(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
6. Februar 2003 (06.02.2003)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 03/010470 A1

(51) Internationale Patentklassifikation[7]: F24J 2/06, 2/07, 2/13, G02B 6/42

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/IB02/02874

(22) Internationales Anmeldedatum:
22. Juli 2002 (22.07.2002)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
2001 1371/01 23. Juli 2001 (23.07.2001) CH

(71) Anmelder und
(72) Erfinder: **ZIEMBA, Georg** [DE/DE]; Moosweg 9, 88175 Scheidegg (DE).

(74) Anwälte: **HASLER, Erich** usw.; Riederer Hasler & Partner Patentanwälte AG, Elestastrasse 8, CH-7310 Bad Ragaz (CH).

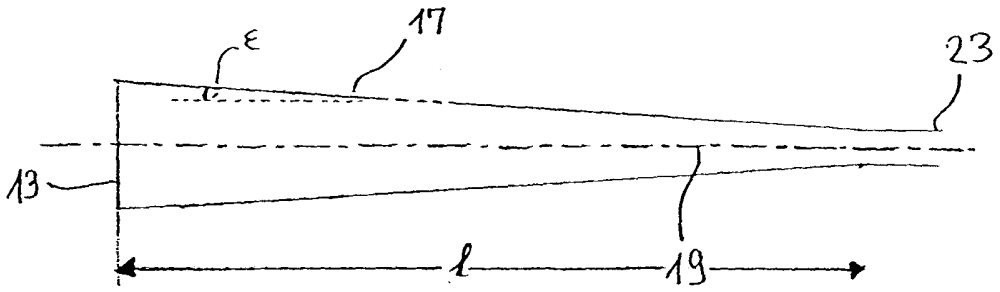
(81) Bestimmungsstaaten *(national)*: AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten *(regional)*: ARIPO-Patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD FOR PRODUCING COLD LIGHT FROM INSOLATION, AND SOLAR POWER PLANT

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUM GEWINNEN VON KALTEM LICHT AUS SONNENEINSTRAHLUNG, SOWIE SOLARKRAFTWERK



(57) Abstract: A solar power plant (25) comprises a focussing element and at least one capturing and concentrating element (11) that is essentially arranged in or around the focal point or the focal line of the focussing element. The capturing and concentrating element (11) comprises a spherical or conical body. The base of the body is the entry opening (13) and its truncated tip is the exit opening (15) for the electromagnetic radiation. The lateral surface (17) of the concentrating element preferably forms an angle ε with regard to the longitudinal axis (19) of the body. This angle ranges between 0.5 and 5 degrees. The body is preferably comprised of quartz glass and absorbs at least the majority of the incident thermal radiation. The light entering a concentrating element (11) is repeatedly reflected back by the lateral surface (17) into the body so that concentrated cold light reaches the exit opening (15). An optical waveguide can be connected to the exit opening (15).

(57) Zusammenfassung: Ein Solarkraftwerk (25) besitzt ein Fokussierelement, und wenigstens ein im wesentlichen in oder um den Brennpunkt oder die Brennlinie des Fokussierelements angeordneten Auffang- und Verdichtungselement (11). Das einen kegel-oder konusförmigen Körper besitzt. Die Grundfläche des Körpers ist die Eintrittsöffnung (13) und dessen stumpfe Spitze die Austrittsöffnung (15) für die elektromagnetische Strahlung. Die Mantelfläche (17) des Verdichtungselements schliesst bezüglich der Körperlängsachse (19) vorzugsweise einen Winkel g(e) ein, welcher zwischen 0.5 und 5 Grad liegt. Der Körper besteht vorzugsweise aus Quarzglas und absorbiert den Grossteil der einfallenden Wärmestrahlung. Das in ein Verdichtungselement (11) einfallende Licht wird an der Mantelfläche (17) in den Körper zurück reflektiert sodass verdichtetes kaltes Licht zur Austrittsöffnung (15) gelangt. An die Austrittsöffnung (15) kann ein Lichtleiter angeschlossen sein.

WO 03/010470 A1

DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, SK, TR), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— *mit internationalem Recherchenbericht*

— *vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen*

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

Verfahren zum Gewinnen von kaltem Licht aus Sonneneinstrahlung, sowie Solarkraftwerk

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Gewinnung von kaltem Licht aus Sonnenstrahlung sowie ein Solarkraftwerk.

Stand der Technik

Seit mehreren Jahrzehnten bereits bekannt ist ein Sonnenkraftwerk mit einem Kugelspiegel (FR-A-635 283 aus dem Jahre 1927). Ein Kugelspiegel hat die Eigenschaft, dass er die aufgefangene Strahlung in einer Brennlinie sammelt. ist Die Brennlinie besitzt theoretisch die halbe Kugelradiuslänge. Gemäss FR-A-635 283 ist der Kugelspiegel auf der Erdoberfläche stationär ausgebildet. Die aufgefangene Strahlung wird lediglich als Wärmequelle genutzt. Nachteilig bei diesem Kraftwerk ist, dass der kürzerwellige Strahlungsanteil zur Energiegewinnung nicht genutzt wird.

Die DE-OS-3431571 offenbart eine Vorrichtung zur Bündelung elektromagnetischer Strahlung bestehend aus einem Trichter beliebigen Materials und Grösse mit einer Strahleneintrittsfläche und einer Strahlenaustrittsfläche. Die Innenwände des Trichters besitzen eine strahlenreflektierende Oberfläche. Der Öffnungswinkel des Trichters liegt im Bereich zwischen 5 und 20 Grad. Die Vorrichtung zur Bündelung elektromagnetischer Strahlung kann mit einem Strahlenaufnehmer in Gestalt einer Solar- oder Fotozellen zwecks Gewinnung von elektrischem Strom oder Wärmeenergie kombiniert sein. Werden eine Vielzahl von Trichtern und Strahlenaufnehmer miteinander in Kugelform angeordnet, so kann auf eine Nachführung der Anordnung verzichtet werden. Die DE-OS-3431571 lehrt jedoch nicht, die Trichter dazu zu verwenden, Wärmestrahlung auszufiltern. Sie lehrt auch nicht, das Licht vor seiner Verwertung an einen anderen Ort zu transportieren.

Die DE-OS-197 35 281 zeigt eine Einrichtung zur Erzeugung von Energie durch Sonnelichteinstrahlung. Die Einrichtung benutzt mindestens einen Glaskörper mit einer auf der Spitze stehenden Trichterform, dessen Spitze in ein Endes eines mindestens einadrigen Glasfaserkabels mündet und ist mit mindestens einem Solarzellenmodul verbunden. Glaskörper und Glasfasern können einstückig aus gezogenem Glas hergestellt sein. Gemäss Lehre der DE-OS-197 35 281 sind die Trichter für das direkte Auffangen von

Sonneneinstrahlung ausgelegt. An ein vorgängiges Fokussieren der Sonnenstrahlung wurde nicht in Betracht gezogen. Die aus den Glasfasern austretende, fokussierte Strahlung kann zur Wärmegewinnung oder zur Gewinnung von elektrischem Strom genutzt werden. An eine Verwertung der von den Glaskörpern selbst absorbierten Wärmeenergie wurde nicht gedacht.

Die französische Patentanmeldung FR-A-2 539 851 offenbart ein Sonnenkraftwerk mit einem orientierbaren Heliostatenfeld, welches Licht auf in Abstand vom Heliostatenfeld angeordnete Lichtführungselemente reflektiert. Am Austritt der Lichtführungselemente sind Sonnenstrahlenempfänger vorgesehen, welche zu einem Turm angeordnet sind. Die Lichtführungselemente können die Gestalt eines Konus und einen Öffnungswinkel zwischen 5 und 45 Grad haben. Die Sonnenstrahlenempfänger können lageveränderlich relativ zu den Lichtführungselementen auf einem Wagen angeordnet sein und das aus den Lichtführungselementen austretende Lichte in elektrische Energie oder Wärmeenergie transformieren. Ein Charakteristikum des Solarkraftwerks ist, dass die aufgefangene Solarenergie an Ort und Stelle verwertet wird.

Die US 4,217,147 zeigt ein Sonnenkraftwerk mit wenigstens einem konkaven Spiegel und einem Energiekollektor. Der Spiegel des Sonnenkraftwerks ist ein stationärer sphärischer Spiegel. Des weiteren sind Mittel vorgesehen, um den Energiekollektor in den theoretischen Brennpunkt des Kugel zu bringen. Der Energiekollektor erstreckt sich in der optischen Achse in Richtung des Umfangs des Kugelspiegels. Der Energiekollektor besitzt übereinander angeordnete Photovoltaikzellen, um Gleichstrom zu erzeugen. Weiter sind Mittel vorgesehen, um die Photozellen zu kühlen.

Aufgabe

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein Solarkraftwerk und ein Verfahren bereitzustellen, mit Hilfe derer kaltes Licht gewonnen und zur weiteren Verwendung in Maschinen oder Vorrichtungen zur Verfügung gestellt wird. Ein weiteres Ziel ist es, ein Solarkraftwerk bereitzustellen, mit welchem die längerwellige Strahlung, z.B. Infrarot-Strahlung, vom kürzerwelligen Anteil separiert und der kürzerwellige Anteil konzentriert werden kann. Ein weiteres Ziel ist es, ein Kraftwerk, insbesondere ein Kugelspiegelkraftwerk, zur Energiegewinnung vorzuschlagen.

Beschreibung

Erfindungsgemäss wird die obige Aufgabe bei einem Solarkraftwerk gemäss Oberbegriff von Anspruch 1 dadurch gelöst, dass das Auffang- und Verdichtungselement für kaltes Licht durchlässig und für Wärmestrahlung im wesentlichen undurchlässig ist und an die Austrittsöffnung des Auffang- und Verdichtungselements ein Lichtleiter anschliesst zum Abtransport oder Weiterleiten des aufgefangenen und konzentrierten Lichtes an einen Verwendungsort, welcher sich in Abstand zum Solarkraftwerk befinden kann. Im Unterschied zu den eingangs beschriebenen Solarkraftwerken hat das erfindungsgemässe Kraftwerk das Ziel, insbesondere hochkonzentriertes, kaltes Licht zu gewinnen und für eine Verwertung zur Verfügung zu stellen. Dies wird gezielt durch Auffang- und Verdichtungselemente erreicht, welche die Wärmestrahlung zu absorbieren imstande sind.

Vorteilhaft schliesst die Mantelfläche des kegel- oder konusförmigen Verdichtungselements bezüglich der Körperlängsachse einen Winkel ε ein, welcher zwischen 0.5 und 5 Grad, vorzugsweise zwischen 1 und 4 Grad und ganz besonders bevorzugt zwischen 2 und 3 Grad liegt. Durch die Wahl dieser Geometrie kann sichergestellt werden, dass durch die Eintrittspupille zur Körperlängsachse im wesentlichen parallel einfallende Strahlung an den Wänden des Verdichtungselements total reflektiert und somit darin gefangen bleibt. Die Geometrie wird ausserdem so gewählt, dass die eingefangene Strahlung an der Austrittsöffnung mit einem Winkel austritt, welcher kleiner als der Grenzwinkel der Totalreflexion ist. Dabei spielt auch der Durchmesser der anschliessenden Faserleitung eine Rolle. Dies erlaubt es, das austretende Licht in einer Leitung, vorzugsweise in einer Quarzglasfaser an einen bestimmten Verwendungsort weiterzuleiten. Es ist zweckmässig, dass die Eintritts- und die Austrittsöffnungen Ebenen definieren, welche im wesentlichen orthogonal zur Körperlängsachse (= optische Achse) verlaufen.

Obwohl das Verdichtungselement grundsätzlich ein Hohlkörper mit innen verspiegelten Wänden sein könnte, ist das Auffang- und Verdichtungselement vorzugsweise ein Glaskörper, insbesondere ein Quarzglaskörper. In den Glaskörper eintretendes Licht wird an den Mantelflächen total reflektiert, wenn die entsprechenden Bedingungen für

Totalreflexion erfüllt sind. Industrielles Quarzglas ist für längerwellige elektromagnetische Strahl jenseits des sichtbaren Spektralbereichs im wesentlichen undurchlässig, sodass das Auffang- und Verdichtungselement auch als Filterelement funktioniert. Alternativ ist denkbar, die Mantelinnenfläche eines konus- oder kegelförmigen Aufang- und Verdichtungselement mit einer bekannten Wärmestrahlung absorbierenden Beschichtung zu versehen, sodass die gewünschte Abtrennung der Wärmestrahlung erreicht ist.

Vorteilhaft schliesst an die Austrittsöffnung ein längliches zylindrisches Leiterelement, vorzugsweise eine Glasfaser, an. Austretendes Licht kann in einer Glasfaser, ebenfalls unter Totalreflexion an den Innenwänden, unter geringen Verlusten an den Verwendungsort weitertransportiert werden. Vorzugsweise ist das Verdichtungselement ein Kegel. Es kann aber auch als Prisma mit quadratischer, sechs-, achteckiger oder anderer polygoner Basisfläche ausgebildet sein.

Durch die Kombination eines Fokussierelements, z.B. Hohlspiegels, mit einem oder mehreren Verdichtungselementen können hohe Verdichtungen des aufgefangenen Lichtes erreicht werden.

Zweckmässigerweise ist das Verdichtungselement ein Glaskörper mit einem Brechungsindex deutlich grösser als Luft, vorzugsweise grösser als 1.3 und ganz besonders bevorzugt grösser als 1.4. Ein solcher Glaskörper besteht vorzugsweise aus Quarzglas. Quarzglas hat den Vorteil, dass es für kurzwellige Strahlung durchlässig ist, aber Wärmestrahlung absorbiert. Ein Quarzglaskörper mit der eingangs geforderten Geometrie reflektiert einfallendes Licht an den Innenwänden und kann dieses so stark verdichten.

Obwohl grundsätzlich auch ein oder mehrere Hohlspiegel, z.B. Parabolspiegel, im Solarkraftwerk einsetzbar sind, ist gemäss einer besonders bevorzugten Ausführungsform das Fokussierelement ein Kugelspiegel, und das Auffang- und Verdichtungselement ist in der Brennlinie resp. Brennlinienbereich des Kugelspiegels angeordnet. Ein Kugelspiegel hat den Vorteil, dass er keine optische Vorzugsachse hat (im Unterschied z.B. zu einem Parabolspiegel): Die optische Achse ist stets jener

Kugelradius, in dessen Richtung gerade die Strahlung einfällt. Die Strahlung wird auf eine Brennlinie reflektiert, welche halbe Kugelradiuslänge hat und sich auf der aktuellen optischen Achse von der Kugeloberfläche aus erstreckt. Es sind eine Vielzahl von Verdichtungselementen vorgesehen, welche um die Brennlinie des Spiegels vorzugsweise symmetrisch angeordnet sind. Mit einer Vielzahl von als Lichtkelche ausgebildeten Verdichtungselementen kann ein Grossteil des vom Spiegel reflektierten Lichtes aufgefangen werden. Es versteht sich von selbst, dass der Spiegel selbst aus einer Mehrzahl von einzelnen Elementen hergestellt sein kann.

Zweckmässigerweise sind die Auffang- und Verdichtungselemente in einem Halterahmen angeordnet, und die Eintrittsöffnungen der Verdichtungselemente sind in Richtung des von den Kugelspiegelflächen reflektierten Lichtes gerichtet, damit möglichst viel des reflektierten Lichtes aufgefangen werden kann. Jeder Halterahmen kann je einen inneren und einen äusseren Ring aufweisen, welche mittels Stege zusammengehalten sind, und eine Vielzahl von Halterahmen sind übereinander zu einem Turm gestapelt. Dieser Turm wird im Weiteren auch "Receiver" genannt. Die Auffang- und Verdichtungselemente sind je nach Position in einem Winkel zur Receiverachse angeordnet. Die Anordnung der Lichtkelche in einem bestimmten Winkel zur Receiverachse erlaubt eine optimale Ausrichtung auf das fokussierte und reflektierte Licht.

Ist der Kugelspiegel stationär ausgeführt, so ist der Receiver-Turm im Kugelspiegel lageveränderlich angeordnet. Dies hat den Vorteil, dass der Receiver-Turm jeweils am Ort der höchsten Strahlungsdichte (=Brennlinie) anordenbar ist. Zweckmässigerweise sind Mittel vorgesehen, um den Receiver-Turm je nach Richtung des in den Kugelspiegel einfallenden Lichtes nachzuführen, sodass der Receiver-Turm im wesentlichen in der Brennlinie des Kugelspiegels angeordnet ist. Dies erlaubt es, ein Maximum der einfallenden Strahlung zu nutzen.

Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist auch ein Verfahren zum Konzentrieren von Licht durch mehrmalige Totalreflexion des einfallenden Lichtes an einander gegenüberliegenden, in einem bestimmten Öffnungswinkel zueinander angeordneten total reflektierenden Flächen. Gemäss diesem Verfahren zum Verdichten von

elektromagnetischer Strahlung, insbesondere von Sonnenstrahlung, wird die Strahlung in die Basisfläche eines kegel- oder konusförmigen Körpers eingeleitet, dessen gegenüberliegende Mantelflächen einen derartigen Öffnungswinkel miteinander einschliessen, dass auf die Mantelflächen auftreffendes Licht jeweils total reflektiert wird, und mehrfach reflektiertes und verdichtetes Licht an der zur Basisfläche gegenüberliegenden Austrittsfläche in einen länglichen Lichtleiter in einem solchen Winkel eingeleitet wird, dass das verdichtete oder konzentrierte Licht ebenfalls unter Totalreflexion im Lichtleiter weitertransportiert wird. Zweckmässigerweise schliessen die gegenüberliegenden Mantelflächen bezüglich der Körperlängsachse einen Winkel ε ein, welcher zwischen 0.5 und 5 Grad, vorzugsweise zwischen 1 und 4 Grad und ganz besonders bevorzugt zwischen 2 und 3 Grad liegt.

Die Erfindung wird nachfolgend unter Bezugnahme auf die Figuren näher beschrieben. Es zeigt:

Figur 1: ein erstes Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemässen Verdichtungselements, nachfolgend auch "Lichtkelch" genannt, in der Seitenansicht und im Massstab 1:1;

Figur 2: schematisch das Ausführungsbeispiel von Figur 1, ebenfalls in Seitenansicht;

Figur 3: eine perspektivische Ansicht eines Ausführungsbeispiels mit quadratischer Eintrittsöffnung;

Figur 4: in Stirnansicht eine runde Eintrittsöffnung;

Figur 5: ebenfalls in Stirnansicht eine achteckige Eintrittsöffnung;

Figur 6: schematisch und in vergrössertem Massstab ein Lichtkelch mit beispielhaft eingezeichnetem Strahlengang;

Figur 7: die Totalreflexion von Lichtstrahlen an der Glas-Umgebung-Grenzfläche;

Figur 8: schematisch einen im Erdreich verlegten Kugelspiegel mit einem beweglichen Receiver.

Figur 9 schematisch einen Turm mit Lichtkelchen und in verschiedenen Winkeln einfallende Lichtstrahlen;

Figur 10: ausschnittsweise ein im Zentrum des Turms angeordnetes Tragrohr;

Figur 11 einen einzelnen Ring zur Aufnahme und Anordnung von Lichtkelchen in perspektivischer Ansicht;

Figur 12: den Ring von Figur 11 in Seitenansicht;

Figur 13: schematisch die Ausrichtung der Lichtkelche je nach Lage im Turm.

Die Figuren 1 bis 5 zeigen verschiedene mögliche Ausführungsformen eines Konzentrations- oder Verdichtungselementes 11 für elektromagnetische Strahlung, insbesondere für sichtbares Licht. Den verschiedenen Ausführungsformen des Verdichtungselements ist die konische resp. kegelförmige Geometrie gemeinsam, weshalb das Verdichtungselement 11 nachfolgend auch "Lichtkelch" genannt wird. Das Verdichtungselement 11 besitzt am dicken Ende eine Eintrittsöffnung (E) 13 für die zu verdichtende Strahlung und am gegenüberliegenden dünnen Ende eine Austrittsöffnung (A) 15 für die konzentrierte Strahlung. Die Mantelfläche 17 des Verdichtungselements 11 schliesst bezüglich der Körperlängsachse 19 (= optische Achse) einen Winkel ε ein, welcher zwischen 0.5 und 5 Grad, vorzugsweise zwischen 1 und 4 Grad und ganz besonders bevorzugt zwischen 2 und 3 Grad liegt (Fig. 2). Vorzugsweise ist das Verdichtungselement ein Glaskörper, insbesondere ein Quarzglaskörper. Der Quarzglaskörper kann mit geeigneten Metallen oder Stoffen dotiert sein, damit die Wärmestrahlung absorbiert wird. Die zur Achsrichtung des Verdichtungselementes durch die Eintrittsöffnung 13 einfallende Strahlung (Lichtstrahl 21) trifft beim Punkt P_1 auf die Mantelfläche 17 und wird an der Grenzfläche zwischen Glasoberfläche und Umgebungsluft total reflektiert (Lichtstrahl 21a). Der reflektierte Lichtstrahl 21a wird sodann auf die gegenüberliegende Mantelfläche gelenkt und beim Punkt P_2 wiederum total reflektiert (Lichtstrahl 21b). Bei jeder Totalreflexion nimmt der Einfallswinkel des Lichtstrahles 21 um 2ε, entsprechend dem Öffnungswinkel des Verdichtungselements, ab. Die Geometrie des Verdichtungselements ist so zu wählen, dass die aus Austrittsöffnung 15 austretenden Strahlen in einem Winkel austreten, welcher die Bedingung für Totalreflexion erfüllt. Dies erlaubt es, die austretende Strahlen in einem Lichtleiter (Glasfaser) 23 ebenfalls unter Totalreflexion nach bekannten glasfasertechnischen Prinzipien weiterzuleiten. Die erfindungsgemässen Lichtkelche erlauben das in den Kelch einfallende Licht um ein Vielfaches zu verdichten. Je nach Öffnungswinkel 2ε des Verdichtungselements 11 und Durchmesser des anschliessenden Lichtleiters, trifft der stets im wesentlichen axial einfallende Strahl 21 nach einer bestimmten Zahl von Totalreflexionen P_n, bei der Austrittsöffnung 15 aus dem Lichtkelch 11 aus (s. untenstehende Rechenbeispiele).

Geht man von einer Glasfaserleitung mit einem Durchmesser d_A von 1.4 mm und einem Öffnungswinkel des Lichtkelchs von $2\varepsilon = 4°$ aus, so ergeben sich für den Lichtkelch folgende Abmessungen: Durchmesser der Eintrittsöffnung $d_E = 20$ mm und Länge l des Lichtkelchs gleich 300 mm. Dies hat eine Konzentration des einfallenden Lichtes auf etwa das 200-fache zur Folge.

Die Eintrittsöffnung 13 verläuft im Allgemeinen orthogonal zur optischen Achse 19. Die genaue Querschnittsform der Eintrittsöffnung 13 ist wählbar. Diese kann z.B. einen quadratischen Querschnitt 13a (Fig. 3), einen runden Querschnitt 13b (Fig. 4) oder ein regelmässiges Sechs- oder Achteck 13c (Fig. 5) sein. Darüberhinaus ist eine Mikro-Facettierung denkbar, um die Lichtkelche besser kühlen zu können.

Realistischerweise kann man nicht von ganz exaktem axialem Strahlungseinfall ausgehen, da ja bereits reflektierte Strahlung auf den Lichtkelch trifft. Ungünstig wirkt sich ein leicht divergenter Strahlungsverlauf aus. Setzt man diesen (willkürlich) mit 2° Gesamtdivergenz an, so würde der Einfallswinkel bei P_1 nicht 90°, sondern 91° betragen, die Steigung der Geraden g_1 (reflektierter Lichtstrahl 21a) somit nicht den Winkel von 86°, sondern von 85° haben (Fig. 7). Die obigen Toleranzannahmen wurden auch bei den unten aufgeführten Tabellen gemacht.

In Figur 8 ist schematisch ein Solarkraftwerk 25 mit stationärem Kugelspiegel gezeigt. Die Figur zeigt einen ins Erdreich (Sand/Kies) eingebauten Kugelspiegel 27 mit einem zum Lichteinfall nachführbaren Receiver 29. Es ist kein Massstab angegeben, weil der Kugelradius in weiten Grenzen variieren kann. Die präzise Auskleidung der Mulde kann beispielsweise nach einem im US-Patent 4,217,147 beschriebenen Verfahren erfolgen.

Es ist vorgesehen, die Kugelspiegel 27 direkt im Gelände, z.B. in einer Wüstengegend, auszubilden. Dabei kann die natürliche Beschaffenheit des Geländes genutzt werden, um das Solarkraftwerk mit geringen Mittel herstellen zu können. Aber auch künstliche Krater und Gerüstwände, sowie geeignet geformte Dachflächen können zu Herstellung des Reflektorspiegels Verwendung finden. Die Kugelspiegel können natürlich unterschiedlich

dimensioniert sein, und es sind verschiedene Wege denkbar, die Kugelspiegelflächen auszubilden.

Das Solarkraftwerk 25 hat einen Hohlspiegel 27 und einen Empfänger oder "Receiver" 29, welcher aus einer Vielzahl von einzelnen Verdichtungselementen 11 gebildet ist. Der Receiver 29 entspricht einem Turm und ist in der Brennlinie des Hohlspiegels 27 angeordnet (Fig 9). Die Verdichtungselemente 11 sind im Receiverturm im Kreis mit den optischen Achsen 19 radial verlaufend angeordnet. Es versteht sich von selbst, dass die Eintrittsflächen 13 nach aussen und die Austrittsflächen 15 nach innen zum Zentrum hin orientiert sind. Die vom Hohlspiegel 27 reflektierte Strahlung trifft auf die Brennlinie in einem bestimmten Winkel zur (aktuellen) optischen Achse (zugleich Receiverachse). Der Receiver wird stets in der Brennlinie gehalten, d.h. dem Sonnenstand entsprechend nachgeführt, wenn der Spiegel stationär ist, wie im gezeigten Beispiel. Entsprechend ist der Receiver zusammen mit dem Spiegel nachzuführen, wenn der Spiegel nicht stationär ist. Damit die optischen Achsen 19 der Kelche 11 im wesentlichen koaxial zu den von den Hohlspiegelfläche reflektierten Strahlen verlaufen, sind die einzelnen Lagen von Verdichtungselementen 11 im Receiver 29 orthogonal zur Receiverachse (Zone B) oder in einem Winkel zu derselben (Zonen A und C) angeordnet (Fig. 9 und 13). Die Grösse dieses Winkels hängt von der Position des jeweiligen Verdichtungselementes innerhalb des Receivers ab.

Die Verdichtungselemente 11 sind jeweils in Halterahmen 30 aufgenommen, welche übereinander stapelbar sind. Ein Halterahmen 30 besitzt je einen inneren Ring 31 und einen äusseren Ring 33 (Fig. 11). Innere und äussere Ringe 31,33 sind durch Stege 35 zusammengehalten. Die beiden Ringe 31,33 können in der gleichen Ebene (entsprechend Zone B) oder versetzt zueinander (entsprechend Zonen A und C) angeordnet sein, damit die Verdichtungselemente - je nach Lage im Turm- einen vorgegebenen Winkel zur Receiverachse einnehmen. In den Ringen 31,33 sind Aussparungen 43,45 vorgesehen, in welche die Lichtkelche 11 steckbar sind. Die Aussparungen 43,45 sind in Abstand zueinander angeordnet derart, dass Zwischenräume zwischen den Lichtkelchen übrigbleiben. Dies ermöglicht, Pressluft durch die mit Lichtkelchen besetzten Ringe zu blasen und Wärmeenergie abzuführen. Die Ringe 31,33 sind des weiteren mittels Streben 37 an einem zentralen Tragrohr 39 befestigbar. Das Tragrohr hat bei einem

Kugelspiegeldurchmesser von 50 m eine Länge von mindestens 12.5 m. In dem in Fig. 8 gezeigten Beispiel jedoch hat das Tragrohr im wesentlichen die Länge des Kugelradius. Im Tragrohr 39 sind Löcher 41 vorgesehen, durch welche die an die Austrittsöffnungen 15 der Lichtkelche 11 angeschlossenen Lichtleiter 23 sich erstrecken können. Die einzelnen Lichtleiter können sodann im Tragrohrinneren zu einem Bündel zusammengefasst und axial aus dem Tragrohr geführt sein.

Die Figur 13 zeigt die Anordnung der Verdichtungselemente 11 in den Halterahmen 30 näher im Detail. Es sind beispielhaft Verdichtungselemente der Zonen A,B und C gezeigt, die in einem Winkel zur Horizontalen (Zonen A und C) respektive in der Horizontalen angeordnet sind (Zone B). Es wird dem Fachmann klar sein, dass die winkelmässige Ausrichtung der Verdichtungselemente 11 von der Höhe des jeweiligen Halterahmens im Receiver-Turm abhängt, damit die Lichtkelche optimal auf die reflektierte Lichtstrahlung ausgerichtet sind. Die Lichtkelche 11 sind in Ausnehmungen 43 resp. 45 der Ringe 31 und 33 aufgenommen. Federelemente 47 klemmen die Lichtkelche 11 in den äusseren Ringen 33 fest, sodass diese nicht herausfallen können. Selbstverständlich können beliebig andere, dem Fachmann bekannte Befestigungsmittel zur Fixierung der Lichtkelche 11 verwendet werden.

Die Nachführung des Receivers 29 erfolgt im beschriebenen Beispiel vorzugsweise über ein Krangerüst, welches je nach Grösse der gesamten Anlage auszulegen ist (Fig. 8). In der Zeichnung ist ein festes Bauwerk mit Pfeilern 47 und Brücke 49 dargestellt. An der Brücke 49 ist, ebenfalls fest montiert und unbeweglich, ein Haltemast 51 vorgesehen, an dessen Ende, vorzugsweise exakt im Kugelmittelpunkt kardanisch das Montagerohr 53 befestigt ist. Das Montagerohr 53 trägt an seinem unteren Ende den Receiver-Turm 29, an welchen sich unmittelbar ein Reaktor 55 anschliessen kann. Am Receiver-Turm 29 sind schematisch die Ringe 31,33 mit den Lichtkelchen 11 angedeutet.

Das Montagerohr 53 wird bei der dargestellten Anlage von einem Stahlseil 57 gehalten und in Position gebracht. Dieses Stahlseil 57 wird, gemäss der üblichen Technologie von Kränen, an dem beweglichen Ausleger 59 geführt, welcher auf einer nicht näher gezeigten Schiene der Brücke 49 fahrbar ist.

Die Energie- bzw. Material-Leitungen sind nicht gezeigt. Sie verlaufen vorzugsweise in einem oder beiden Pfeilern 47 und über die Brücke 49 und den vertikalen Haltemasten 51, sowie die innen hohle Kardan-Anlage 61. Diese Leitungen können bis zur Kardan-Anlage 61 starr verlegt sein. Vom Kardan-Gelenk aus können die Leitungen im Innern des Halterohres 53 verlaufen. Die Leitungen werden daher nur bei der Kardan-Anlage 61 je nach Stellung des Rohres 53 beweglich abgewinkelt.

Obwohl die Lichtkelche grundsätzlich als verspiegelte Hohlkörper ausgebildet sein können, sind diese vorzugsweise Vollglaskörper aus Quarzglas. Der längerwellige Anteil der in die Lichtkelche 11 einfallenden Sonnenlichtstrahlung wird durch das Quarzglas wenigstens teilweise absorbiert, wodurch sich die Lichtkelche erwärmen. Es ist daher nötig, den Receiver zu kühlen. Dies kann beispielsweise durch Durchblasen von Pressluft geschehen. Es ist jedoch auch denkbar, ein Kühlmedium durch den Receiver zirkulieren zu lassen und die abgeführte Wärmeenergie mittels Wärmepumpen teilweise wieder zurückzugewinnen. Durch entsprechende Materialwahl, Geometrie der Lichtkelche und insbesondere des Durchmessers der Austrittspupille (Durchmesser der anschliessenden Leitung) können unterschiedliche Anteile des Lichtspektrums genutzt werden. Durch den Einsatz von Quarzglaskelchen wird der Infrarotanteil des aufgefangenen Lichtes absorbiert und ausgeschieden, sodass am Austritt der Lichtkelche hoch verdichtetes "Kaltlicht" zur Verfügung steht. Dieses hochenergetische Kaltlicht kann z.B. für die photolytische Spaltung von Wassermolekülen oder andere photochemische Prozesse eingesetzt werden. Eine weitere Anwendung bestünde beispielsweise in der Entkeimung von verschmutztem Trinkwasser, sowie zur Pumpung von Lasern.

Mit einem Kugelspiegel wird einfallendes Sonnenlicht bis ungefähr 50-fach verdichtet. Die erfindungsgemässen Lichtkelche ihrerseits können das Licht um einen Faktor 200 verdichten. Die durch ein erfindungsgemässes Solarkraftwerk erreichte Gesamtverdichtung des kurzwelligen Spektralanteils des Sonnenlichtes kann somit ca. 10'000 betragen.

Nachfolgend finden sich einige Berechnungen für Lichtkelche mit unterschiedlichen Öffnungswinkeln. Die in den Tabellen verwendeten Abkürzungen haben die folgende Bedeutung:

X_n	in cm
Y_n	in cm
α_n	in Grad
α_{nbogen}	Bogenmass
$m_n=\tan\alpha_n$	Steigung g_n/m_n
m_n*X_n	
$c_n=Y_n-m_n*X_n$	Y-Achsenabschnitt von $g_n/c_n = Y_n-m_n*X_n$
$m_{h1/2}-m_n$	der Nenner $m_{h1/2}-m_n$
X_{n+1}	X-Wert des Schnittpunktes von g_n mit der jeweils gegenüberliegenden Mantellinie (in cm)
Y_{n+1}	Y-Wert zu X_{n+1} (in cm)

Die Halbmesser der Eintrittspupille (X_1) sowie der jeweiligen Austrittspupille sind eingerahmt, ebenso der Einfallswinkel des Lichtstrahles auf die Wandung der Lichtleitung, bei der Austrittpupille.

Berechnung für 2ε = 4 Grad

	g_1	g_2	g_3	g_4	g_5
X_n	**1.000**	-0.42944	0.27428	-0.20221	0.16075
Y_n	**28.636**	12.29764	7.85448	5.79055	4.60335
α_n	**85.00**	-81.0000	77.00000	-73.00000	69.00
α_{nbogen}	1.48353	-1.41372	1.34390	1.27409	1.20428
$m_n=\tan\alpha_n$	1.4301	-6.31375	4.33148	-3.27085	2.60509
m_n*X_n	11.43005	2.71140	1.18806	0.66140	0.41877
$c_n=Y_n-m_n*X_n$	17.20320	9.58624	6.66642	5.12915	4.18458
$m_{h1/2}-m_n$	-40.06630	34.95000	-32.96773	31.90710	-31.24134
X_{n+1}	-0.42944	0.27428	-0.20221	0.16075	-0.13394
Y_{n+1}	12.29764	7.85448	8.79055	4.60335	3.83564

Gerade	g_6	g_7	g_8	g_9	g_{10}
X_n	-0.13394	0.11528	-0.10162	0.09124	-0.08316
Y_n	3.83564	3.30118	2.90989	2.60291	2.38147
α_n	-65.00000	61.00	-57.00000	53.00	-49.00000
α_{nbogen}	-1.13446	1.06465	-0.99484	0.92502	-0.85521
$m_n=\tan\alpha_n$	-2.14451	1.80405	-1.53986	1.32704	-1.15037
m_n*X_n	0.28724	0.20797	0.15647	0.12109	0.09567
$c_n=Y_n-m_n*X_n$	3.54840	3.09321	2.75342	2.49183	2.28580
$m_{h1/2}-m_n$	30.78076	-30.44030	30.17611	-29.96329	29.78662
X_{n+1}	0.11528	-0.10162	0.09124	-0.08316	0.07674
Y_{n+1}	3.30118	2.90989	2.61291	2.38147	2.19752

	g_{11}	g_{12}
X_n	0.07674	-0.07156
Y_n	2.19752	2.04922
α_n	45.00	-41.00000
α_{nbogen}	0.78540	-0.71558
$m_n=\tan\alpha_n$	1.00000	-0.86929
m_n*X_n	0.07674	0.06221
$c_n=Y_n-m_n*X_n$	2.12078	1.98701
$m_{h1/2}-m_n$	-29.63625	29.50554
X_{n+1}	-0.07156	0.06734
Y_{n+1}	2.04922	1.92847

Berechnung für $2\varepsilon = 5$ Grad

	g_1	g_2	g_3	g_4	g_5
X_n	**1.00000**	-0.41302	0.26151	-0.19240	0.15310
Y_n	**22.904**	9.45976	5.98959	4.40662	3.50667
α_n	**84.0**	-79.00000	74.00000	-69.00000	64.00
α_{nbogen}	1.46608	-1.37881	1.29154	-1.20428	1.11701
$m_n=\tan\alpha_n$	9.5144	-5.14455	3.48741	-2.60509	2.05030
m_n*X_n	9.51436	2.12481	0.91200	0.50121	0.30390
$c_n=Y_n-m_n*X_n$	13.38940	7.33495	50.7759	3.90541	3.19267
$m_{h1/2}-m_n$	-32.41813	28.04832	-26.39118	25.50886	-24.95407
X_{n+1}	-0.41302	0.26151	-0.19240	0.15310	-0.12794
Y_{n+1}	9.45976	5.98959	4.40662	3.5657	2.93035

	g_6	g_7	g_8	g_9	g_{10}
X_n	-0.12794	0.11061	-0.099807	0.08869	-0.08151
Y_n	2.93035	2.53334	2.24612	2.03128	1.86692
α_n	-59.00000	54.00	-49.00000	44.00	-39.00000
α_{nbogen}	-1.02974	0.94248	-0.85521	0.76794	-0.68068
$m_n=\tan\alpha_n$	-1.66428	1.37638	-1.15037	0.96569	-0.80978
m_n*X_n	0.21293	0.15224	0.11281	0.08564	0.06601
$c_n=Y_n-m_n*X_n$	2.71742	2.38110	2.13331	1.94564	1.80092
$m_{h1/2}-m_n$	24.56805	-24.28015	24.05414	-23.86946	23.71355
X_{n+1}	0.11061	-0.09807	0.08869	-0.08151	0.07594
Y_{n+1}	2.53334	2.24612	2.03128	1.86692	1.73942

Berechnung für 2ε = 8.5 Grad

	g_1	g_2	g_3	g_4	g_5
X_n	**0.75000**	-0.28873	0.18124	-0.13422	0.10846
Y_n	**10.092**	30388528	2.43888	1.80616	1.45957
α_n	**80.5**	-72.00000	63050000	-55.00000	46.50
α_{nbogen}	1.40499	-1.25664	1.10828	-0.95993	0.81158
$m_n=\tan\alpha_n$	5.9758	-3.07768	2.00569	-1.42815	1.05378
m_n*X_n	4.48182	0.88861	036351	0.19169	0.11430
$c_n=Y_n-m_n*X_n$	5.61065	2.99668	2.07537	1.61447	1.34527
$m_{h1/2}-m_n$	-19.43239	16.53431	-15.46231	14.88477	-14.51041
X_{n+1}	-0.28873	0.18124	-0.13422	0.10846	-0.09271
Y_{n+1}	3.88528	2.43888	1.80616	1.45957	1.24757

Berechnung für 2ε = 15 Grad

	g_1	g_2	g_3	g_4	g_5
X_n	**0.50000**	-0.18534	0.11872	-0.09194	0.07943
Y_n	**3.798**	1.40781	0.90177	0.069834	0.60334
α_n	**74.0**	-59.00000	44.0000	-29.0000	14.00
α_{nbogen}	1.29154	-1.02974	0.76794	-0.50615	0.24435
$m_n=\tan\alpha_n$	3.4874	-1.66428	0.96569	-0.55431	0.24933
m_n*X_n	1.74371	0.30846	0.11465	0.05096	0.01980
$c_n=Y_n-m_n*X_n$	2.054417	1.09935	078712	0.64737	0.58354
$m_{h1/2}-m_n$	-11.08317	9.26003	-8.56144	8.15006	-7.84508
X_{n+1}	-0.18534	0.11872	-0.09194	0.07943	-0.07438
Y_{n+1}	1.40781	0.90177	0.69834	0.60334	0.56499

Die obigen Tabellen zeigen, dass je nach Öffnungswinkel des kegelförmigen Verdichtungselements ein Lichtstrahl nach bereits wenigen Reflexionen (grosser Öffnungswinkel) oder einer grösseren Anzahl von Totalreflexionen (kleiner Öffnungswinkel) bei der Austrittsöffnung 15 aus dem Lichtkelch 11 austritt.

Zusammenstellung für verschiedene Abmessungen

Die nachfolgende Zusammenstellung enthält für verschieden ε-Werte die Durchmesser von Eintrittspupille ($2X_1 = 2X_E$) und jeweiliger Austrittspupille ($2X_A$), deren Verhältnis, sowie die Anzahl der Reflexionen (n) und die Länge (ℓ) des Lichtkelchs in cm.

2ε	$2X_E=2X_1$ (cm)	$2X_A$ (mm)	X_E/X_A	n	ℓ (ca.-Werte in cm)
4.0	2.00	1.44	14.0	11	30
5.0	2.0	1.63	12.3	9	22.9
8.5	1.5	1.85	8.09	5	10.1
15	1.0	1.8	5.4	3	3.8

Zusammenfassung: Ein Solarkraftwerk 25 besitzt mindestens ein Fokussierelement, z.B. Spiegel, zum Auffangen und Fokussieren von Sonnenstrahlung, und wenigstens ein im wesentlichen in oder um den Brennpunkt oder die Brennlinie des Fokussierelements angeordneten Auffang- und Verdichtungselement 11. Das Auffang- und Verdichtungselement 11 für elektromagnetische Strahlung besitzt einen kegel- oder konusförmigen Körper resp. eine solche Gestalt. Die Grundfläche des Körpers ist die Eintrittsöffnung 13 und dessen stumpfe Spitze die Austrittsöffnung 15 für die elektromagnetische Strahlung. Die Mantelfläche 17 des Verdichtungselements schliesst bezüglich der Körperlängsachse 19 vorzugsweise einen Winkel ε ein, welcher zwischen 0.5 und 5 Grad, vorzugsweise zwischen 1 und 4 Grad und ganz besonders bevorzugt zwischen 2 und 3 Grad liegt. Der Körper besteht vorzugsweise aus Quarzglas und absorbiert minestens den Grossteil der einfallenden Wärmestrahlung. Im Solarkraftwerk sind eine Vielzahl von Verdichtungselementen, mit ihrer Längsachse in die Richtung der einfallenden Strahlung ausgerichtet, angeordnet. Das in ein Verdichtungselement 11 einfallende Licht wird an der Mantelfläche 17 in den Körper zurück reflektiert, Wärmestrahlung wird absorbiert. Ein die Verdichtungselemente umgebendes Kühlmedium führt die Wärmemenge ab. Durch mehrmalige Reflexion an den Mantelflächen gelangt somit verdichtetes, im wesentlichen kaltes Licht zur der Eintrittsöffnung 13 gegenüberliegenden Austrittsöffnung 15. An die Austrittsöffnung 15 kann ein Lichtleiter, z.B. Quarzglasfaser, angeschlossen sein, in welcher das konzentrierte Licht ebenfalls unter Totalreflexion weitertransportiert wird.

Legende:

11	konisches oder kegelförmiges Konzentrations- oder Verdichtungselement
13	Eintrittsöffnung
15	Austrittsöffnung
17	Mantelfläche
19	optische Achse
21	Lichtstrahl
23	Lichtleiter (Glasfaser)
25	Solarkraftwerk
27	Kugelspiegel
29	Empfänger oder "Receiver"
30	Halterahmen
31	innerer Ring
33	äusserer Ring
35	Steg
37	Streben
39	Tragrohr
41	Löcher im Tragrohr zum Durchführen der Lichtleiter
43	Ausnehmung im inneren Ring
45	Ausnehmung im äusseren Ring
47	Pfeiler
49	Brücke
51	Haltemast
53	Montagerohr
55	Reaktor
57	Stahlseil
59	Ausleger
61	Kardan-Anlage
63	

Patentansprüche

1. Solarkraftwerk mit

- wenigstens einem Fokussierelement, z.B. Spiegel, zum Auffangen und Fokussieren von Sonnenstrahlung,
- wenigstens einem im wesentlichen in oder um den Brennpunkt oder die Brennlinie des Fokussierelements angeordneten Auffang- und Verdichtungselement (11) zum Auffangen der vom Fokussierelement , mit
- einem kegel- oder konusförmigen Körper, dessen Grundfläche die Eintrittsöffnung (13) und dessen stumpfe Spitze die Austrittsöffnung (15) für die elektromagnetische Strahlung darstellt,

dadurch gekennzeichnet,

- dass das Auffang- und Verdichtungselement (11) für kaltes Licht durchlässig und für Wärmestrahlung im wesentlichen undurchlässig ist und an die Austrittsöffnung des Auffang- und Verdichtungselements (11) ein Lichtleiter (23) anschliesst zum Abtransport und Weiterleiten des aufgefangenen und konzentrierten Lichtes an einen Verwendungsort.

2. Solarkraftwerk nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Mantelfläche des Auffang- und Verdichtungselements (11) bezüglich der Körperlängsachse (19) einen Winkel ε einschliesst, welcher zwischen 0.5 und 5 Grad, vorzugsweise zwischen 1 und 4 Grad und ganz besonders bevorzugt zwischen 2 und 3 Grad liegt.

3. Solarkraftwerk nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Auffang- und Verdichtungselement (11) ein Quarzglaskörper ist.

4. Solarkraftwerk nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Auffang- und Verdichtungselement (11) ein hohler Körper ist.

5. Solarkraftwerk nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Eintritts- und die Austrittsöffnungen (13,15) des Auffang- und Verdichtungselements (11) Ebenen definieren, welche im wesentlichen orthogonal zur Körperlängsachse (19)

verlaufen.

6. Solarkraftwerk nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass an die Austrittsöffnung (15) ein längliches Leiterelement (23), vorzugsweise eine Quarzglasfaser, anschliesst.

7. Solarkraftwerk nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass das Verdichtungselement (11) ein Kegel ist.

8. Solarkraftwerk nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass das Verdichtungselement ein Prisma mit viereckiger oder polygoner Grundfläche ist.

9. Solarkraftwerk nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass das Verdichtungselement (11) ein Glaskörper mit einem Brechungsindex deutlich grösser als Luft, vorzugsweise grösser als 1.3 und ganz besonders bevorzugt grösser als 1.4 ist.

10. Solarkraftwerk nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass das Fokussierelement ein Kugelspiegel (27) ist und das Auffang- und Konzentrationselement (11) im Brennlinienbereich des Kugelspiegels angeordnet ist.

11. Solarkraftwerk nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass eine Vielzahl von Fokussier- und Verdichtungselementen (27,11) vorgesehen sind.

12. Solarkraftwerk nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Auffang- und Verdichtungselemente (11) in einem Halterahmen (30) angeordnet sind und die Eintrittsöffnungen (13) in Richtung des von den Fokussierelementen (27) reflektierten Lichtes gerichtet sind.

13. Solarkraftwerk nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass der Halterahmen (30) je ein inneren und einen äusseren Ring (31,33) aufweist, welche mittels Stege (35) zusammengehalten sind, und dass eine Vielzahl von Halterahmen (30) übereinander

zu einem Receiver-Turm gestapelt sind.

14. Solarkraftwerk nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Auffang- und Verdichtungselemente (11) je nach Lage im Receiver-Turm orthogonal zur Receiverlängsachse oder in einem bestimmten Winkel zu dieser angeordnet sind.

15. Solarkraftwerk nach Anspruch 13 oder 14, dadurch gekennzeichnet, dass der Receiver-Turm lageveränderlich angeordnet ist.

16. Solarkraftwerk nach einem der Ansprüche 13 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass Mittel vorgesehen sind, um den Receiver-Turm je nach Richtung des einfallenden Lichtes nachzuführen.

17. Solarkraftwerk nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass Mittel vorgesehen sind, um die von den Auffang- und Verdichtungselemente (11) absorbierte Wärmeenergie abzuführen.

18. Solarkraftwerk mit

- wenigstens einem Fokussierelement, z.B. Spiegel, zum Auffangen und Fokussieren von Sonnenstrahlung,
- wenigstens einem im wesentlichen in oder um den Brennpunkt oder die Brennlinie des Fokussierelements angeordneten Auffang- und Verdichtungselement (11) zum Auffangen der vom Fokussierelement , mit
- einem kegel- oder konusförmigen Körper, dessen Grundfläche die Eintrittsöffnung (13) und dessen stumpfe Spitze die Austrittsöffnung (15) für die elektromagnetische Strahlung darstellt,

dadurch gekennzeichnet,

- dass die Mantelfläche des Auffang- und Verdichtungselements (11) bezüglich der Körperlängsachse (19) einen Winkel ε einschliesst, welcher zwischen 0.5 und 5 Grad, vorzugsweise zwischen 1 und 4 Grad und ganz besonders bevorzugt zwischen 2 und 3 Grad liegt.

19. Solarkraftwerk nach Anspruch 18 und einem der Ansprüche 1, sowie 3 bis 17.

20. Verfahren zur Gewinnung von kaltem Licht aus Sonnenstrahlung, durch Einleiten der Sonnenstrahlung in die Basisfläche (13) eines kegel- oder konusförmigen Körpers, welcher für kaltes Licht durchlässig und für Wärmestrahlung im wesentlichen undurchlässig ist und dessen gegenüberliegende Mantelflächen (17) einen derartigen Öffnungswinkel miteinander einschliessen, dass auf die Mantelflächen (17) auftreffendes Licht jeweils total reflektiert wird, und mehrfach reflektiertes und verdichtetes Licht an der zur Basisfläche (13) gegenüberliegenden Austrittsfläche (15) in einen länglichen Lichtleiter (23) in einem solchen Winkel eingeleitet wird, dass das verdichtete oder konzentrierte Licht ebenfalls unter Totalreflexion im Lichtleiter weitertransportiert wird.

21. Verfahren nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, dass die gegenüberliegenden Mantelflächen (17) bezüglich der Körperlängsachse (19) einen Winkel ε einschliessen, welcher zwischen 0.5 und 5 Grad, vorzugsweise zwischen 1 und 4 Grad und ganz besonders bevorzugt zwischen 2 und 3 Grad liegt.

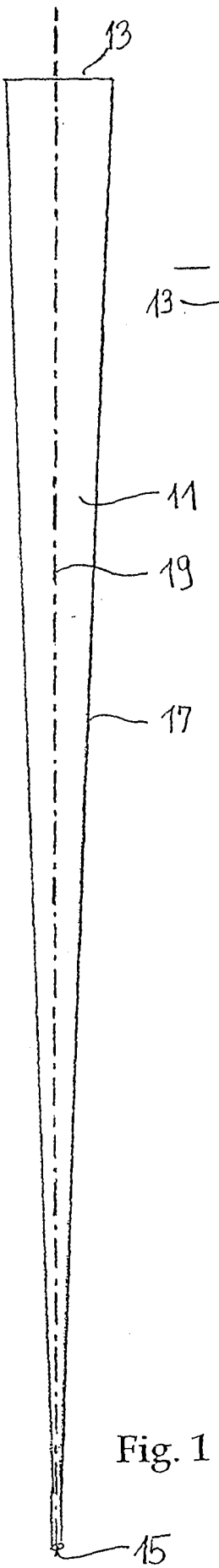


Fig. 1

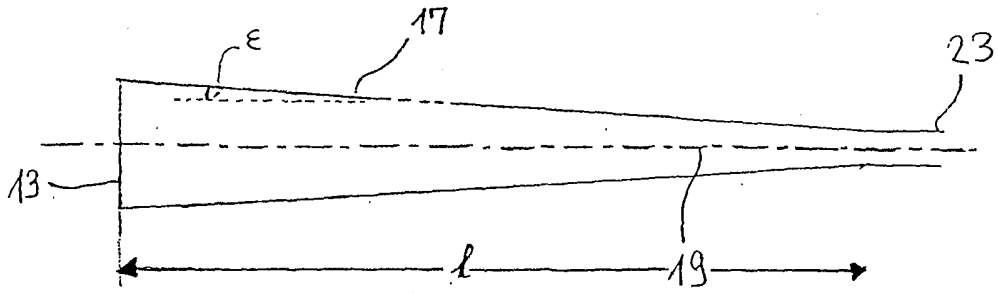


Fig. 2

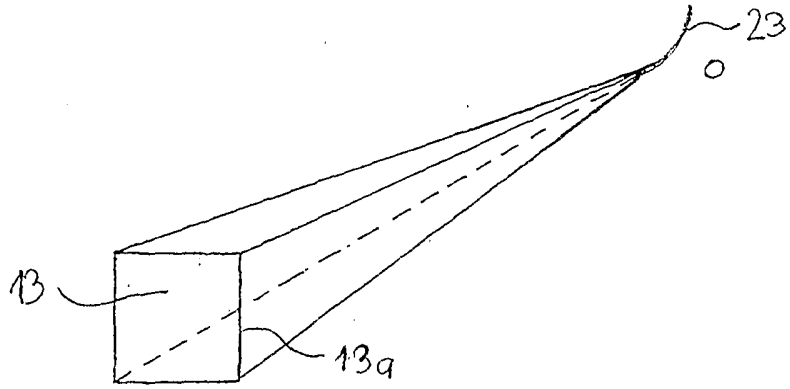


Fig. 3

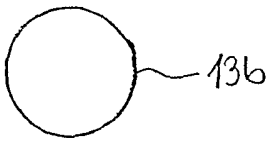


Fig. 4

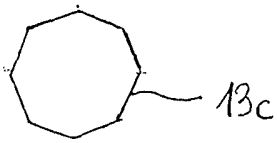


Fig. 5

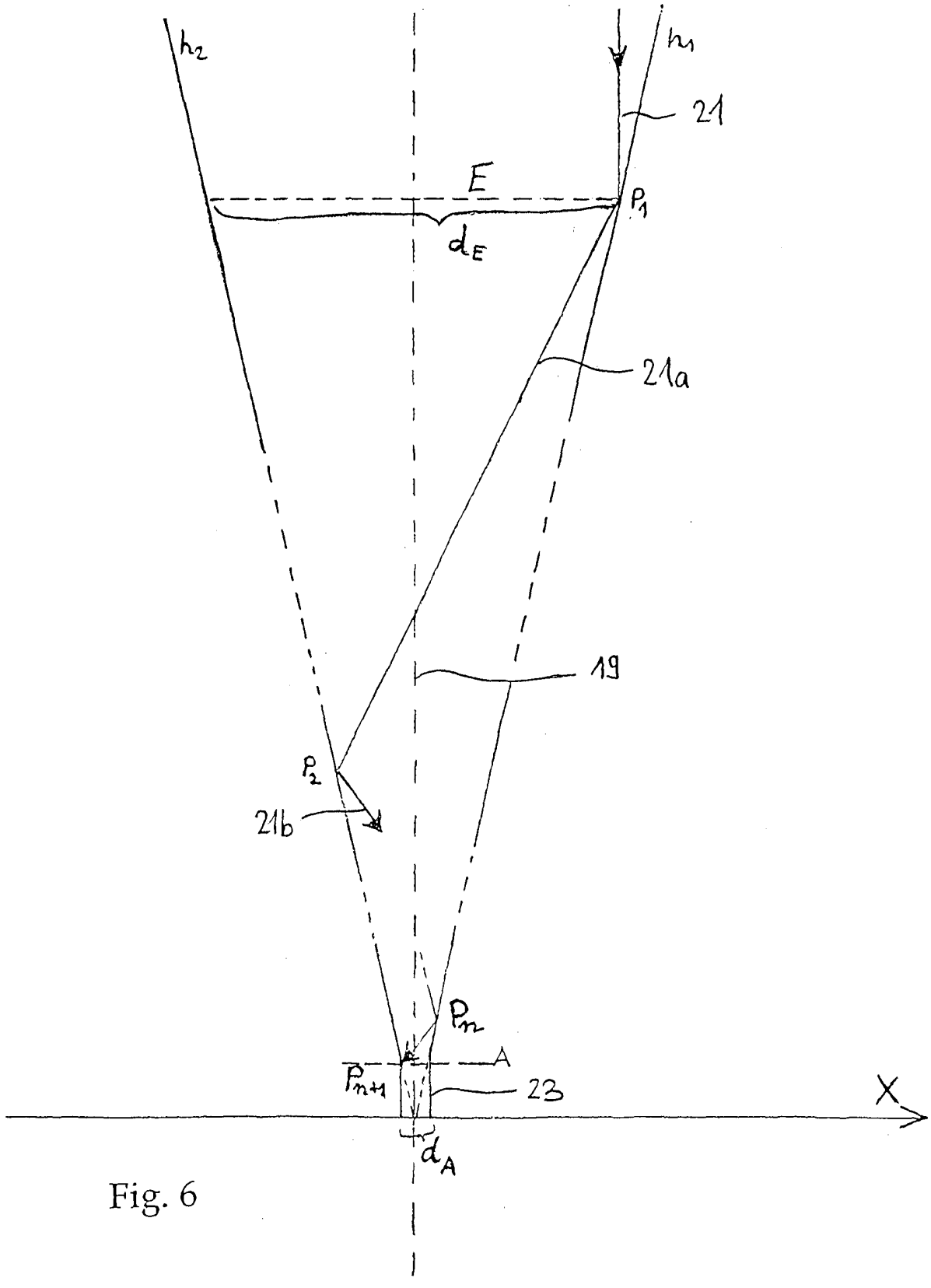


Fig. 6

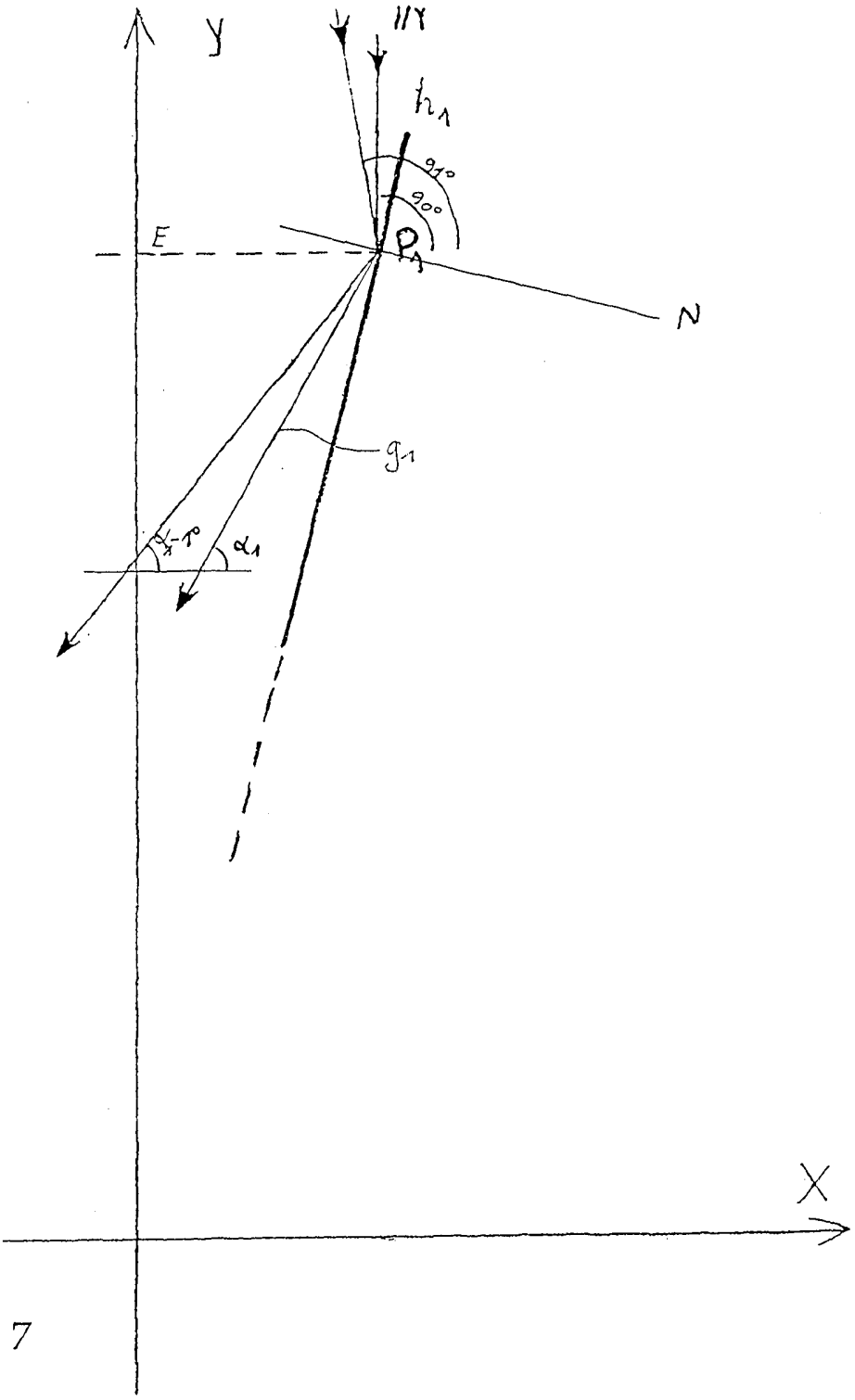
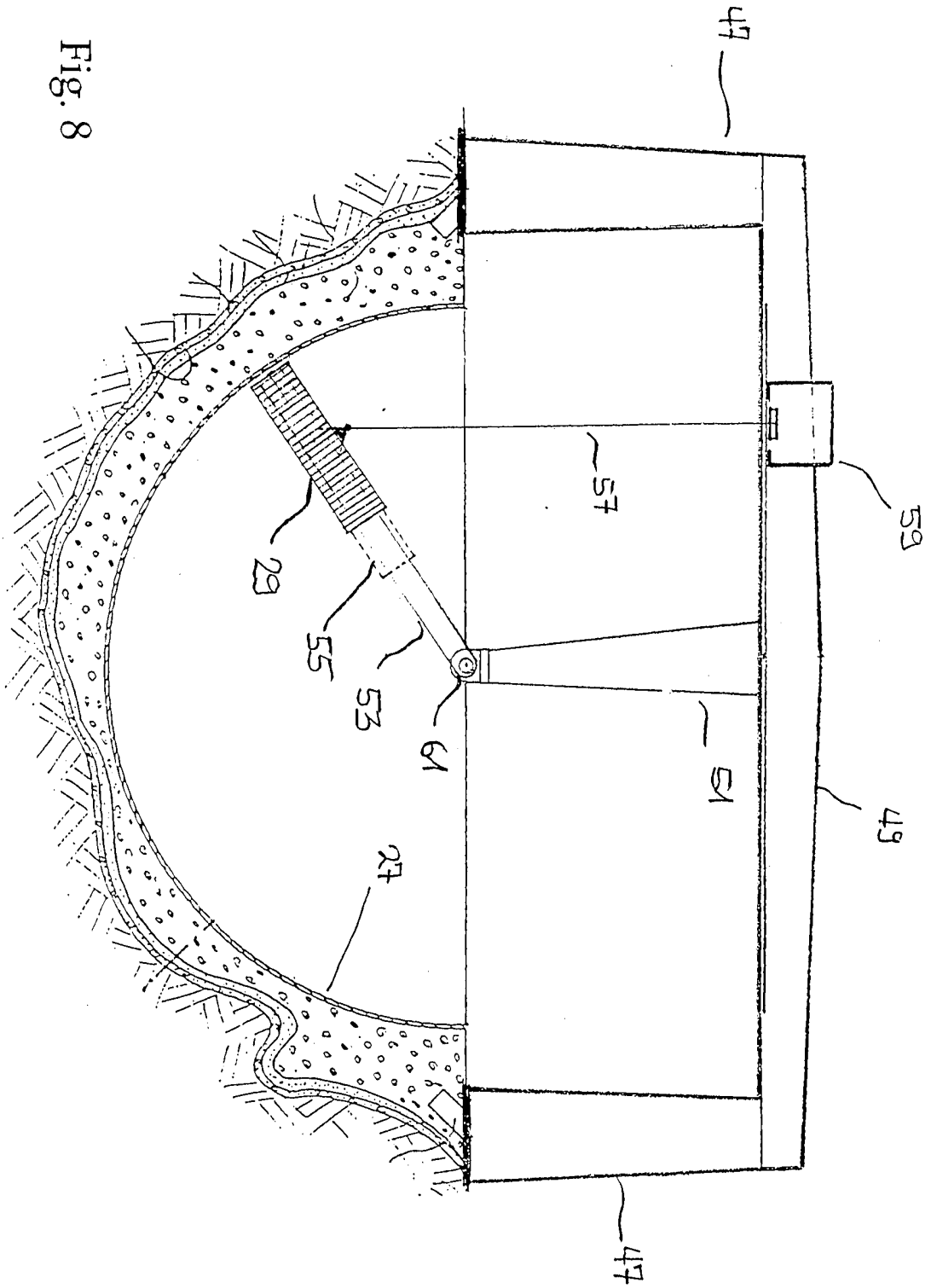


Fig. 7

Fig. 8



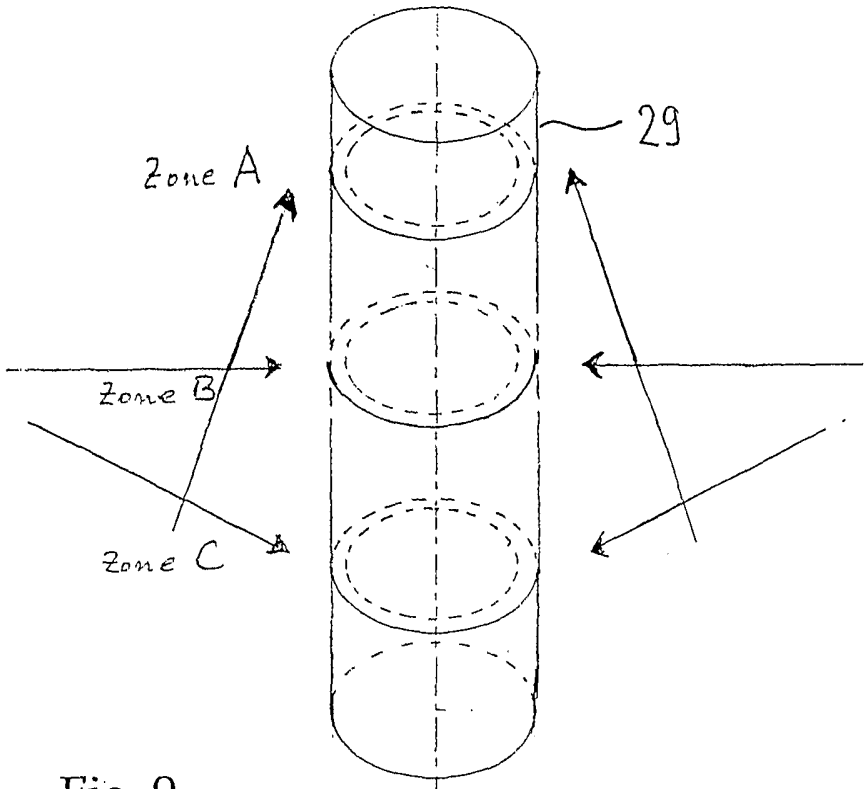


Fig. 9

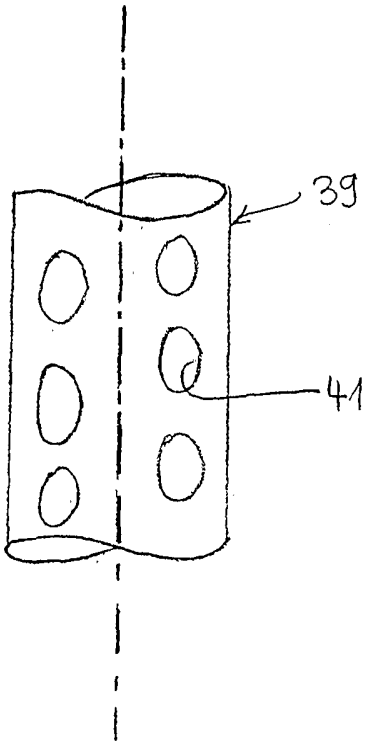


Fig. 10

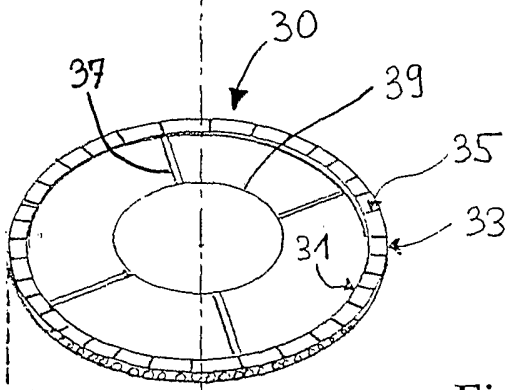


Fig. 11

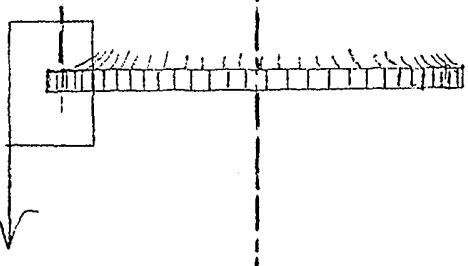


Fig. 12

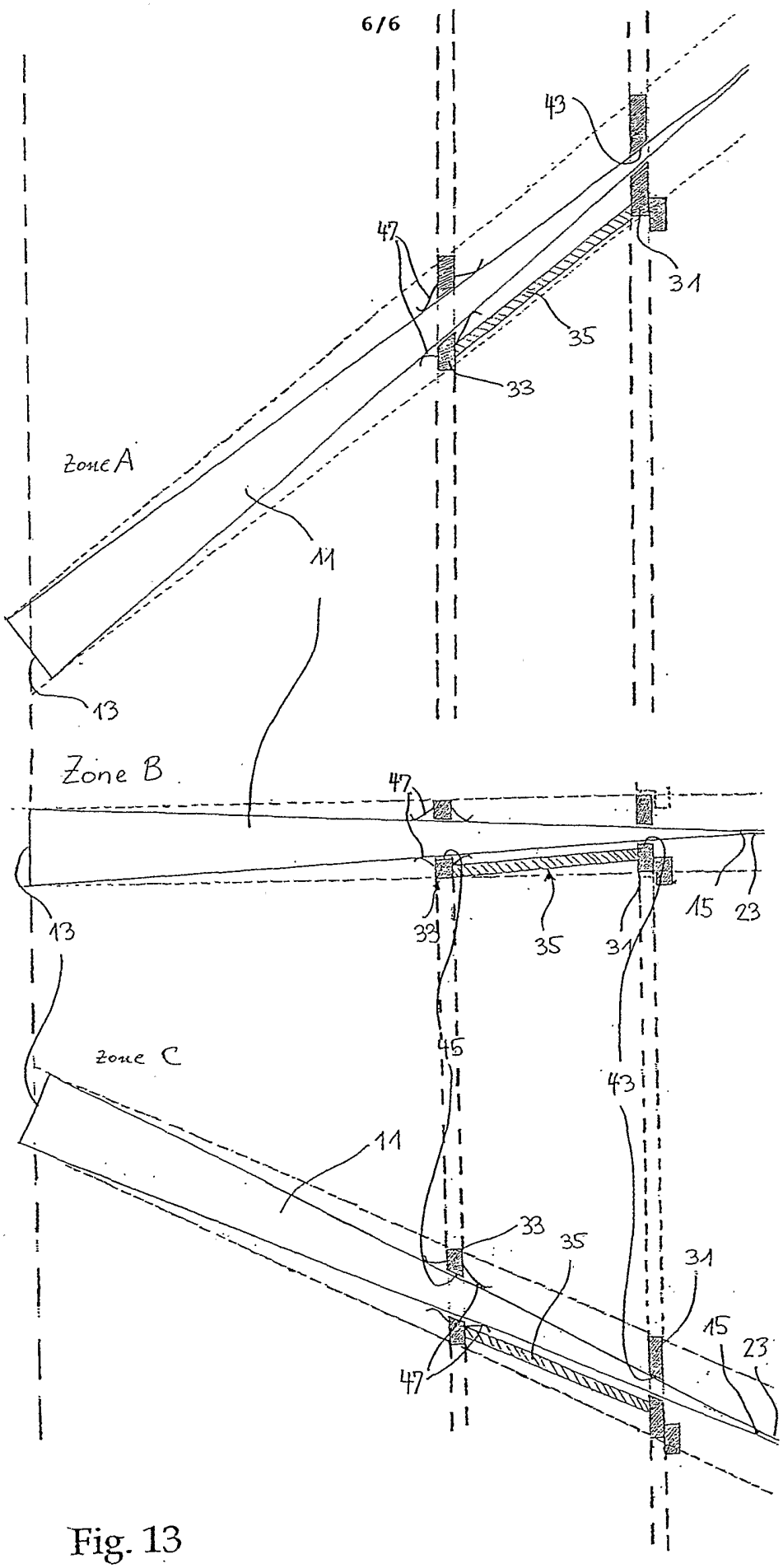

43
47
31
35
33
Zone A
11
13
Zone B
47
13
33
35
31
15
23
45
Zone C
43
11
33
35
31
15
23
47

Fig. 13

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

In tional Application No
PCT/IB 02/02874

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 F24J2/06 F24J2/07 F24J2/13 G02B6/42

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 7 F24J G02B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)
EPO-Internal, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 32 11 339 A (MASCHF AUGSBURG NUERNBERG AG) 29 September 1983 (1983-09-29) page 8, line 11 -page 10, line 31; figures 1-3	1,3-7,9, 20
Y		2,8, 10-12, 17-19,21
Y	US 3 467 840 A (WEINER MELVIN) 16 September 1969 (1969-09-16) column 4, line 39 -column 6, line 54; figures 1-5	2,18,19, 21
Y	DE 34 31 571 A (SUNDERGELD KLAUS DIPL ING FH) 2 May 1985 (1985-05-02) cited in the application page 1, line 31 -page 3, column 18, line 1-4	8,11

-/--

[X] Further documents are listed in the continuation of box C.

[X] Patent family members are listed in annex.

° *Special categories of cited documents :*

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
16 December 2002	30/12/2002

Name and mailing address of the ISA	Authorized officer
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL – 2280 HV Rijswijk Tel. (+31–70) 340–2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31–70) 340–3016	Beltzung, F

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 1992)

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication,where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 4 217 147 A (ZIEMBA GEORG) 12 August 1980 (1980-08-12) cited in the application column 6, line 17 -column 9, line 27; figures 1-9	10
Y	EP 0 046 546 A (MORI KEI) 3 March 1982 (1982-03-03) page 5, line 33 -page 7, line 32; figures 1-5	12
Y	US 5 803 729 A (TSIMERMAN EFRAIM) 8 September 1998 (1998-09-08) column 3, line 64 -column 6, line 41; figures 1-8	17
A	DE 197 35 281 A (HOERICHT ROLF) 18 February 1999 (1999-02-18) cited in the application column 5, line 5 -column 6, line 38; figures 1-7	1-21
A	DE 36 34 213 A (BECKER FRIEDRICH) 21 April 1988 (1988-04-21) column 2, line 6 -column 3, line 11; figures 1-4	1-21
A	WO 79 01021 A (KRIESI R ;POSNANSKY M (CH)) 29 November 1979 (1979-11-29) page 7, line 9 -page 9, line 12; figures 1-21	1-21
A	US 4 240 692 A (WINSTON ROLAND) 23 December 1980 (1980-12-23) column 5, line 5 -column 12, line 4; figures 1-13	1-21
A	FR 2 539 851 A (AFIAN VIKTOR) 27 July 1984 (1984-07-27) cited in the application page 6, line 9 -page 14, line 14; figures 1-7	1-21
A	AU 609 107 B (YARRINGTON ARTHUR GEORGE) 26 April 1991 (1991-04-26) page 4, line 8 -page 6, line 6; figures 1-13	1-21
A	US 4 106 479 A (ROGERS RAMONA) 15 August 1978 (1978-08-15) column 1, line 67 -column 2, line 61; figures 1-12	1-21

-/--

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication,where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 0 875 724 A (KOKOSCHKO RENE) 4 November 1998 (1998-11-04) column 2, line 58 -column 8, line 13; figures 1-4	1-21
A	DE 26 22 023 A (PAYSAN FRANK DIPL PHYS) 8 December 1977 (1977-12-08) page 4, line 16 -page 7, line 9	1-21
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 006, no. 112 (P-124), 23 June 1982 (1982-06-23) -& JP 57 041603 A (MORI TAKASHI), 8 March 1982 (1982-03-08) abstract	1-21
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 2000, no. 11, 3 January 2001 (2001-01-03) -& JP 2000 216732 A (TAIYO YUDEN CO LTD), 4 August 2000 (2000-08-04) abstract	1-21

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

In tional Application No
PCT/IB 02/02874

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 3211339 A	29-09-1983	DE 3211339 A1	29-09-1983
US 3467840 A	16-09-1969	NONE	
DE 3431571 A	02-05-1985	DE 3431571 A1	02-05-1985
US 4217147 A	12-08-1980	DE 2624672 A1	08-12-1977
		AU 512746 B2	23-10-1980
		AU 2575577 A	07-12-1978
		US 4202715 A	13-05-1980
EP 0046546 A	03-03-1982	JP 3032045 B	09-05-1991
		JP 57037321 A	01-03-1982
		DE 3176497 D1	03-12-1987
		EP 0046546 A1	03-03-1982
		HK 21090 A	23-03-1990
		US 4444468 A	24-04-1984
US 5803729 A	08-09-1998	AU 3430797 A	10-02-1998
		WO 9803132 A1	29-01-1998
		EP 0959803 A1	01-12-1999
DE 19735281 A	18-02-1999	DE 19735281 A1	18-02-1999
DE 3634213 A	21-04-1988	DE 3634213 A1	21-04-1988
WO 7901021 A	29-11-1979	CH 636428 A5	31-05-1983
		WO 7901021 A1	29-11-1979
		DE 2831023 A1	15-11-1979
		EP 0015964 A1	01-10-1980
		US 4421102 A	20-12-1983
US 4240692 A	23-12-1980	AU 513694 B2	18-12-1980
		AU 1909076 A	04-05-1978
		CA 1115156 A1	29-12-1981
		DE 2648704 A1	05-05-1977
		FR 2330023 A1	27-05-1977
		GB 1570684 A	09-07-1980
		IL 50796 A	31-01-1979
		JP 1231603 C	26-09-1984
		JP 52057525 A	12-05-1977
		JP 59003661 B	25-01-1984
		NL 7612192 A	05-05-1977
FR 2539851 A	27-07-1984	FR 2539851 A1	27-07-1984
AU 609107 B	26-04-1991	AU 609107 B2	26-04-1991
		AU 1384988 A	29-09-1988
US 4106479 A	15-08-1978	NONE	
EP 0875724 A	04-11-1998	DE 19719083 A1	05-11-1998
		EP 0875724 A2	04-11-1998
DE 2622023 A	08-12-1977	DE 2622023 A1	08-12-1977
JP 57041603 A	08-03-1982	JP 1197623 C	21-03-1984
		JP 58031567 B	07-07-1983

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

In tional Application No
PCT/IB 02/02874

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
JP 2000216732 A	04-08-2000	NONE	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Int tionales Aktenzeichen
PCT/IB 02/02874

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 F24J2/06 F24J2/07 F24J2/13 G02B6/42

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 7 F24J G02B

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)
EPO-Internal, PAJ

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 32 11 339 A (MASCHF AUGSBURG NUERNBERG AG) 29. September 1983 (1983-09-29) Seite 8, Zeile 11 -Seite 10, Zeile 31; Abbildungen 1-3	1,3-7,9, 20
Y		2,8, 10-12, 17-19,21
Y	US 3 467 840 A (WEINER MELVIN) 16. September 1969 (1969-09-16) Spalte 4, Zeile 39 -Spalte 6, Zeile 54; Abbildungen 1-5	2,18,19, 21
Y	DE 34 31 571 A (SUNDERGELD KLAUS DIPL ING FH) 2. Mai 1985 (1985-05-02) in der Anmeldung erwähnt Seite 1, Zeile 31 -Seite 3, Spalte 18, Zeile 1-4	8,11

-/--

[X] Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

[X] Siehe Anhang Patentfamilie

° Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist
"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
16. Dezember 2002	30/12/2002

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde	Bevollmächtigter Bediensteter
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL – 2280 HV Rijswijk Tel. (+31–70) 340–2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31–70) 340–3016	Beltzung, F

Formblatt PCT/ISA/210 (Blatt 2) (Juli 1992)

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	US 4 217 147 A (ZIEMBA GEORG) 12. August 1980 (1980-08-12) in der Anmeldung erwähnt Spalte 6, Zeile 17 -Spalte 9, Zeile 27; Abbildungen 1-9	10
Y	EP 0 046 546 A (MORI KEI) 3. März 1982 (1982-03-03) Seite 5, Zeile 33 -Seite 7, Zeile 32; Abbildungen 1-5	12
Y	US 5 803 729 A (TSIMERMAN EFRAIM) 8. September 1998 (1998-09-08) Spalte 3, Zeile 64 -Spalte 6, Zeile 41; Abbildungen 1-8	17
A	DE 197 35 281 A (HOERICHT ROLF) 18. Februar 1999 (1999-02-18) in der Anmeldung erwähnt Spalte 5, Zeile 5 -Spalte 6, Zeile 38; Abbildungen 1-7	1-21
A	DE 36 34 213 A (BECKER FRIEDRICH) 21. April 1988 (1988-04-21) Spalte 2, Zeile 6 -Spalte 3, Zeile 11; Abbildungen 1-4	1-21
A	WO 79 01021 A (KRIESI R ;POSNANSKY M (CH)) 29. November 1979 (1979-11-29) Seite 7, Zeile 9 -Seite 9, Zeile 12; Abbildungen 1-21	1-21
A	US 4 240 692 A (WINSTON ROLAND) 23. Dezember 1980 (1980-12-23) Spalte 5, Zeile 5 -Spalte 12, Zeile 4; Abbildungen 1-13	1-21
A	FR 2 539 851 A (AFIAN VIKTOR) 27. Juli 1984 (1984-07-27) in der Anmeldung erwähnt Seite 6, Zeile 9 -Seite 14, Zeile 14; Abbildungen 1-7	1-21
A	AU 609 107 B (YARRINGTON ARTHUR GEORGE) 26. April 1991 (1991-04-26) Seite 4, Zeile 8 -Seite 6, Zeile 6; Abbildungen 1-13	1-21
A	US 4 106 479 A (ROGERS RAMONA) 15. August 1978 (1978-08-15) Spalte 1, Zeile 67 -Spalte 2, Zeile 61; Abbildungen 1-12	1-21

-/--

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	EP 0 875 724 A (KOKOSCHKO RENE) 4. November 1998 (1998-11-04) Spalte 2, Zeile 58 -Spalte 8, Zeile 13; Abbildungen 1-4	1-21
A	DE 26 22 023 A (PAYSAN FRANK DIPL PHYS) 8. Dezember 1977 (1977-12-08) Seite 4, Zeile 16 -Seite 7, Zeile 9	1-21
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 006, no. 112 (P-124), 23. Juni 1982 (1982-06-23) -& JP 57 041603 A (MORI TAKASHI), 8. März 1982 (1982-03-08) Zusammenfassung	1-21
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 2000, no. 11, 3. Januar 2001 (2001-01-03) -& JP 2000 216732 A (TAIYO YUDEN CO LTD), 4. August 2000 (2000-08-04) Zusammenfassung	1-21

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen
PCT/IB 02/02874

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
DE 3211339	A	29-09-1983	DE	3211339 A1	29-09-1983
US 3467840	A	16-09-1969	KEINE		
DE 3431571	A	02-05-1985	DE	3431571 A1	02-05-1985
US 4217147	A	12-08-1980	DE	2624672 A1	08-12-1977
			AU	512746 B2	23-10-1980
			AU	2575577 A	07-12-1978
			US	4202715 A	13-05-1980
EP 0046546	A	03-03-1982	JP	3032045 B	09-05-1991
			JP	57037321 A	01-03-1982
			DE	3176497 D1	03-12-1987
			EP	0046546 A1	03-03-1982
			HK	21090 A	23-03-1990
			US	4444468 A	24-04-1984
US 5803729	A	08-09-1998	AU	3430797 A	10-02-1998
			WO	9803132 A1	29-01-1998
			EP	0959803 A1	01-12-1999
DE 19735281	A	18-02-1999	DE	19735281 A1	18-02-1999
DE 3634213	A	21-04-1988	DE	3634213 A1	21-04-1988
WO 7901021	A	29-11-1979	CH	636428 A5	31-05-1983
			WO	7901021 A1	29-11-1979
			DE	2831023 A1	15-11-1979
			EP	0015964 A1	01-10-1980
			US	4421102 A	20-12-1983
US 4240692	A	23-12-1980	AU	513694 B2	18-12-1980
			AU	1909076 A	04-05-1978
			CA	1115156 A1	29-12-1981
			DE	2648704 A1	05-05-1977
			FR	2330023 A1	27-05-1977
			GB	1570684 A	09-07-1980
			IL	50796 A	31-01-1979
			JP	1231603 C	26-09-1984
			JP	52057525 A	12-05-1977
			JP	59003661 B	25-01-1984
			NL	7612192 A	05-05-1977
FR 2539851	A	27-07-1984	FR	2539851 A1	27-07-1984
AU 609107	B	26-04-1991	AU	609107 B2	26-04-1991
			AU	1384988 A	29-09-1988
US 4106479	A	15-08-1978	KEINE		
EP 0875724	A	04-11-1998	DE	19719083 A1	05-11-1998
			EP	0875724 A2	04-11-1998
DE 2622023	A	08-12-1977	DE	2622023 A1	08-12-1977
JP 57041603	A	08-03-1982	JP	1197623 C	21-03-1984
			JP	58031567 B	07-07-1983

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen
PCT/IB 02/02874

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
JP 2000216732 A	04-08-2000	KEINE	