patentansprüche

1. Filtermodul für eine Beleuchtungseinrichtung, bei dem optische Elemente (**2₁** bis **2₇**) in einem Hohlprofil (**1**) jeweils um eine in einer zur Längsachse (**3**) des Hohlprofils (**1**) senkrechten Ebene liegenden Rotationsachse (**4₁** bis **4₇**) drehbar gelagert sind, wobei die optischen Elemente (**2₁** bis **2₇**) über mindestens einen Antrieb um ihre Rotationsachse (**4₁** bis **4₇**) gedreht werden können, wobei der Antrieb mit den optischen Elementen (**2₁** bis **2₇**) derart gekoppelt ist, dass sich benachbarte optische Elemente (**2₁** bis **2₇**), in entgegengesetzter Richtung drehen.

2. Filtermodul nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Rotationsachsen (**4₁** bis **4₇**) der optischen Elemente (**2₁** bis **2₇**) radial zur Längsachse verlaufen, wobei die Anzahl der optischen Elemente (**2₁** bis **2₇**) ungerade ist und die Rotationsachsen (**4₁** bis **4₇**) in verschiedenen, zur Längsachse (**3**) des Hohlprofils senkrechten Ebenen liegen.

3. Filtermodul nach Anspruch 2, dadurch, gekennzeichnet, dass die optischen Elemente (**2₁** bis **2₇**) zwei lamellenartige Elemente aufweisen, deren Breite sich, von einem der Innenwand des Hohlprofils (**1**) zugewandten Bereich in Richtung zur Längsachse (**3**) hin verjüngt, und dass die optischen Elemente (**2₁** bis **2₇**) im Bereich der Längsachse (**3**) des Hohlprofils (**1**) durch ein Verbindungselement (**18**) miteinander verbunden sind.

ander verbunden sind.

4. Filtermodul für eine Beleuchtungseinrichtung, bei dem optische Elemente (2_1 bis 2_7) in einem Hohlprofil (1) jeweils um eine zur Längsachse (3) des Hohlprofils (1) senkrecht und radial verlaufende Rotationsachse (4_1 bis 4_7) drehbar gelagert sind, wobei die optischen Elemente (2_1 bis 2_7) über einen Antrieb um ihre Rotationsachse (4_1 bis 4_7) gedreht werden können wobei die optischen Elemente (2_1 bis 2_7) mit zwei lamellenartigen Elementen (16 , 17) gebildet sind, deren Breite sich von einem der Innenwand des Hohlprofils (1) zugewandten Bereich in Richtung zur Längsachse (3) verjüngt, und die zwei lamellenartigen Elemente (16 , 17) der optischen Elemente (2_1 bis 2_7) jeweils im Bereich der Längsachse (3) des Hohlprofils (1) durch ein Verbindungselement (18) in Form eines verbindungssteiges miteinander verbunden sind, wobei die Rotationsachsen (4_1 bis 4_7) der optischen Elemente (2_1 bis 2_7) des Filtermoduls in verschiedenen, zur Längsachse (3) des Hohlprofils (1) senkrechten Ebenen liegen.

5. Filtermodul nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, dass die optischen Elemente (2_1 bis 2_7) einstöckig ausgebildet sind.

6. Filtermodul nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass jedes optische Element (2_1 bis 2_7) eine Welle (5_1 bis 5_7) aufweist, die in der Wand des Hohlprofils (1) gelagert ist und aus dem Hohlprofil (1) herausragt, und dass die herausragenden Enden der Welle (5_1 bis 5_7) mit dem Antrieb gekoppelt sind.

7. Filtermodul nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die aus dem Hohlprofil (1) ausragenden Enden der Welle (5_1 bis 5_7) über einen Riemen kraft- oder formschlüssig mit dem Antrieb gekoppelt sind.

8. Filtermodul nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass an den aus dem Hohlprofil (1) ausragenden Enden der Welle (5_1 bis 5_7) Zahnräder (7_1 bis 7_7) angeordnet sind und die Zahnräder (7_1 bis 7_7) benachbarter Wellen (5_1 bis 5_7) ineinandergreifen.

9. Filtermodul nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Hohlprofil (1) an mindestens einer seiner Stirnseiten einen nach innen gerichteten, umlaufenden Flansch (8 , 9) aufweist.

10. Filtermodul nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Innenfläche des Hohlprofils (1) schwarz ist.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

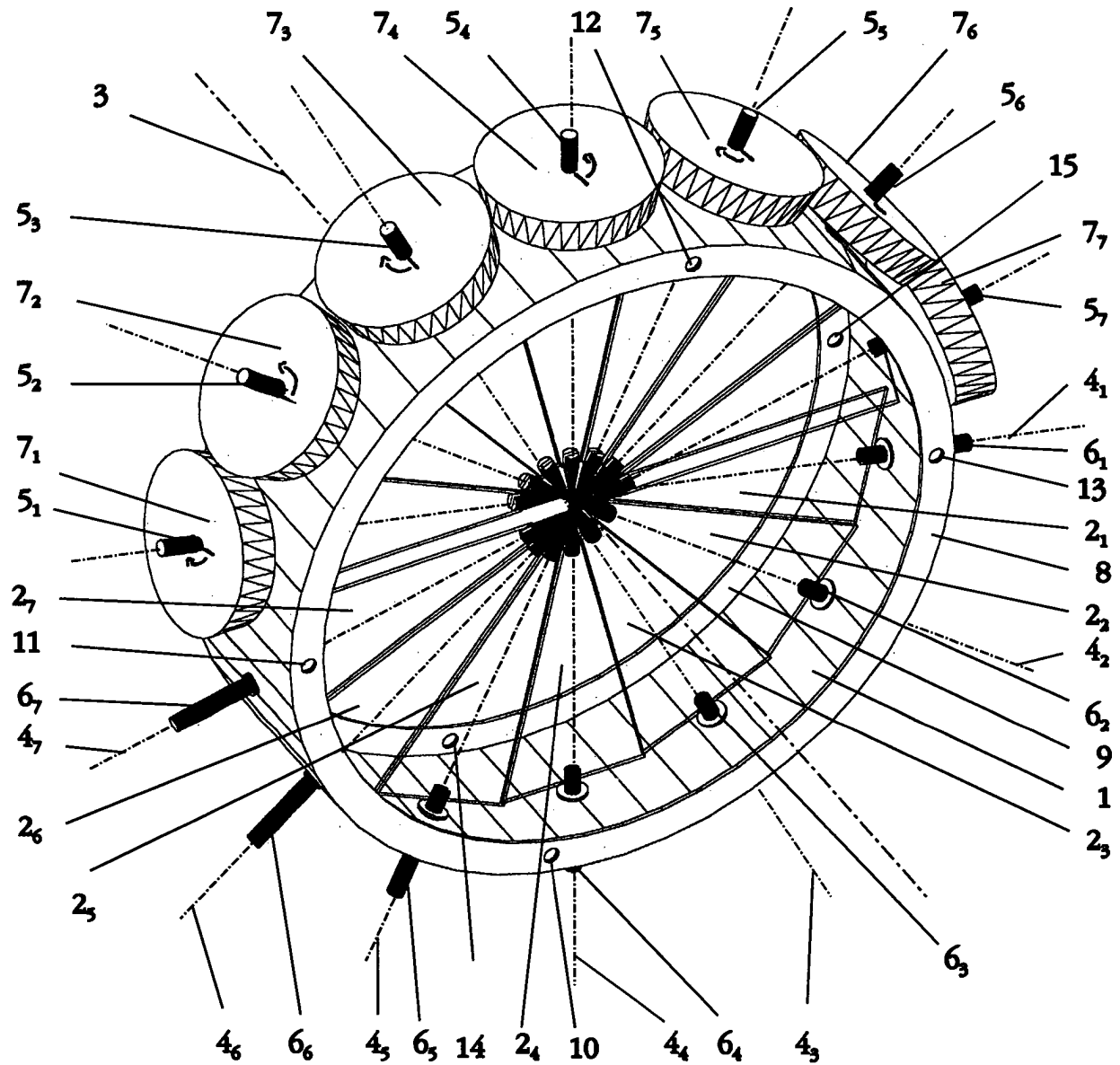


Fig. 1

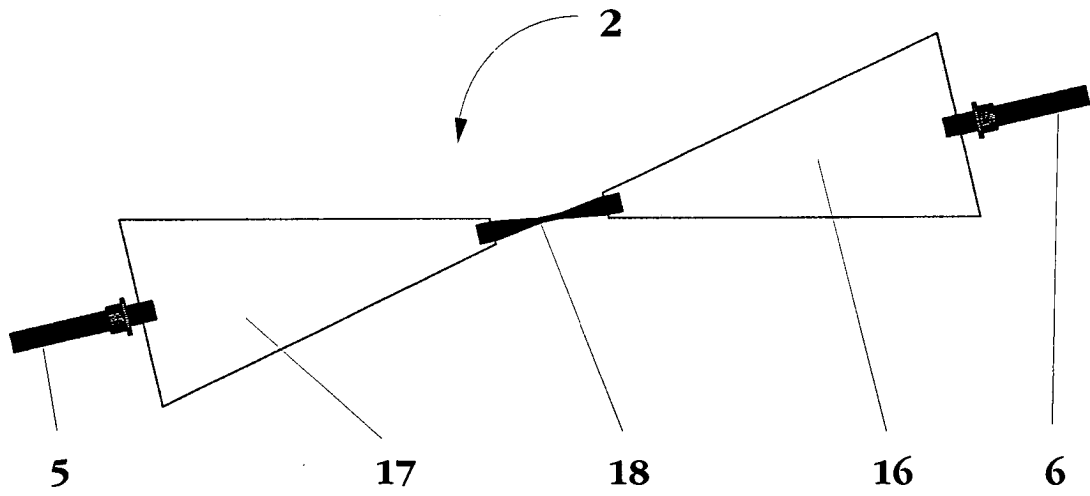


Fig. 2

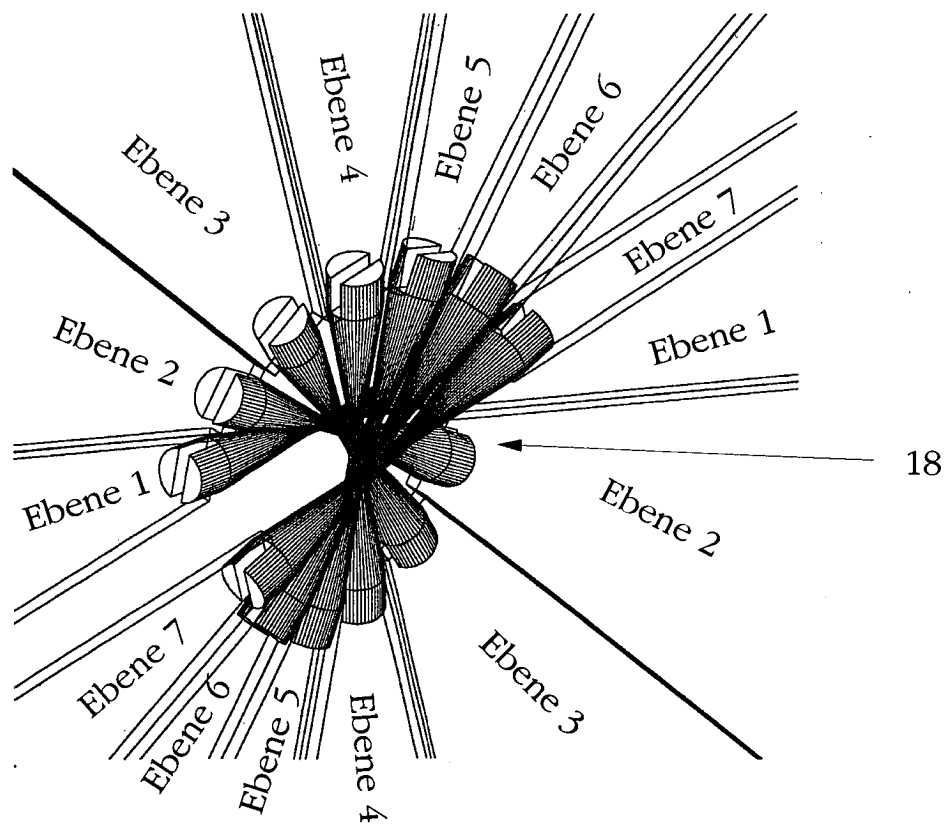


Fig. 3