

(12)

Patentschrift

(21) Anmeldenummer: A 9525/2011
 (86) PCT-Anmeldenummer: PCT/EP2011/005697
 (22) Anmeldetag: 11.11.2011
 (45) Veröffentlicht am: 15.11.2014

(51) Int. Cl.: C03B 11/07 (2006.01)
 C03B 11/08 (2006.01)

(30) Priorität:
 03.12.2010 DE 102010053183.9 beansprucht.
 (56) Entgegenhaltungen:
 US 2009101207 A1
 WO 2008122047 A1
 WO 2010012474 A2
 US 4488047 A
 EP 2264785 A2
 EP 2278631 A1

(73) Patentinhaber:
 Docter Optics SE
 07806 Neustadt an der Orla (DE)

(74) Vertreter:
 PATENTANWÄLTE PUCHBERGER, BERGER
 & PARTNER
 WIEN

(54) **Solarkonzentrator**

(57) Die Erfindung betrifft einen Solarkonzentrator (1) mit einem massiven Körper aus einem transparenten Material, der eine Lichteinkoppelfläche (2) und eine Lichtauskoppelfläche (3) umfasst, wobei der massive Körper zwischen der Lichteinkoppelfläche (2) und der Lichtauskoppelfläche (3) einen Tragrahmen (61) sowie einen, insbesondere sich in Richtung der Lichtauskoppelfläche (3) verjüngenden, Lichtdurchleitteil (4) umfasst, der vorteilhafterweise zwischen der Lichteinkoppelfläche (2) und der Lichtauskoppelfläche (3) durch eine Lichtdurchleitteil-Oberfläche (5) begrenzt ist, und wobei der Tragrahmen (61) einen unter vollständigem Formenkontakt blankgepressten bzw. vollständig blankgepressten Außenrand (62) umfasst.



Fig. 3

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Solarkonzentrator mit einem massiven Körper aus einem transparenten Material, der eine Lichteinkoppelfläche und eine Lichtauskoppelfläche umfasst.

[0002] Fig. 1 zeigt einen vorbekannten Solarkonzentrator 101, der in Fig. 2 in einer Querschnittsdarstellung dargestellt ist. Der Solarkonzentrator 101 umfasst eine Lichteinkoppelfläche 102 und eine geschliffene Lichtauskoppelfläche 103 sowie einen zwischen der Lichteinkoppelfläche 102 und der Lichtauskoppelfläche 103 angeordneten sich in Richtung der Lichtauskoppelfläche 103 verjüngenden Lichtleiterteil 104. Bezugszeichen 105 bezeichnet eine Lichtleiter teil-Oberfläche, die den Lichtleiterteil 104 zwischen der Lichteinkoppelfläche 102 und der Lichtauskoppelfläche 103 begrenzt.

[0003] Die EP 1 396 035 B1 offenbart ein Solarkonzentratormodul, umfassend eine Vorderlinse auf seiner Vorderseite und eine Empfängerzelle auf seiner Rückseite und einen Reflektor zwischen der Vorderlinse und der Empfängerzelle, wobei der Reflektor mindestens entlang zweier gegenüberliegenden Seiten der Empfängerzelle geneigte Seitenwände aufweist, und einen flachen senkrechten Reflektor in der Mitte des Moduls, wobei die Seitenwandreflektoren so gekürzt sind, dass das Verhältnis zwischen der Konzentratorhöhe H und der Brennweite F der Linse zwischen 0,6 und 0,9 liegt.

[0004] Die US 2009/0101207 A1 offenbart einen Solarkonzentrator mit Ausrichtelementen, deren Außenrand sich in Richtung auf die Lichtauskoppelfläche zur Ausrichtung in einer sich verjüngenden Einpassung verjüngt.

[0005] Es ist Aufgabe der Erfindung, die Kosten für die Herstellung von Solarkonzentratoren zu senken. Es ist eine weitere Aufgabe der Erfindung, in einem begrenzten Kostenrahmen besonders hochwertige Solarkonzentratoren herzustellen.

[0006] Vorgenannte Aufgabe wird durch einen Solarkonzentrator mit einem massiven Körper aus einem transparenten Material gelöst, der eine Lichteinkoppelfläche und eine Lichtauskoppelfläche umfasst, wobei der massive Körper zwischen der Lichteinkoppelfläche und der Lichtauskoppelfläche einen Tragrahmen sowie einen, insbesondere sich in Richtung der Lichtauskoppelfläche verjüngenden, Lichtdurchleitteil umfasst, der vorteilhafterweise zwischen der Lichteinkoppelfläche und der Lichtauskoppelfläche durch eine Lichtdurchleitteil-Oberfläche begrenzt ist, und wobei der Tragrahmen einen unter vollständigem Formenkontakt blankgepressten bzw. vollständig blankgepressten Außenrand umfasst.

[0007] Ein Solarkonzentrator ist im Sinne der Erfindung insbesondere ein Sekundärkonzentrator. Ein Solarkonzentrator im Sinne der Erfindung besitzt insbesondere in Richtung seiner optischen Achse eine Ausdehnung zwischen 5 mm und 60 mm. Der Durchmesser bzw. die Diagonale einer Lichtauskoppelfläche im Sinne der Erfindung beträgt insbesondere zwischen 1,25 mm und 10 mm. Ein massiver Körper im Sinne der Erfindung ist insbesondere einstückig.

[0008] Transparentes Material ist im Sinne der Erfindung insbesondere Glas. Transparentes Material ist im Sinne der Erfindung insbesondere anorganisches Glas. Transparentes Material ist im Sinne der Erfindung insbesondere Silikatglas, Transparentes Material ist im Sinne der Erfindung insbesondere Glas, wie es in der PCT/EP2008/010136 beschrieben ist, Glas im Sinne der Erfindung umfasst insbesondere

- 0,2 bis 2 Gew.-% Al_2O_3 ,
- 0,1 bis 1 Gew.-% Li_2O ,
- 0,3, insbesondere 0,4, bis 1,5 Gew.-% Sb_2O_3 ,
- 60 bis 75 Gew.-% SiO_2 ,
- 3 bis 12 Gew.-% Na_2O ,
- 3 bis 12 Gew.-% K_2O und
- 3 bis 12 Gew.-% CaO .

[0009] Unter Blankpressen soll im Sinne der Erfindung insbesondere verstanden werden, eine optisch wirksame Oberfläche derart zu pressen, dass eine anschließende Nachbearbeitung der Kontur dieser optisch wirksamen Oberfläche entfallen kann bzw. entfällt bzw. nicht vorgesehen ist. Es ist somit insbesondere vorgesehen, dass eine blankgepresste Oberfläche nach dem Blankpressen nicht geschliffen wird.

[0010] Ein Tragrahmen im Sinne der Erfindung kann insbesondere auch ein Flansch sein. Ein Tragrahmen im Sinne der Erfindung kann insbesondere vollständig oder teilweise umlaufend ausgestaltet sein. Ein Außenrand im Sinne der Erfindung ist insbesondere der Teil des Solarkonzentrators, der am weitesten von der optischen Achse des Solarkonzentrators entfernt ist. Ein Außenrand im Sinne der Erfindung ist insbesondere der Teil des Solarkonzentrators, der radial die größte Ausdehnung besitzt. Es ist insbesondere vorgesehen, dass der Tragrahmen zumindest zum Teil in einer zu der optischen Achse des Solarkonzentrators orthogonalen Richtung über das Lichtdurchleitteil hinausragt und/oder dass der Tragrahmen zumindest zum Teil radial zu der optischen Achse des Solarkonzentrators über das Lichtdurchleitteil hinausragt.

[0011] Ein Lichtdurchleitteil im Sinne der Erfindung erstreckt sich entlang der optischen Achse des Solarkonzentrators, insbesondere über eine Länge, die größer ist als der Durchmesser der Lichtauskoppelfläche. Eine Lichtdurchleitteil-Oberfläche im Sinne der Erfindung ist insbesondere gegenüber der optischen Achse des Solarkonzentrators geneigt. Eine optische Achse des Solarkonzentrators ist insbesondere eine bzw. die Orthogonale der Lichtauskoppelfläche. Die Lichtdurchleitteil-Oberfläche kann beschichtet sein.

[0012] In weiterhin vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung ist die Lichtauskoppelfläche blankgepresst. In weiterhin vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung umfasst der Tragrahmen eine der Lichtauskoppelfläche zugewandte Oberfläche mit einer Stufe. Die Stufe verläuft insbesondere im Wesentlichen parallel zu der optischen Achse des Solarkonzentrators.

[0013] Vorgenannte Aufgabe wird zudem durch einen Solarkonzentrator mit einem massiven Körper aus einem transparenten Material gelöst, der eine Lichteinkoppelfläche und eine blankgepresste Lichtauskoppelfläche umfasst, wobei der massive Körper zwischen der Lichteinkoppelfläche und der Lichtauskoppelfläche einen Tragrahmen sowie einen, insbesondere sich in Richtung der Lichtauskoppelfläche verjüngenden, Lichtdurchleitteil umfasst, der vorteilhafterweise zwischen der Lichteinkoppelfläche und der Lichtauskoppelfläche durch eine Lichtdurchleitteil-Oberfläche begrenzt ist, und wobei der Tragrahmen eine der Lichtauskoppelfläche zugewandte Fläche mit einer Stufe umfasst. Die Stufe verläuft insbesondere im Wesentlichen parallel zu der optischen Achse des Solarkonzentrators.

[0014] In weiterhin vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung geht die Lichtdurchleitteil-Oberfläche mit einer stetigen ersten Ableitung in die konvexe Lichtauskoppelfläche über. In weiterhin vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung geht die Lichtdurchleitteil-Oberfläche mit einer Krümmung in die Lichtauskoppelfläche über, deren Krümmungsradius nicht größer ist als 0,25 mm, insbesondere nicht größer ist als 0,15 mm, vorteilhafterweise nicht größer ist als 0,1 mm. In weiterhin vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung ist der Krümmungsradius größer als 0,04 mm.

[0015] In einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung ist die Lichtauskoppelfläche konvex gekrümmt. In einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung ist die konvexe Lichtauskoppelfläche mit einem Krümmungsradius von mehr als 30 mm gekrümmt. In einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung ist die konvexe Lichtauskoppelfläche derart gekrümmt, dass ihre (maximale) Konturabweichung von der idealen Ebene bzw. der Lichtauskoppelebene weniger als 100 µm beträgt. Eine ideale Ebene im Sinne der Erfindung ist insbesondere eine Ebene durch den Übergang der Lichtdurchleitteil-Oberfläche in die Lichtauskoppelfläche. Eine Lichtauskoppelebene im Sinne der Erfindung ist insbesondere eine Ebene durch den Übergang der Lichtdurchleitteil-Oberfläche in die Lichtauskoppelfläche. Eine Lichtauskoppelebene im Sinne der Erfindung ist insbesondere eine zur Ebene durch den Übergang der Lichtdurchleitteil-Oberfläche in die Lichtauskoppelfläche parallele Ebene durch den Scheitelpunkt (der Krümmung) der Lichtauskoppelfläche. Eine Lichtauskoppelebene im Sinne der Erfindung ist insbesondere eine zum verjüng-

enden Lichtdurchleitteil orthogonale Ebene durch den Scheitelpunkt (der Krümmung) der Lichtauskoppelfläche. Eine Lichtauskoppelebene im Sinne der Erfindung ist insbesondere eine zur optischen Achse des Solarkonzentrators orthogonale Ebene durch den Scheitelpunkt (der Krümmung) der Lichtauskoppelebene. In einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung ist die konvexe Lichtauskoppelebene derart gekrümmmt, dass ihre (maximale) Konturabweichung von der idealen Ebene bzw. der Lichtauskoppelebene mehr als 1 µm beträgt. In einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung ist die Lichtauskoppelebene plan. Eine plane Lichtauskoppelebene kann eine insbesondere schrumpfungsbedingte, insbesondere konkave, Konturabweichung von einer idealen Ebene aufweisen, die zum Beispiel bis zu 20 µm oder sogar bis 40 µm betragen kann.

[0016] In weiterhin vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung besitzt der Solarkonzentrator eine Masse zwischen 2 g und 50 g. In weiterhin vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung ist die Lichteinkoppelfläche blankgepresst. Die Lichteinkoppelfläche kann asphärisch oder sphärisch oder als Freiform geformt sein.

[0017] Vorgenannte Aufgabe wird zudem durch ein Solarmodul mit einem vorgenannten Solarkonzentrator gelöst, wobei der Solarkonzentrator mit seiner Lichtauskoppelebene mit einem Fotovoltaikelement verbunden, insbesondere verklebt, ist. In vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung umfasst das Solarmodul einen Kühlkörper, auf dem das Fotovoltaikelement angeordnet ist. In weiterhin vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung ist auf dem Kühlkörper eine Halterung für den Solarkonzentrator angeordnet. In weiterhin vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung umfasst das Solarmodul eine Halterung für den Solarkonzentrator. In weiterhin vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung fixiert die Halterung den Solarkonzentrator am Tragrahmen. In weiterhin vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung weist das Solarmodul eine Linse zur Ausrichtung von Sonnenlicht auf die Lichteinkoppelfläche des Solarkonzentrators auf.

[0018] Vorgenannte Aufgabe wird zudem durch ein Verfahren zum Herstellen eines Solarkonzentrators aus einem transparenten Material, insbesondere zum Herstellen eines vorgenannten Solarkonzentrators, gelöst, wobei der Solarkonzentrator eine Lichteinkoppelfläche, eine Lichtauskoppelebene und vorteilhafterweise einen zwischen der Lichteinkoppelfläche und der Lichtauskoppelebene angeordneten sich in Richtung der Lichtauskoppelebene verjüngenden Lichtdurchleitteil umfasst, der zwischen der Lichteinkoppelfläche und der Lichtauskoppelebene durch eine Lichtdurchleitteil-Oberfläche begrenzt ist, wobei das transparente Material, zwischen einer ersten Form, insbesondere zum Formen der Lichteinkoppelfläche, und zumindest einer zweiten Form, insbesondere zum Formen der Lichtauskoppelebene, zum Solarkonzentrator blankgepresst wird, und wobei das transparente Material vor dem Blankpressen im flüssigem Zustand mittels eines Unterdrucks in die zweite Form gezogen und anschließend jedoch vor dem Blankpressen abgekühlt wird.

[0019] Kühlen im Sinne der Erfindung kann aktiv, insbesondere durch Zuführung eines Kühlmittels, erfolgen oder passiv durch Abwarten, bis sich die gewünschte Viskosität bzw. Temperatur einstellt. Das Abkühlen erfolgt insbesondere durch Verzögern des Schließens der aus der ersten und der zweiten Form gebildeten Form, nachdem das transparente Material im flüssigen Zustand mittels des Unterdrucks in die zweite Form gezogen worden ist. Das Verzögern umfasst dabei insbesondere ein Zeitintervall von zumindest 1s. Das Verzögern umfasst insbesondere ein Zeitintervall von höchstens 10s. Das Verzögern umfasst dabei insbesondere ein Zeitintervall von zumindest 0,02 t_{T_g} . Das Verzögern umfasst insbesondere ein Zeitintervall von höchstens 0,15 t_{T_g} . Das Verzögern bzw. das Abkühlen dauert insbesondere zumindest 0,02 t_{T_g} . Das Verzögern bzw. das Abkühlen dauert insbesondere höchstens 0,15 t_{T_g} . t_{T_g} ist dabei die Zeit, die unter den Bedingungen des aktiven oder passiven Kühlens notwendig ist, bis jeder Bereich des transparenten Materials eine Temperatur gleich oder unterhalb der Transformationstemperatur T_g erreicht hat.

[0020] Während des Abkühlens oder nach dem Abkühlen kann vorgesehen sein, dass die Oberfläche des flüssigen transparenten Materials, die der ersten Form zugewandt ist, lokal, zum Beispiel durch eine Flamme, aufgeheizt wird.

[0021] In weiterhin vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung ist zwischen der Lichteinkoppelfläche und der Lichtauskoppelfläche ein Tragrahmen vorgesehen. In weiterhin vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung wird eine der Lichtauskoppelfläche zugewandete Oberfläche des Tragrahmens mittels eines ersten Formteils der zweiten Form und mittels eines zweiten Formteils der zweiten Form blankgepresst. Dabei ist insbesondere vorgesehen, dass mittels des ersten Formteils und des zweiten Formteils in die der Lichtauskoppelfläche zugewandte Oberfläche des Tragrahmens eine Stufe gepresst wird. In weiterhin vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung umschließt das erste Formteil das zweite Formteil, insbesondere zumindest teilweise. In weiterhin vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung wird die Lichtauskoppelfläche mittels zumindest eines dritten Formteils der zweiten Form blankgepresst. In weiterhin vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung umschließt das erste Formteil das dritte Formteil, insbesondere zumindest teilweise. Beim Pressen ist insbesondere vorgesehen, dass die erste Form und die zweite Form (zueinander positioniert und) aufeinander zugefahren werden. Dabei kann die erste Form auf die zweite Form und/oder die zweite Form auf die erste Form zubewegt werden. Die erste Form und die zweite Form werden insbesondere solange aufeinander zubewegt, bis sie sich berühren bzw. eine geschlossene Gesamtform bilden. In weiterhin vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung berührt nach dem Zufahren der Form bzw. beim Pressen die erste Form das erste Formteil. In weiterhin vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung weist die zweite Form im Bereich, der den Übergang zwischen der Lichtauskoppelfläche und der Lichtdurchleitteil-Oberfläche formt, einen Spalt, insbesondere einen umlaufenden Spalt, insbesondere einen Ringspalt, auf. In weiterhin vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung weist der Spalt eine Breite zwischen 10 µm und 40 µm auf. In weiterhin vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung wird der Unterdruck in dem Spalt erzeugt.

[0022] Es ist insbesondere vorgesehen, dass das transparente Material in seinem äußeren Bereich mittels des Unterdrucks in die zweite Form gezogen wird. Es ist insbesondere vorgesehen, dass das transparente Material als flüssiges Glas geschnitten und insbesondere so in der zweiten Form positioniert wird, dass die Schnittnarbe außerhalb des optischen Bereichs liegt. In weiterhin vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung beträgt der Unterdruck zumindest 0,5 bar. Der Unterdruck entspricht in weiterhin vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung insbesondere Vakuum. In weiterhin vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung besitzt das transparente Material unmittelbar vor dem Pressen eine Viskosität von nicht mehr als $10^{4,5}$ dPas.

[0023] In weiterhin vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung wird der Solarkonzentrator nach dem Blankpressen mittels eines in der ersten Form erzeugten Unterdrucks aus der zweiten Form gezogen. In weiterhin vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung wird der Solarkonzentrator danach hängend gekühlt. Das Kühlen kann aktiv, insbesondere durch Zuführung eines Kühlmittels, erfolgen oder passiv durch Abwarten, bis sich die gewünschte Viskosität bzw. Temperatur einstellt. Das hängende Abkühlen dauert insbesondere zumindest 5 Sekunden, Danach ist insbesondere vorgesehen, dass der Solarkonzentrator auf einer geeigneten Unterlage auf einem Kühlband gekühlt wird.

[0024] Vorgenannte Aufgabe wird zudem durch ein Verfahren zum Herstellen eines Solarkonzentrators aus einem transparenten Material, insbesondere zum Herstellen eines vorgenannten Solarkonzentrators, gelöst, wobei der Solarkonzentrator eine Lichteinkoppelfläche, eine Lichtauskoppelfläche und vorteilhafterweise einen zwischen der Lichteinkoppelfläche und der Lichtauskoppelfläche angeordneten, sich in Richtung der Lichtauskoppelfläche verjüngenden, Lichtdurchleitteil umfasst, der zwischen der Lichteinkoppelfläche und der Lichtauskoppelfläche durch eine Lichtdurchleitteil-Oberfläche begrenzt ist, wobei das transparente Material, zwischen einer ersten Form zum Formen der Lichteinkoppelfläche und zumindest einer zweiten Form zum Formen der Lichtauskoppelfläche zum Solarkonzentrator blankgepresst und anschließend mittels eines in der ersten Form erzeugten Unterdrucks aus der zweiten Form gezogen wird.

[0025] In weiterhin vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung wird der Solarkonzentrator danach hängend gekühlt. Das Kühlen kann aktiv, insbesondere durch Zuführung eines Kühlmittels, erfolgen oder passiv durch Abwarten, bis sich die gewünschte Viskosität bzw. Temperatur einstellt. Das hängende Abkühlen dauert insbesondere zumindest 5 Sekunden. Danach ist

insbesondere vorgesehen, dass der Solarkonzentrator auf einer geeigneten Unterlage auf einem Kühlband gekühlt wird.

[0026] In weiterhin vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung ist zwischen der Lichteinkoppelfläche und der Lichtauskoppelfläche ein Tragrahmen vorgesehen. In weiterhin vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung wird eine der Lichtauskoppelfläche zugewandte Oberfläche des Tragrahmens mittels eines ersten Formteils der zweiten Form und mittels eines zweiten Formteils der zweiten Form blankgepresst. Dabei ist insbesondere vorgesehen, dass mittels des ersten Formteils und des zweiten Formteils in die der Lichtauskoppelfläche zugewandte Oberfläche des Tragrahmens eine Stufe gepresst wird. In weiterhin vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung umschließt das erste Formteil das zweite Formteil, insbesondere zumindest teilweise. In weiterhin vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung wird die Lichtauskoppelfläche mittels zumindest eines dritten Formteils der zweiten Form blankgepresst. In weiterhin vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung umschließt das erste Formteil das dritte Formteil, insbesondere zumindest teilweise. Beim Pressen ist insbesondere vorgesehen, dass die erste Form und die zweite Form (zueinander positioniert und) aufeinander zugefahren werden. Dabei kann die erste Form auf die zweite Form und/oder die zweite Form auf die erste Form zubewegt werden. Die erste Form und die zweite Form werden insbesondere solange aufeinander zubewegt, bis sie sich berühren bzw. eine geschlossene Gesamtform bilden. In weiterhin vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung berührt nach dem Zufahren der Form bzw. beim Pressen die erste Form das erste Formteil. In weiterhin vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung weist die zweite Form im Bereich, der den Übergang zwischen der Lichtauskoppelfläche und der Lichtdurchleitteil-Oberfläche formt, einen Spalt, insbesondere einen umlaufenden Spalt, insbesondere einen Ringspalt, auf. In weiterhin vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung weist der Spalt eine Breite zwischen 10 µm und 40 µm auf. In weiterhin vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung wird der Unterdruck in dem Spalt erzeugt.

[0027] Vorgenannte Aufgabe wird zudem durch ein Verfahren zum Herstellen eines Solarkonzentrators aus einem transparenten Material, insbesondere zum Herstellen eines vorgenannten Solarkonzentrators, gelöst, wobei der Solarkonzentrator eine Lichteinkoppelfläche, eine Lichtauskoppelfläche, zwischen der Lichteinkoppelfläche und der Lichtauskoppelfläche einen Tragrahmen sowie vorteilhafterweise einen zwischen der Lichteinkoppelfläche und der Lichtauskoppelfläche angeordneten, insbesondere sich in Richtung der Lichtauskoppelfläche verjüngenden, Lichtdurchleitteil umfasst, der zwischen der Lichteinkoppelfläche und der Lichtauskoppelfläche durch eine Lichtdurchleitteil-Oberfläche begrenzt ist, wobei das transparente Material, zwischen einer ersten Form zum Formen der Lichteinkoppelfläche und zumindest einer zweiten Form zum Formen der Lichtauskoppelfläche zum Solarkonzentrator blankgepresst wird, wobei eine der Lichtauskoppelfläche zugewandte Oberfläche des Tragrahmens mittels eines ersten Formteils der zweiten Form und mittels eines zweiten Formteils der zweiten Form blankgepresst wird, wobei das erste Formteil das zweite Formteil, insbesondere zumindest teilweise, umschließt, und wobei Lichtauskoppelfläche mittels zumindest eines dritten Formteils der zweiten Form blankgepresst wird. Dabei ist insbesondere vorgesehen, dass mittels des ersten Formteils und des zweiten Formteils in die der Lichtauskoppelfläche zugewandte Oberfläche des Tragrahmens eine Stufe gepresst wird.

[0028] In weiterhin vorteilhafter Ausgestaltung umschließt das erste Formteil das dritte Formteil, insbesondere zumindest teilweise. Beim Pressen ist insbesondere vorgesehen, dass die erste Form und die zweite Form (zueinander positioniert und) aufeinander zugefahren werden. Dabei kann die erste Form auf die zweite Form und/oder die zweite Form auf die erste Form zubewegt werden. Die erste Form und die zweite Form werden insbesondere solange aufeinander zubewegt, bis sie sich berühren bzw. eine geschlossene Gesamtform bilden. In weiterhin vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung berührt nach dem Zufahren der Form bzw. beim Pressen die erste Form das erste Formteil. In weiterhin vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung weist die zweite Form im Bereich, der den Übergang zwischen der Lichtauskoppelfläche und der Lichtdurchleitteil-Oberfläche formt, einen Spalt, insbesondere einen umlaufenden Spalt, insbesondere einen Ringspalt, auf. In weiterhin vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung weist der Spalt

eine Breite zwischen 10 µm und 40 µm auf. In weiterhin vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung wird der Unterdruck in dem Spalt erzeugt.

[0029] Vorgenannte Aufgabe wird zudem durch ein Verfahren zum Herstellen eines Solarkonzentrators aus einem transparenten Material, insbesondere zum Herstellen eines vorgenannten Solarkonzentrators, gelöst, wobei der Solarkonzentrator eine Lichteinkoppelfläche, eine Lichtauskoppelfläche, zwischen der Lichteinkoppelfläche und der Lichtauskoppelfläche einen Tragrahmen mit einem Außenrand sowie einen zwischen der Lichteinkoppelfläche und der Lichtauskoppelfläche angeordneten sich vorteilhafterweise in Richtung der Lichtauskoppelfläche verjüngenden Lichtdurchleitteil umfasst, der zwischen der Lichteinkoppelfläche und der Lichtauskoppelfläche durch eine Lichtdurchleitteil-Oberfläche begrenzt ist, wobei das transparente Material zwischen einer ersten Form, insbesondere zum Formen der Lichteinkoppelfläche, und zu mindest einer zweiten Form, insbesondere zum Formen der Lichtauskoppelfläche, zum Solarkonzentrator derart blankgepresst wird, dass der Außenrand unter vollständigem Formenkontakt blankgepresst wird.

[0030] In vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung wird eine der Lichtauskoppelfläche zugewandte Oberfläche des Tragrahmens mittels eines ersten Formteils der zweiten Form und mittels eines zweiten Formteils der zweiten Form blankgepresst. Dabei ist insbesondere vorgesehen, dass mittels des ersten Formteils und des zweiten Formteils in die der Lichtauskoppelfläche zugewandte Oberfläche des Tragrahmens eine Stufe gepresst wird. In weiterhin vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung umschließt das erste Formteil das zweite Formteil, insbesondere zumindest teilweise. In weiterhin vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung wird die Lichtauskoppelfläche mittels zumindest eines dritten Formteils der zweiten Form blankgepresst. In weiterhin vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung umschließt das erste Formteil das dritte Formteil, insbesondere zumindest teilweise. Beim Pressen ist insbesondere vorgesehen, dass die erste Form und die zweite Form (zueinander positioniert und) aufeinander zugefahren werden. Dabei kann die erste Form auf die zweite Form und/oder die zweite Form auf die erste Form zubewegt werden. Die erste Form und die zweite Form werden insbesondere solange aufeinander zubewegt, bis sie sich berühren bzw. eine geschlossene Gesamtform bilden. In weiterhin vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung berührt nach dem Zufahren der Form bzw. beim Pressen die erste Form das erste Formteil. In weiterhin vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung weist die zweite Form im Bereich, der den Übergang zwischen der Lichtauskoppelfläche und der Lichtdurchleitteil-Oberfläche formt, einen Spalt, insbesondere einen umlaufenden Spalt, insbesondere einen Ringspalt, auf. In weiterhin vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung weist der Spalt eine Breite zwischen 10 µm und 40 µm auf. In weiterhin vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung wird der Unterdruck in dem Spalt erzeugt.

[0031] In weiterhin vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung wird die Lichtauskoppelfläche blankgepresst. Es ist insbesondere vorgesehen, dass das transparente Material als flüssiges Glas geschnitten und insbesondere so in der zweiten Form positioniert wird, dass die Schnittnarbe außerhalb des optischen Bereichs liegt. Beim Pressen ist insbesondere vorgesehen, dass die erste Form und die zweite Form (zueinander positioniert und) aufeinander zugefahren werden. In weiterhin vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung beträgt der Unterdruck zumindest 0,5 bar. Der Unterdruck entspricht in weiterhin vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung insbesondere Vakuum. In weiterhin vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung besitzt das transparente Material unmittelbar vor dem Pressen eine Viskosität von nicht mehr als $10^{4,5}$ dPas.

[0032] In weiterhin vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung wird der Solarkonzentrator nach dem Blankpressen mittels eines in der ersten Form erzeugten Unterdrucks aus der zweiten Form gezogen. In weiterhin vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung wird der Solarkonzentrator danach hängend gekühlt. Das Kühlen kann aktiv, insbesondere durch Zuführung eines Kühlmittels, erfolgen oder passiv durch Abwarten, bis sich die gewünschte Viskosität bzw. Temperatur einstellt. Das hängende Abkühlen dauert insbesondere zumindest 5 Sekunden. Danach ist insbesondere vorgesehen, dass der Solarkonzentrator auf einer geeigneten Unterlage auf einem Kühlband gekühlt wird.

[0033] Vorgenannte Aufgabe wird zudem durch ein Verfahren zum Herstellen eines Solarmoduls gelöst, wobei ein vorgenannter Solarkonzentrator mit seiner Lichtauskoppelfläche mit einem Photovoltaikelement verbunden und/oder fest zu einem Photovoltaikelement ausgerichtet wird.

[0034] Bei einem vorteilhaften Verfahren zum Erzeugen elektrischer Energie wird in die Lichteinkoppelfläche eines Solarkonzentrators eines vorgenannten Solarmoduls Sonnenlicht eingekoppelt. Bei einem weiteren vorteilhaften Verfahren zum Erzeugen elektrischer Energie wird in die Lichteinkoppelfläche eines vorgenannten Solarkonzentrators Sonnenlicht eingekoppelt.

[0035] Die Erfindung erlaubt es, insbesondere den Schrumpf von dem Lichtdurchleitteil zu vermindern bzw. in den Tragrahmen zu verlagern. Darüber hinaus ist es möglich, auch bei geringen Schwankungen der Menge des zugeführten transparenten Materials eine blankgepresste Lichtauskoppelfläche zu erzielen. Mittels der Erfindung ist es insbesondere möglich, einen Solarkonzentrator in einem Pressschritt fertigzustellen, was bei hoher Qualität eines solchen Solarkonzentrators zu einer Kostenreduktion für dessen Herstellung führt.

[0036] Vorteile und Einzelheiten ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen. Dabei zeigen:

- [0037]** Fig. 1 einen bekannten Solarkonzentrator in einer perspektivischen Darstellung,
- [0038]** Fig. 2 den Solarkonzentrator gemäß Fig. 1 in einer Querschnittsdarstellung,
- [0039]** Fig. 3 ein Verfahren zum Herstellen eines Solarkonzentrators,
- [0040]** Fig. 4 ein Ausführungsbeispiel für einen erfindungsgemäßen Solarkonzentrator,
- [0041]** Fig. 5 einen vergrößerten Ausschnitt des Solarkonzentrators gemäß Fig. 4,
- [0042]** Fig. 6 ein Ausführungsbeispiel einer Form zum Formen des Solarkonzentrators gemäß Fig. 4,
- [0043]** Fig. 7 ein alternatives Ausführungsbeispiel einer Form zum Formen des Solarkonzentrators gemäß Fig. 4,
- [0044]** Fig. 8 ein weiteres alternatives Ausführungsbeispiel einer Form zum Formen des Solarkonzentrators gemäß Fig. 4,
- [0045]** Fig. 9 ein weiteres alternatives Ausführungsbeispiel einer Form zum Formen des Solarkonzentrators gemäß Fig. 4,
- [0046]** Fig. 10 ein weiteres alternatives Ausführungsbeispiel einer Form zum Formen des Solarkonzentrators gemäß Fig. 4,
- [0047]** Fig. 11 ein Ausführungsbeispiel für ein Solarmodul mit einem erfindungsgemäßen Solarkonzentrator,
- [0048]** Fig. 12 ein alternatives Ausführungsbeispiel für einen erfindungsgemäßen Solarkonzentrator und
- [0049]** Fig. 13 den Solarkonzentrator gemäß Fig. 12 in einer Draufsicht,
- [0050]** Fig. 14 ein weiteres alternatives Ausführungsbeispiel für einen erfindungsgemäßen Solarkonzentrator und
- [0051]** Fig. 15 den Solarkonzentrator gemäß Fig. 14 in einer Draufsicht.

[0052] Fig. 3 zeigt ein Verfahren zur Herstellung des Solarkonzentrators 1 gemäß Fig. 4, wobei der Solarkonzentrator 1 in Fig. 4 in einer Querschnittsdarstellung abgebildet ist. Der Solarkonzentrator 1 ist ein einstückiges Teil aus Glas, das

0,2 bis 2 Gew.-% Al_2O_3 ,
0,1 bis 1 Gew.-% Li_2O ,
0,3, insbesondere 0,4, bis 1,5 Gew.-% Sb_2O_3 ,

60 bis 75 Gew.-% SiO₂,
3 bis 12 Gew.-% Na₂O,
3 bis 12 Gew.-% K₂O und
3 bis 12 Gew.-% CaO

umfasst. Der Solarkonzentrator 1 umfasst eine Lichteinkoppelfläche 2 und eine blankgepresste Lichtauskoppelfläche 3 sowie einen zwischen der Lichteinkoppelfläche 2 und der Lichtauskoppelfläche 3 angeordneten, sich in Richtung der Lichtauskoppelfläche 3 verjüngenden, Lichtdurchleitteil 4. Bezugszeichen 5 bezeichnet eine Lichtdurchleitteil-Oberfläche, die den Lichtdurchleitteil 4 zwischen der Lichteinkoppelfläche 2 und der Lichtauskoppelfläche 3 begrenzt. Dabei geht die Lichtdurchleitteil-Oberfläche 5 - wie detailliert in Fig. 5 dargestellt - mit einer Krümmung 8 in die Lichtauskoppelfläche über, deren Krümmungsradius in etwa 0,1 mm beträgt. Der Solarkonzentrator 1 weist zudem einen Tragrahmen 61 mit einem blankgepressten Außenrahmen 62 auf. Darüber hinaus weist der Tragrahmen eine der Lichtauskoppelfläche 3 zugewandte Oberfläche 63 mit einer Stufe 64 auf.

[0053] Das in Fig. 3 dargestellte Verfahren beginnt mit einem Schritt 201, bei dem ein Tropfen transparenten Materials am Auslauf eines Spenders abgeschnitten wird. Dazu wird eine in Fig. 6 dargestellte Teilform 10 unter dem Auslauf positioniert, sodass der Tropfen direkt in die Teilform 10 gelangt bzw. fällt. Es kann vorgesehen sein, dass der Tropfen geschnitten wird und in die Teilform 10 fällt oder während des Fließens durch die Teilform 10 aufgenommen und dann geschnitten wird. Die Teilform 10 ist ein Ausführungsbeispiel für eine zweite Teilform im Sinne der Ansprüche.

[0054] Die Teilform 10 umfasst ein Formteil 15, ein Formteil 11 zum Formen der Lichtdurchleitteil-Oberfläche 5 und ein Formteil 12 zum Formen der Lichtauskoppelfläche 3, wobei das Formteil 15 das Formteil 11 und das Formteil 12 umgibt. Das Formteil 15 ist ein Ausführungsbeispiel für ein erstes Formteil im Sinne der Ansprüche. Das Formteil 11 ist ein Ausführungsbeispiel für ein zweites Formteil im Sinne der Ansprüche und das Formteil 12 ist ein Ausführungsbeispiel für ein drittes Formteil im Sinne der Ansprüche. Die Teilform 10 umfasst darüber hinaus eine Auflage 14 für die Teilform 12. Die Teilform 12 umfasst einen Dorn, der von der Teilform 11 umgeben ist, wobei zwischen dem Dorn der Teilform 12 und der Teilform 11 ein umlaufender Spalt 17 gebildet ist.

[0055] Dem Schritt 201 folgt ein Schritt 202, indem in dem Spalt 17 ein Unterdruck erzeugt wird, sodass das transparente Material in die Teilform 10 gezogen wird. Es folgt ein Schritt 203, in dem das flüssige Material für eine Dauer zwischen $0,02 t_{T_g}$ und $0,15 t_{T_g}$ abgekühlt wird, wobei t_{T_g} die Zeit ist, die unter den Bedingungen des aktiven oder passiven Kühlens notwendig ist, bis jeder Bereich des transparenten Materials eine Temperatur gleich oder unterhalb der Transformationstemperatur T_g erreicht hat. Im Zuge der Schritte 202 und 203 oder danach wird die Teilform 10 in einer Pressvorrichtung positioniert. Es folgt ein optionaler Schritt 204, in dem die einer Teilform 18 zugewandte Oberfläche des transparenten Materials, die nach dem Pressen die Lichteinkoppelfläche 2 bildet, zum Beispiel durch Feuerpolitur erwärmt wird.

[0056] Es folgt ein Schritt 205, in dem das transparente Material zwischen der Teilform 10 und der Teilform 16 zu dem Solarkonzentrator 1 blankgepresst wird. Dabei ist vorgesehen, dass der Außenrand 62 des Tragrahmens 61 unter vollständigem Formkontakt blankgepresst wird. Die Teilform 16 und das Formteil 15 werden in Kontakt gebracht. Die Stufe 64 wird durch einen Versatz zwischen dem Formteil 15 und dem Formteil 11 geformt.

[0057] Es folgt ein Schritt 206, in dem die durch die Teilform 10 und die Teilform 16 gebildete Form geöffnet wird. Dazu wird zum Beispiel die Teilform 16 nach oben bewegt. Es ist vorgesehen, dass in der Teilform 16 ein Unterdruck erzeugt wird, sodass der fertig gepresste Solarkonzentrator 1 mit der Teilform 16 aus der Teilform 10 bewegt wird. Anschließend kann vorgesehen sein, dass bestimmte Bereiche des Solarkonzentrators 1 mit Kaltluft angeblasen werden, alternativ oder zusätzlich kann vorgesehen werden, dass die Lichtdurchleitteil-Oberfläche 5 beheizt wird.

[0058] Es ist ein optionaler Schritt 207 vorgesehen, in dem der Solarkonzentrator 1 heiß beschichtet wird. Zudem ist in einem optionalen Schritt 208 eine optische Inspektion des Solarkonzentrators 1 vorgesehen. Es folgt ein Schritt 209, in dem der Solarkonzentrator 1 einer Kühlbahn übergeben und auf dieser gezielt abgekühlt wird.

[0059] Fig. 7 zeigt eine alternative Ausgestaltung einer Teilform 10' zur Verwendung anstelle der Teilform 10, wobei gleiche Bezugszeichen wie in Fig. 6 gleiche bzw. gleichartige Elemente bezeichnen. Die Teilform 10' fasst unter anderem eine Teilform 111 zum Formen der Lichtdurchleitteil-Oberflächen 5 sowie ein Formteil 121 zum Formen der Lichtauskoppelfläche 3. Das Formteil 111 ist ein Ausführungsbeispiel für ein zweites Formteil im Sinne der Ansprüche und das Formteil 121 ist ein Ausführungsbeispiel für ein drittes Formteil im Sinne der Ansprüche. In dem Formteil 121 können Kanäle angeordnet sein, mittels deren ein Unterdruck erzeugt werden kann, mittels dessen das transparente Material in die Teilform 10' gezogen wird.

[0060] Fig. 8 zeigt ein weiteres alternatives Ausführungsbeispiel einer Teilform 10" zur alternativen Verwendung anstelle der Teilform 10 bzw. der Teilform 10', wobei gleiche Bezugszeichen wie in Fig. 6 bzw. Fig. 7 gleiche bzw. gleichartige Elemente bezeichnen. Anstelle des Formteils 121 umfasst die Teilform 10" ein Formteil 132 zum Formen der Lichtauskoppelfläche 3. Das Formteil 132 ist ein Ausführungsbeispiel für ein drittes Formteil im Sinne der Ansprüche. Das Formteil 132 ist entsprechend dem Formteil 12 ausgestaltet und umfasst einen Dorn, der von einem Formteil 131 umschlossen ist, sodass sich ein dem Spalt 17 entsprechender Spalt 172 bildet.

[0061] Fig. 9 zeigt ein weiteres alternatives Ausführungsbeispiel einer Teilform 10"" zur alternativen Verwendung anstelle der Teilform 10 bzw. der Teilform 10' bzw. der Teilform 10", wobei gleiche Bezugszeichen wie in Fig. 6 bzw. Fig. 7 bzw. Fig. 8 gleiche bzw. gleichartige Elemente bezeichnen. Anstelle des Formteils 121 umfasst die Teilform 10"" ein Formteil 141 zum Formen der Lichtauskoppelfläche 3. Das Formteil 141 ist ein Ausführungsbeispiel für ein drittes Formteil im Sinne der Ansprüche. Zwischen dem Formteil 111 und Formteil 141 sind Kanäle 174 gebildete, mittels deren ein Unterdruck erzeugt werden kann, mittels dessen das transparente Material in die Teilform 10"" gezogen wird.

[0062] Fig. 10 zeigt ein weiteres alternatives Ausführungsbeispiel einer Teilform 10"" zur alternativen Verwendung anstelle der Teilform 10, der Teilform 10', der Teilform 10" bzw. der Teilform 10", wobei gleiche Bezugszeichen wie in Fig. 6, Fig. 7, Fig. 8 bzw. Fig. 9 gleiche bzw. gleichartige Elemente bezeichnen. Anstelle des Formteils 121 umfasst die Teilform 10"" eine Stützplatte 152 sowie eine zwischen der Stützplatte 152 und der Teilform 111 angeordnete Platte 151. Die Platte 151 kann auch eine Folie sein. Die Platte 151 umfasst eine Perforation 153. Die Perforation 153 umfasst im vorliegenden Ausführungsbeispiel auf dem Umfang eines Quadrates angeordnete Löcher in der Platte 151, die in einem Abstand von etwa 200 µm voneinander angeordnet sind und einen Öffnungsquerschnitt von 50 µm aufweisen. Die Löcher der Perforation 153 sind insbesondere mittels Laserperforation hergestellt. Mittels der Platte 151 wird die Lichtauskoppelfläche 3 geformt, wobei die Löcher der Perforation 153 am Rand der Lichtauskoppelfläche 3 bzw. etwas außerhalb der Lichtauskoppelfläche 3 angeordnet sind, sodass die geometrische Figur der Perforation 153 zwar gleich der geometrischen Figur der Lichtauskoppelfläche 3 ist, jedoch etwas größer als diese.

[0063] Die Stützplatte 152 umfasst auf ihrer der Platte 151 zugewandten Seite einen umlaufenden Kanal 154, in den die Löcher der Perforation 153 münden. Über Bohrungen 155, die in dem umlaufenden Kanal 154 münden, wird in dem umlaufenden Kanal 154 und damit in den Löchern der Perforation 153 ein Unterdruck im Bereich des Vakuums erzeugt. Durch diesen Unterdruck wird das transparente Material bzw. das flüssige Glas in die Teilform 10"" gezogen.

[0064] Fig. 11 zeigt ein Ausführungsbeispiel für ein Solarmodul 40 mit einem erfindungsgemäßen Solarkonzentrator 1. Das Solarmodul 40 umfasst einen Kühlkörper 41, auf dem ein Fotovoltaikelement 42 und eine Halterung 44 für den Solarkonzentrator 1 angeordnet sind. Die Lichtauskoppelfläche 3 ist mittels einer Klebeschicht 43 mit dem Fotovoltaikelement 42 verbunden. Das Solarmodul 40 umfasst zudem einen als Fresnellinse ausgestalteten Primär-Solarkonzentrator 1.

rator 45 zur Ausrichtung von Sonnenlicht 50 auf die Lichteinkoppelfläche 2 des als Sekundär-Solarkonzentrator angeordneten bzw. ausgestalteten bzw. vorgesehenen Solarkonzentrators 1. Das über die Lichteinkoppelfläche 2 in den Solarkonzentrator 1 eingeleitete Sonnenlicht tritt über die Lichtauskoppelfläche 3 des Solarkonzentrators 1 aus und trifft auf das Photovoltaikelement 42.

[0065] Fig. 12 und Fig. 13 zeigen einen alternativ ausgestalteten Solarkonzentrator 1', wobei Fig. 12 eine Querschnittsdarstellung entlang der Schnittlinie A-A in Fig. 13 zeigt, die eine Draufsicht auf den Solarkonzentrator 1' zeigt. In Abweichung vom Solarkonzentrator 1 umfasst der Solarkonzentrator 1' unter anderem eine Lichteinkoppelfläche 2', die als Freiform ausgestaltet ist. Der Solarkonzentrator 1' umfasst zudem eine blankgepresste Lichtauskoppelfläche 3' sowie einen zwischen der Lichteinkoppelfläche 2' und der Lichtauskoppelfläche 3' angeordneten, sich in Richtung der Lichtauskoppelfläche 3' verjüngenden, Lichtdurchleitteil 4'. Bezugszeichen 5' bezeichnet eine Lichtdurchleitteil-Oberfläche, die den Lichtdurchleitteil 4' zwischen der Lichteinkoppelfläche 2' und der Lichtauskoppelfläche 3' begrenzt. Der Solarkonzentrator 1' umfasst zudem einen Tragrahmen 61' mit einem kreisrunden Außenrand.

[0066] Fig. 14 und Fig. 15 zeigen einen alternativ ausgestatteten Solarkonzentrator 1'', wobei Fig. 14 eine Querschnittsdarstellung entlang der Schnittlinie A-A in Fig. 15 zeigt, die eine Draufsicht auf den Solarkonzentrator 1'' zeigt. In Abweichung vom Solarkonzentrator 1 umfasst der Solarkonzentrator 1'' unter anderem eine Lichteinkoppelfläche 2'', die als Freiform ausgestaltet ist. Zudem weist der Solarkonzentrator 1'' eine Lichtauskoppelfläche 3'', die durch eine umlaufende Nut 6'' begrenzt ist, sowie einen zwischen der Lichteinkoppelfläche 2'' und der Lichtauskoppelfläche 3'' angeordneten, sich in Richtung der Lichtauskoppelfläche 3'' verjüngenden, Lichtdurchleitteil 4'' auf. Bezugszeichen 5'' bezeichnet eine Lichtdurchleitteil-Oberfläche, die den Lichtdurchleitteil 4'' zwischen der Lichteinkoppelfläche 2'' und der Lichtauskoppelfläche 3'' begrenzt. Der Solarkonzentrator 1'' umfasst zudem einen Tragrahmen 61'' mit einem quadratischen Außenrand. Der Außenrand kann auch mehreckig, z.B. sechseckig, sein.

[0067] Die Elemente, Abmaße bzw. Winkel in den Figuren 4 bis 15 sind unter Berücksichtigung von Einfachheit und Klarheit und nicht notwendigerweise maßstabsgetreu gezeichnet. So sind z. B. die Größenordnungen einiger Elemente, Abmaße bzw. Winkel übertrieben gegenüber anderen Elementen, Abmaßen bzw. Winkeln dargestellt, um das Verständnis der Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung zu verbessern.

Patentansprüche

1. Solarkonzentrator (1) mit einem massiven Körper aus einem transparenten Material, der eine Lichteinkoppelfläche (2) und eine Lichtauskoppelfläche (3) umfasst, wobei der massive Körper zwischen der Lichteinkoppelfläche (2) und der Lichtauskoppelfläche (3) einen Tragrahmen (61) sowie einen, insbesondere sich in Richtung der Lichtauskoppelfläche (3) verjüngenden, Lichtdurchleitteil (4) umfasst, der vorteilhafterweise zwischen der Lichteinkoppelfläche (2) und der Lichtauskoppelfläche (3) durch eine Lichtdurchleitteil-Oberfläche (5) begrenzt ist, und wobei der Tragrahmen (61) einen unter vollständigem Formenkontakt blankgepressten bzw. vollständig blankgepressten Außenrand (62) umfasst.
2. Solarkonzentrator (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Lichtauskoppelfläche (3) blankgepresst ist.
3. Solarkonzentrator (1) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Tragrahmen (61) eine der Lichtauskoppelfläche (3) zugewandte Fläche (63) mit einer Stufe (64) umfasst.
4. Solarkonzentrator (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Lichtdurchleitteil-Oberfläche (5) mit einer stetigen ersten Ableitung in die konvexe Lichtauskoppelfläche (3) übergeht.
5. Solarkonzentrator (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Lichtdurchleitteil-Oberfläche (5) mit einer Krümmung in die Lichtauskoppelfläche (3) übergeht, deren Krümmungsradius nicht größer ist als 0,25 mm.
6. Solarkonzentrator (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Krümmungsradius größer ist als 0,04 mm.
7. Solarmodul (40), **dadurch gekennzeichnet**, dass es einen Solarkonzentrator (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche umfasst, wobei der Solarkonzentrator (1) mit seiner Lichtauskoppelfläche (3) mit einem Photovoltaikelement (42) verbunden, insbesondere verklebt, ist.
8. Solarmodul (40) nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass es einen Kühlkörper (41) umfasst, auf dem das Photovoltaikelement (42) angeordnet ist.
9. Solarmodul (40) nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass auf dem Kühlkörper (41) eine Halterung (44) für den Solarkonzentrator (1) angeordnet ist.
10. Solarmodul (40) nach Anspruch 7 oder 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass es eine Halterung (44) für den Solarkonzentrator (1) umfasst.
11. Solarmodul (40) nach Anspruch 9 oder 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Halterung (44) den Solarkonzentrator (1) am Tragrahmen (61) fixiert.
12. Solarmodul (40) nach einem der Ansprüche 7 bis 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass es ein Linse (45) zur Ausrichtung von Sonnenlicht (50) auf die Lichteinkoppelfläche (2) des Solarkonzentrators (1) aufweist.
13. Verfahren zum Erzeugen elektrischer Energie, **dadurch gekennzeichnet**, dass in die Lichteinkoppelfläche (2) eines Solarkonzentrators (1) eines Solarmoduls (40) gemäß einem der Ansprüche 7 bis 12 Sonnenlicht (50) eingekoppelt wird.
14. Verfahren zum Herstellen eines Solarkonzentrators (1) aus einem transparenten Material nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass das transparente Material, zwischen einer ersten Form (16) zum Formen der Lichteinkoppelfläche (2) und zu mindest einer zweiten Form (10) zum Formen der Lichtauskoppelfläche (3) zum Solarkonzentrator (1) blankgepresst wird, wobei eine der Lichtauskoppelfläche (3) zugewandte Oberfläche (63) des Tragrahmens mittels eines ersten Formteils der zweiten Form (10) und mittels eines zweiten Formteils der zweiten Form (10) blankgepresst wird, wobei das erste Formteil das zweite Formteil, insbesondere zummindest teilweise, umschließt, und wobei die

Lichtauskoppelfläche (3) mittels zumindest eines dritten Formteils der zweiten Form (10) blankgepresst wird.

15. Verfahren nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet**, dass beim Pressen die erste Form das erste Formteil berührt.
16. Verfahren zum Herstellen eines Solarkonzentrators (1) aus einem transparenten Material nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass das transparente Material, zwischen einer ersten Form (16), insbesondere zum Formen der Lichteinkoppelfläche (2), und zumindest einer zweiten Form (10), insbesondere zum Formen der Lichtauskoppelfläche (3), zum Solarkonzentrator (1) derart blankgepresst wird, dass der Außenrand (62) unter vollständigem Formenkontakt blankgepresst wird.
17. Verfahren nach Anspruch 16, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Lichtauskoppelfläche (3) blankgepresst wird.
18. Verfahren nach Anspruch 16 oder 17, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Solarkonzentrator (1) nach dem Blankpressen mittels eines in der ersten Form (16) erzeugten Unterdrucks aus der zweiten Form (10) gezogen wird.
19. Verfahren nach Anspruch 18, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Solarkonzentrator (1) danach hängend gekühlt wird.
20. Verfahren zum Herstellen eines Solarmoduls, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein gemäß einem Verfahren nach einem der Ansprüche 14 bis 19 hergestellter Solarkonzentrator (1) mit seiner Lichtauskoppelfläche (3) mit einem Photovoltaikelement verbunden und/oder fest zu einem Photovoltaikelement ausgerichtet wird.
21. Verfahren zum Erzeugen elektrischer Energie, **dadurch gekennzeichnet**, dass in die Lichteinkoppelfläche (2) eines Solarkonzentrators (1) eines gemäß einem Verfahren nach Anspruch 20 hergestellten Solarmoduls Sonnenlicht eingekoppelt wird.

Hierzu 10 Blatt Zeichnungen

1/10

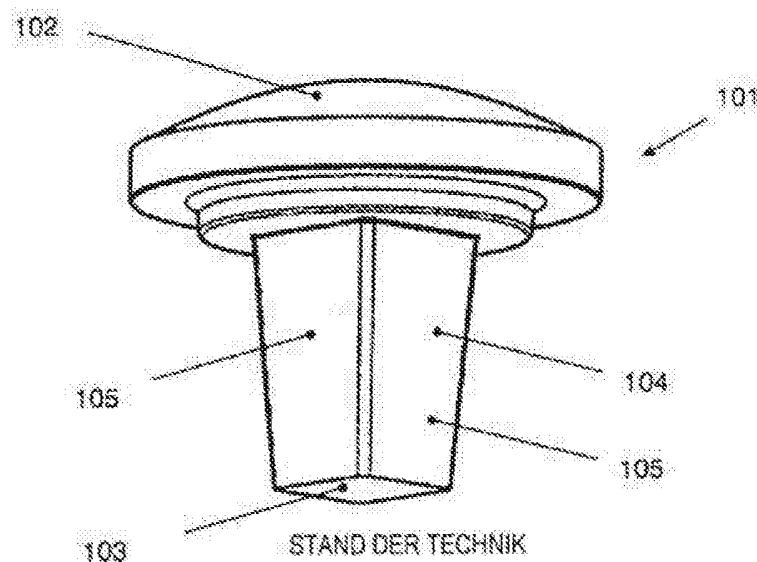
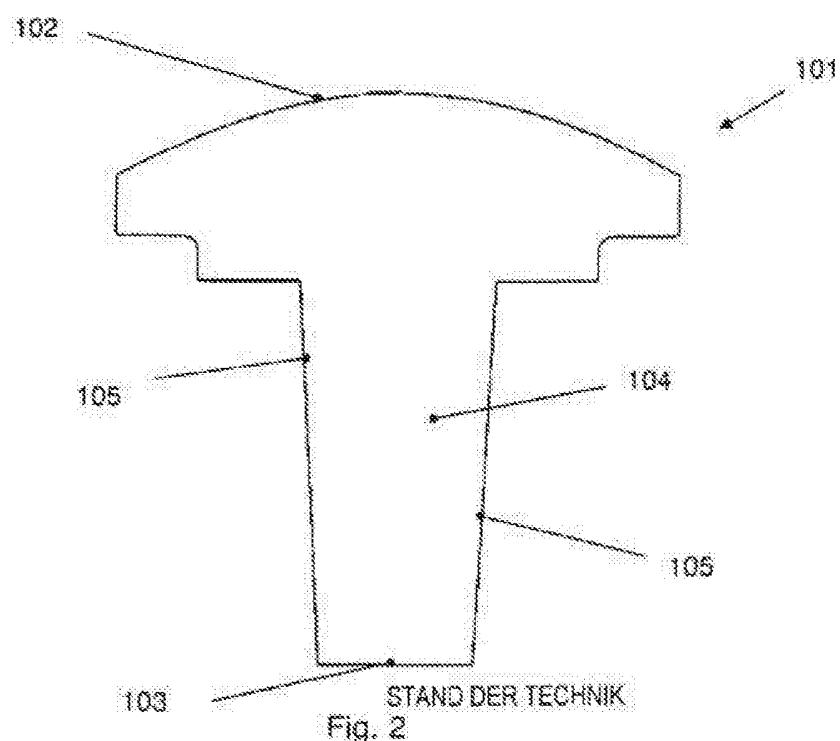


Fig. 1



2/10

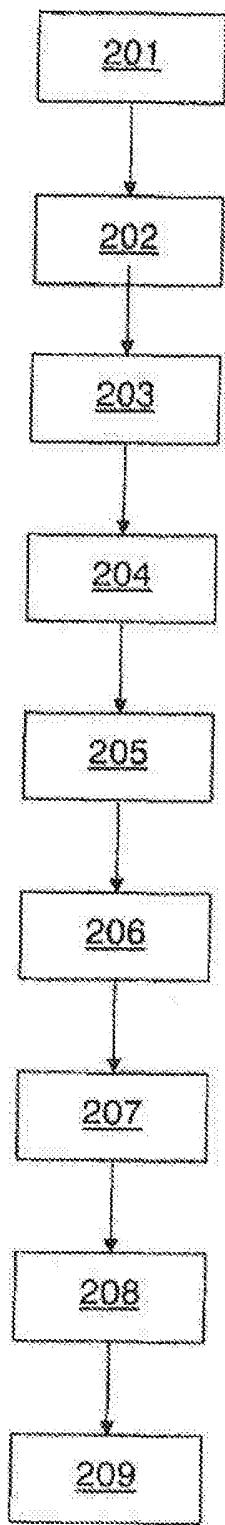


Fig. 3

3/10

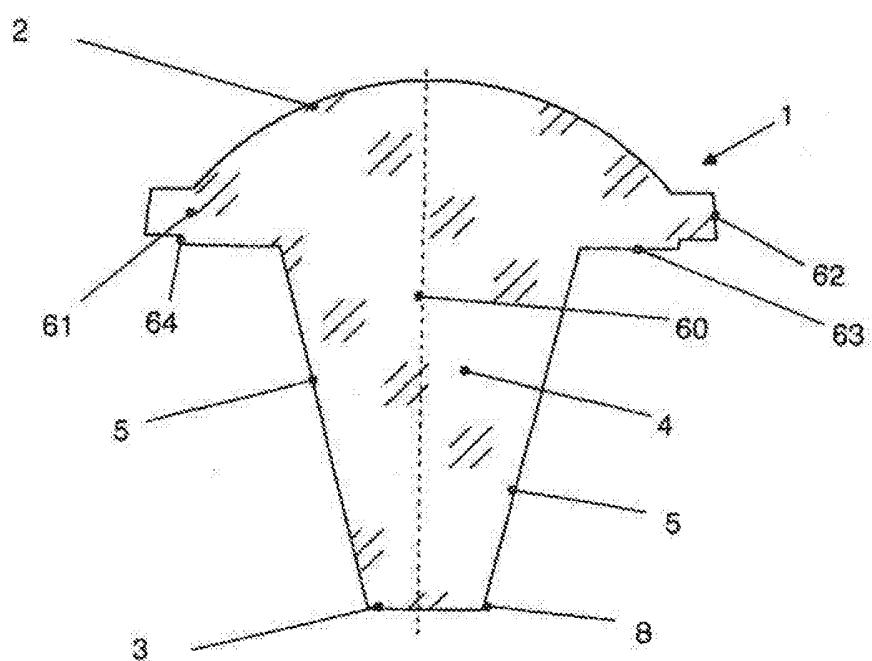


Fig. 4

4/10

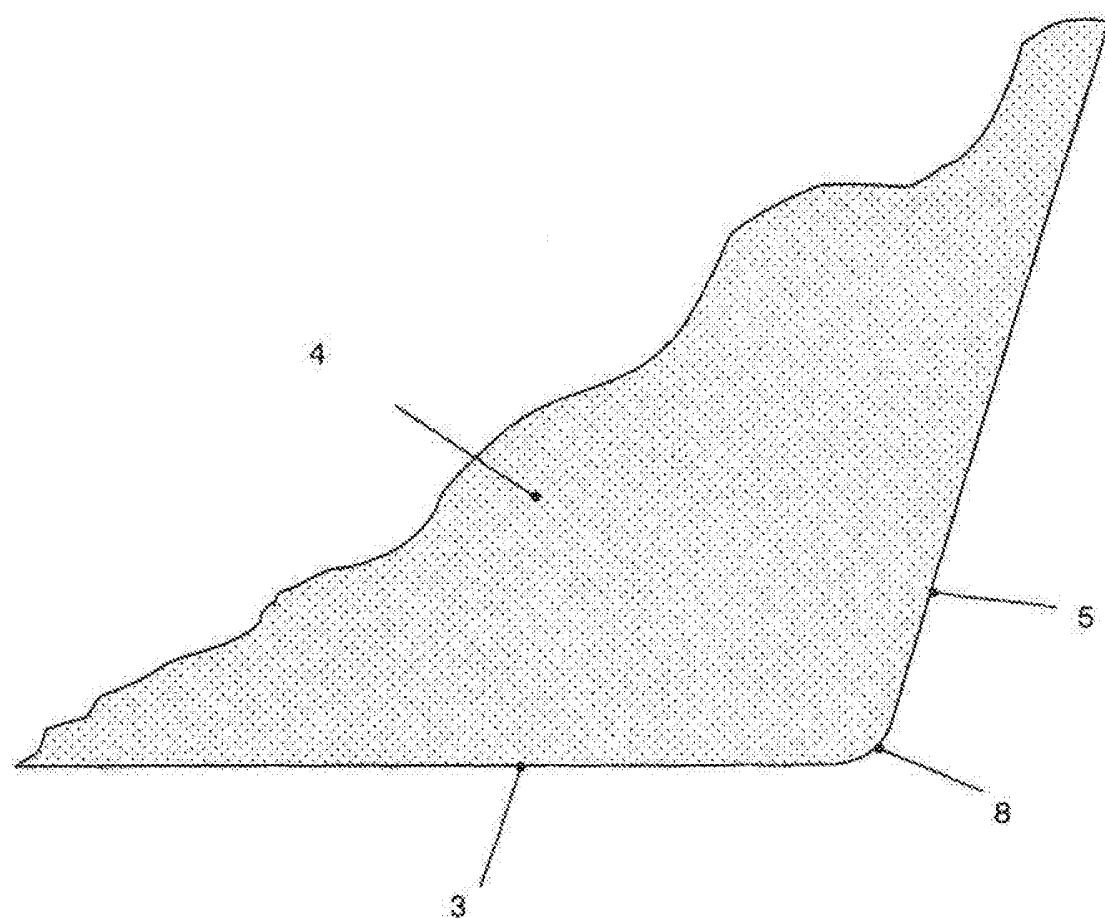


Fig. 5

5/10

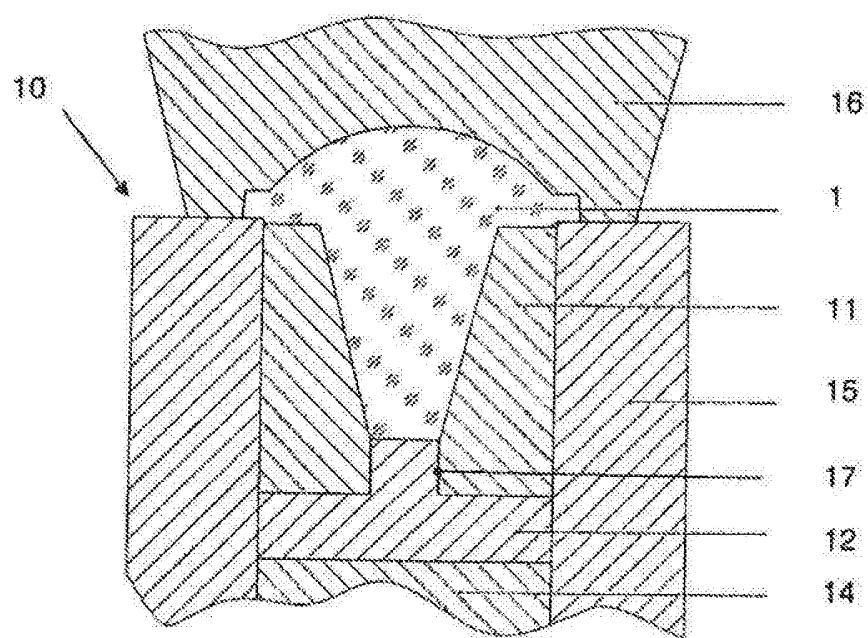


Fig. 6

6/10

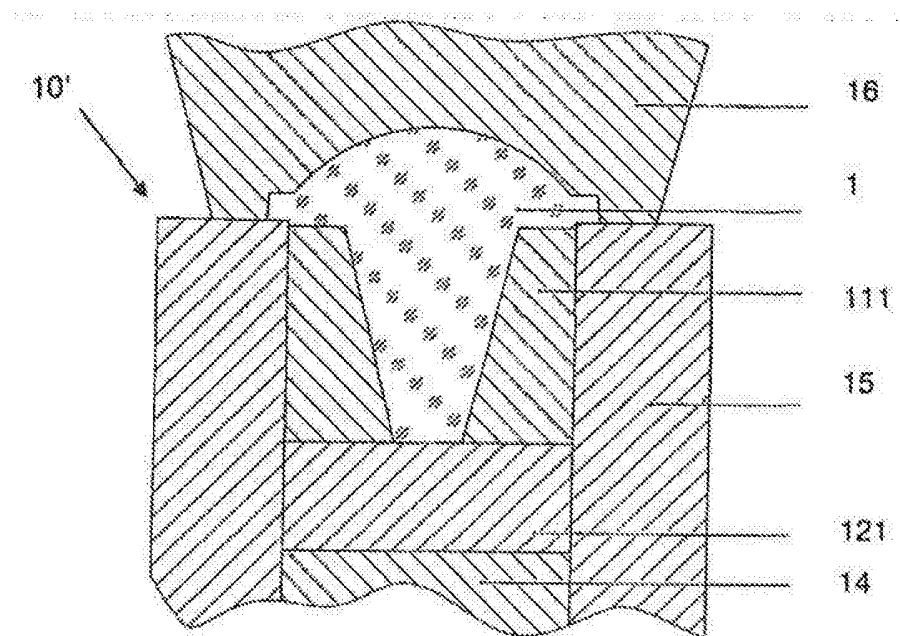


Fig. 7

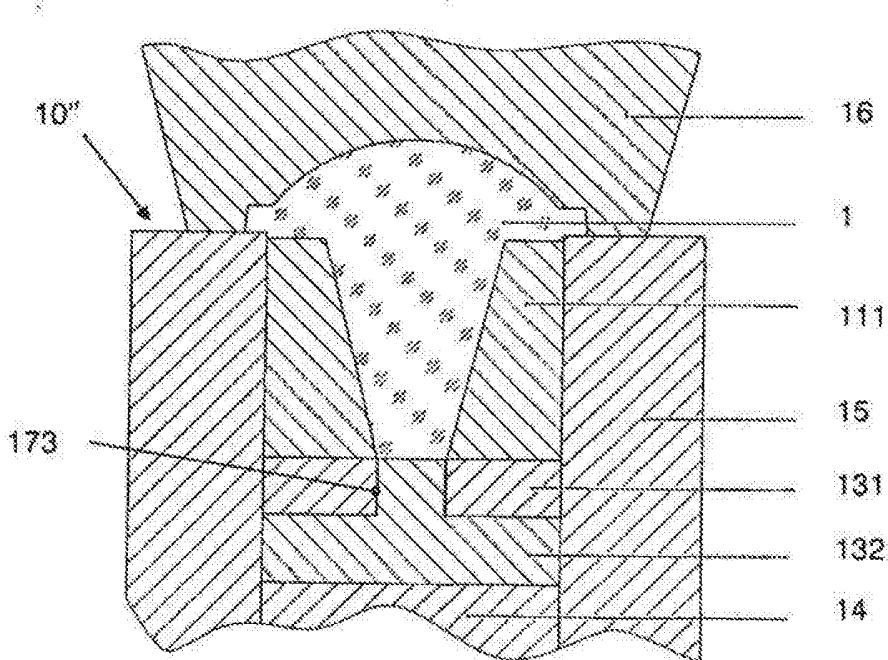


Fig. 8

7/10

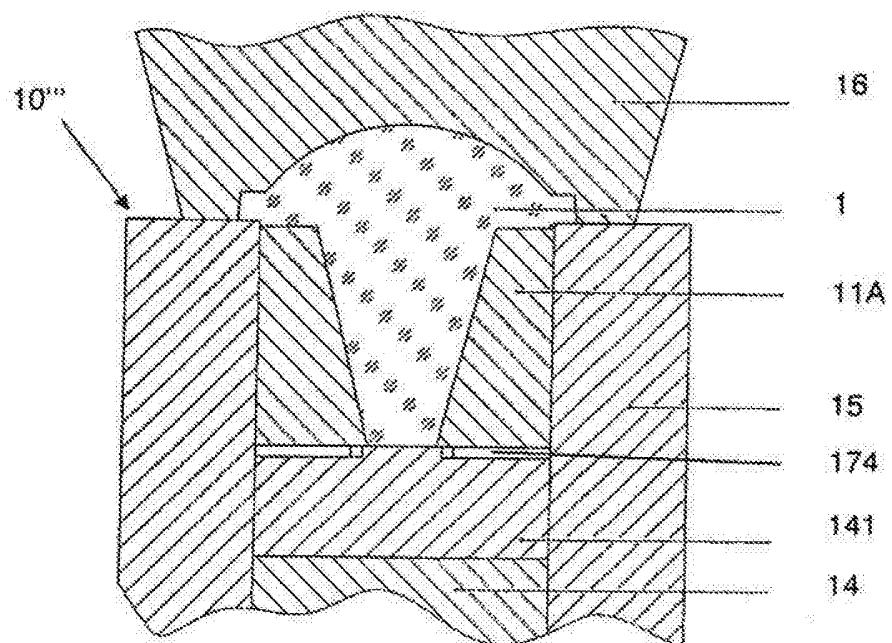


Fig. 9

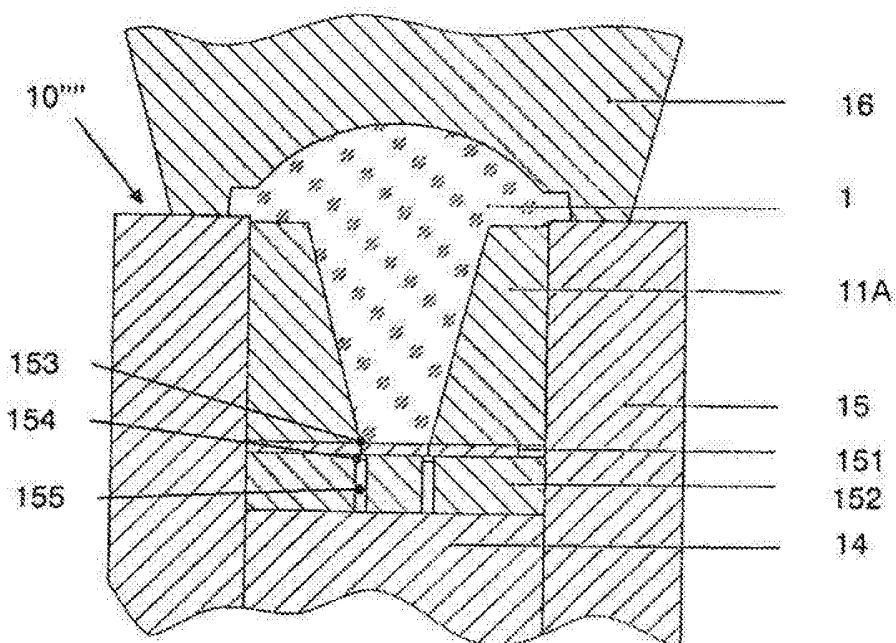


Fig. 10

8/10

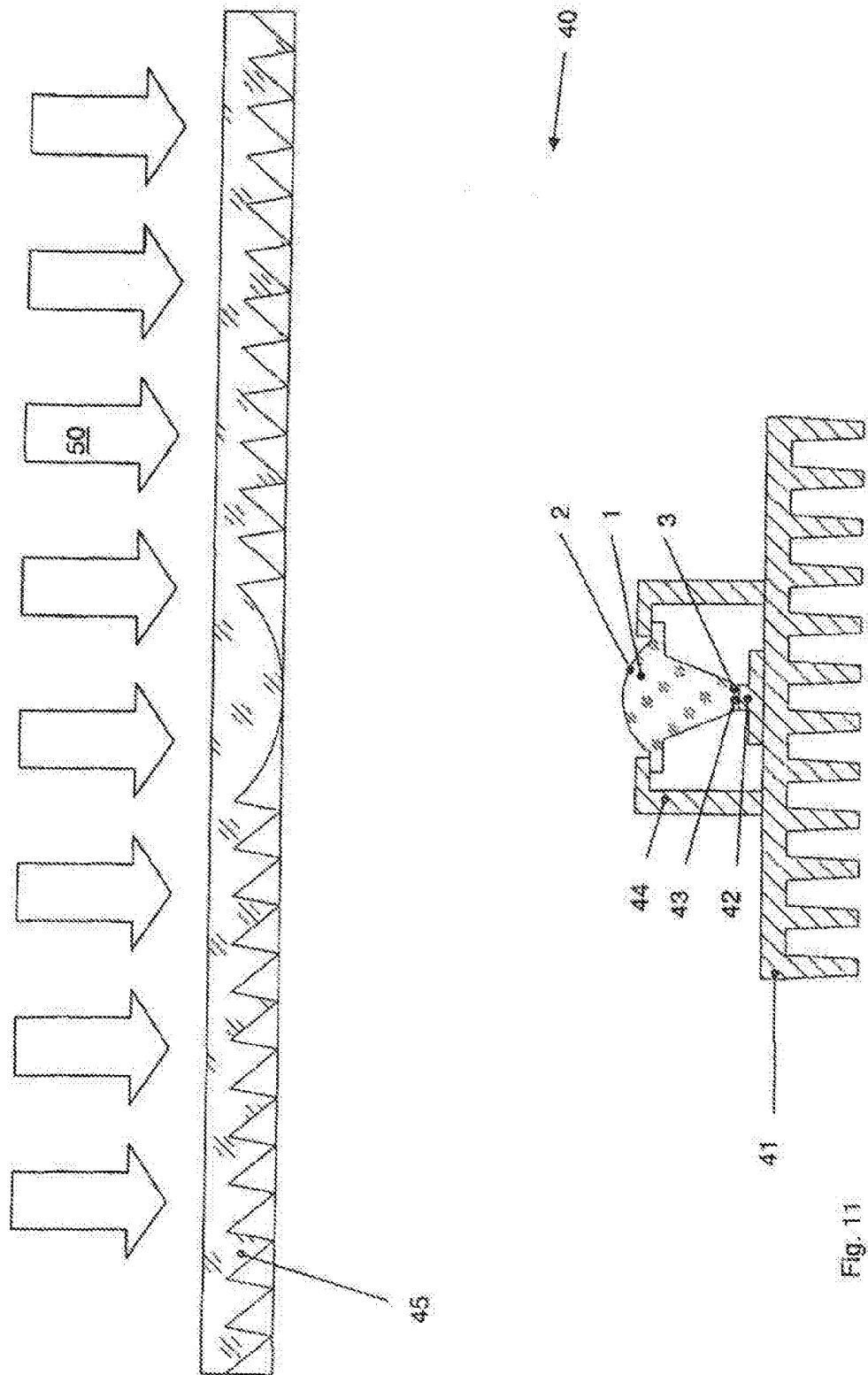


Fig. 11

9/10

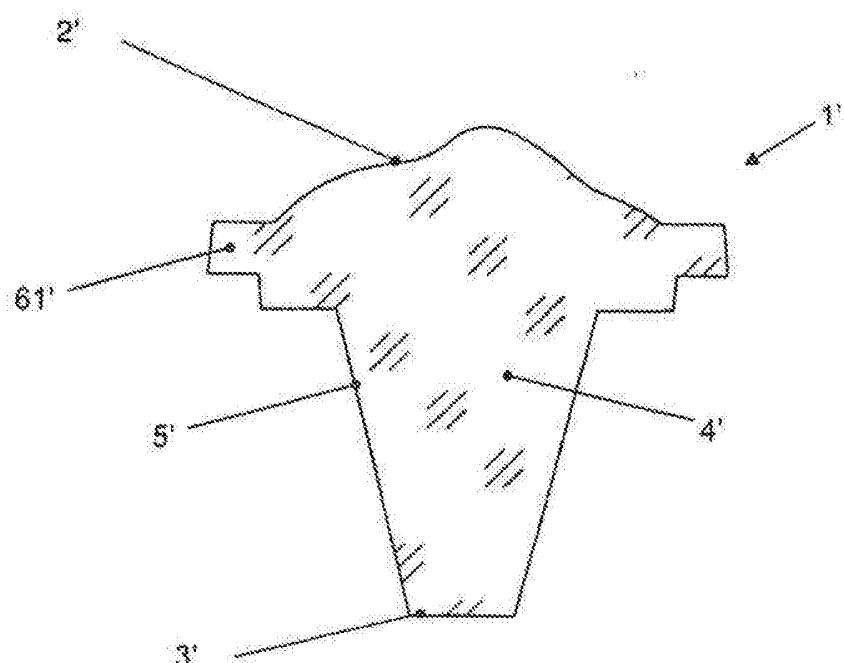


Fig. 12

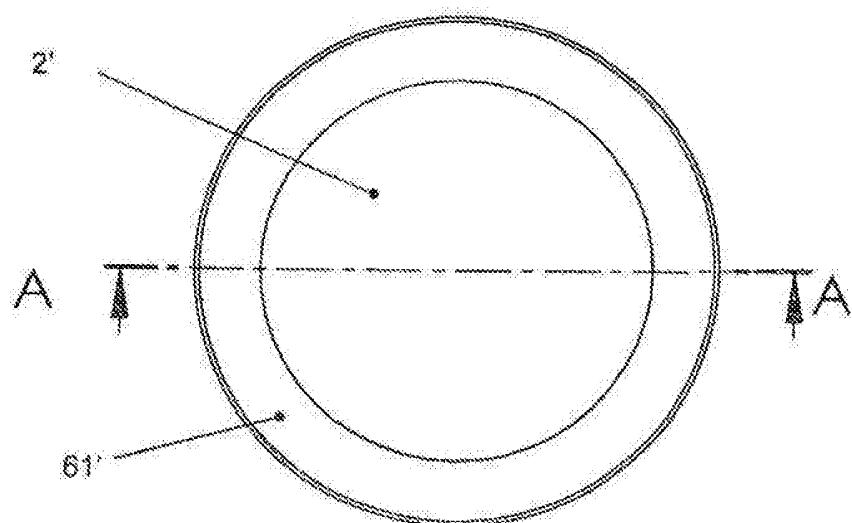


Fig. 13

10/10

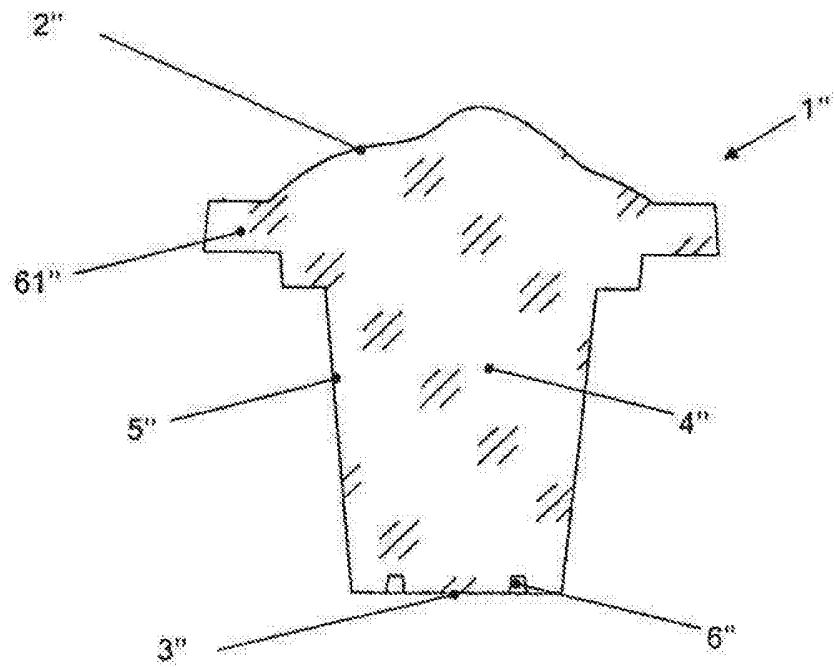


Fig. 14

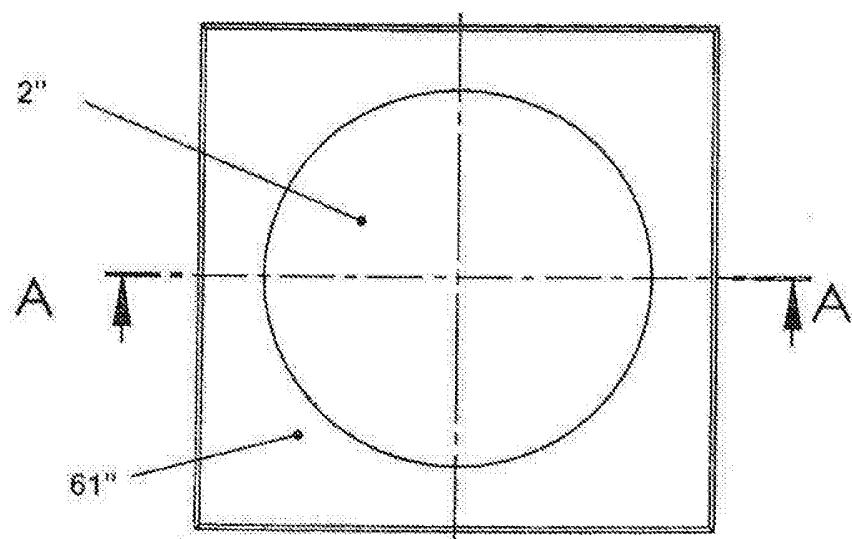


Fig. 15