

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК

H10F 19/00 (2025.01); H02S 40/22 (2025.01)

(21)(22) Заявка: 2024139857, 26.12.2024

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
26.12.2024Дата регистрации:  
24.07.2025

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 26.12.2024

(45) Опубликовано: 24.07.2025 Бюл. № 21

Адрес для переписки:

105005, Москва, вн.тер.г. Муниципальный  
округ Басманный, ул. 2-я Бауманская, 5, стр.  
1, МГТУ им. Н.Э. Баумана, Амелина Ксения  
Евгеньевна

(72) Автор(ы):

Сцепуро Никита Геннадьевич (RU),  
Ковалев Михаил Сергеевич (RU),  
Кудряшов Сергей Иванович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

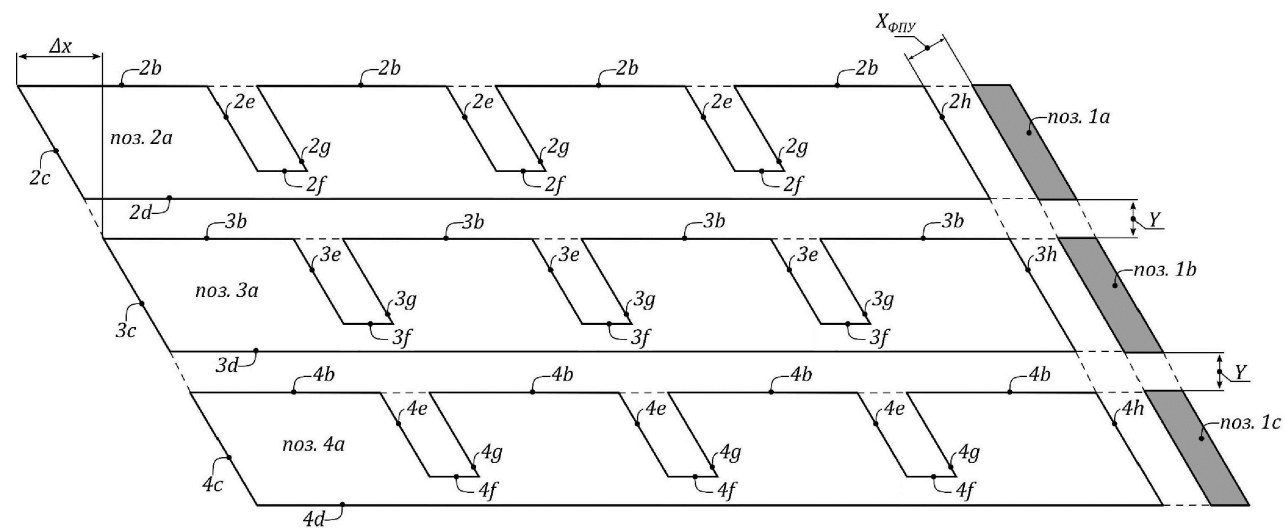
Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего  
образования "Московский государственный  
технический университет имени Н.Э.  
Баумана (национальный исследовательский  
университет)" (МГТУ им. Н.Э. Баумана) (RU)(56) Список документов, цитированных в отчете  
о поиске: US 20100116336 A1, 13.05.2010. RU  
2773716 C1, 08.06.2022. KZ 33562 B, 05.04.2019.  
US 8742250 B2, 03.06.2014. CN 101834548 A,  
15.09.2010.

## (54) УСТРОЙСТВО ДЛЯ ПРИЕМА И ПРЕОБРАЗОВАНИЯ СОЛНЕЧНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

(57) Реферат:

Изобретение относится к области фотовольтаики для создания концентрации солнечного излучения с высоким коэффициентом геометрической концентрации. Устройство для приема и преобразования солнечного излучения с показателем преломления  $n_0 = 1$  содержит фотоприемное устройство (спектральный диапазон 0,3-2,5 мкм) и приемный оптический блок с плоскопараллельной пластиной с взаимно параллельными торцевыми поверхностями под углом  $\beta = 43^\circ$  из материала с показателем преломления  $n_1(\lambda)$  (1,47-1,61), оптически прозрачного в диапазоне длин волн  $\lambda$  0,3-2,5 мкм, соединенной с фотоприемным устройством. В

пластине с одной из ее сторон параллельно торцевым поверхностям выполнены одинаковые вырезы прямоугольной формы шириной  $l$  и глубиной  $h$ , оси симметрии которых расположены на расстоянии  $x$  друг от друга, выбранном из условий. Технический результат - минимизация негативного влияния отклонения геометрических параметров устройства на коэффициент геометрической концентрации и угловую селективность, уменьшение габаритных размеров устройства в собранном состоянии, повышение коэффициента геометрической концентрации, упрощение процесса изготовления, сборки и монтажа устройства, повышение надежности конструкции устройства. 1 з.п. ф-лы, 6 ил.



Фиг. 1

RU 2844051 C1

RU 2844051 C1



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC

*H10F 19/00* (2025.01); *H02S 40/22* (2025.01)(21)(22) Application: **2024139857, 26.12.2024**

(24) Effective date for property rights:  
**26.12.2024**

Registration date:  
**24.07.2025**

Priority:

(22) Date of filing: **26.12.2024**(45) Date of publication: **24.07.2025** Bull. № 21

Mail address:

**105005, Moskva, vn.ter.g. Munitsipalnyj okrug  
Basmannyj, ul. 2-ya Baumanskaya, 5, str. 1, MGTU  
im. N.E. Baumana, Amelina Kseniya Evgenevna**

(72) Inventor(s):

**Stsepuro Nikita Gennadevich (RU),  
Kovalev Mikhail Sergeevich (RU),  
Kudriashov Sergei Ivanovich, (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Federalnoe gosudarstvennoe biudzhetnoe  
obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego  
obrazovaniia "Moskovskii gosudarstvennyi  
tekhnicheskii universitet imeni N.E. Baumana  
(natsionalnyi issledovatel'skii universitet)"  
(MGTU im. N.E. Baumana) (RU)**

(54) **DEVICE FOR RECEIVING AND CONVERTING SOLAR RADIATION**

(57) Abstract:

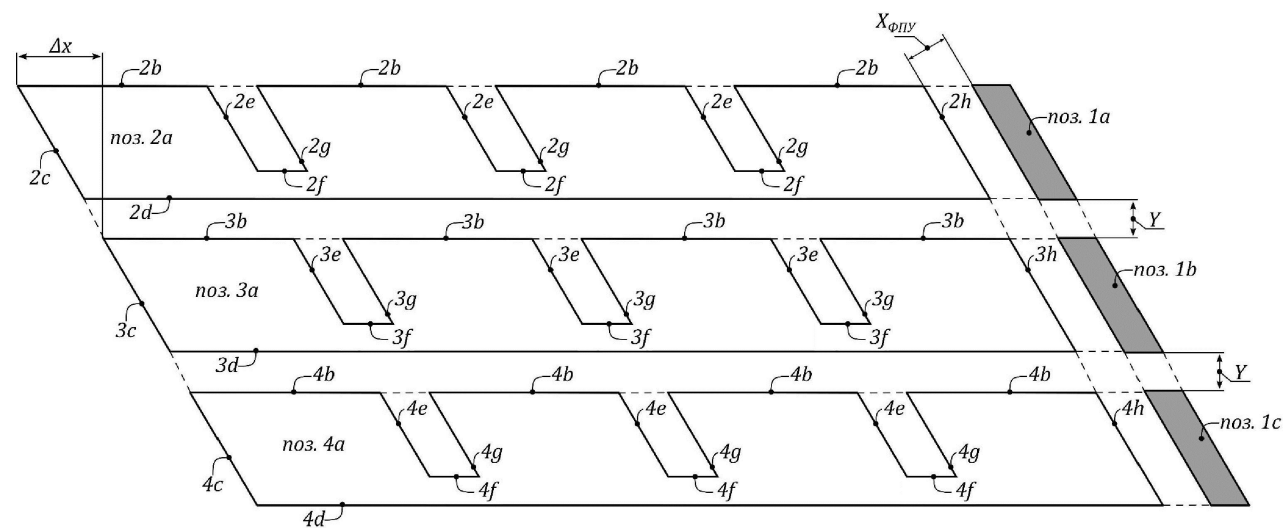
FIELD: physics.

SUBSTANCE: invention relates to photovoltaics for concentrating solar radiation with a high geometrical concentration factor. Device for receiving and converting solar radiation with refraction index  $n_0=1$  comprises a photodetector (spectral range 0.3-2.5 mcm) and receiving optical unit with plane-parallel plate with mutually parallel end surfaces at angle  $\beta=43^\circ$  from material with refraction index  $n_1(\lambda)$  (1.47-1.61), optically transparent in wavelength range  $\lambda$  0.3-2.5 mcm, connected to photodetector device. In plate on one of its sides in parallel to end surfaces there are

identical rectangular cuts with width  $l$  and depth  $h$ , axes of symmetry of which are located at distance  $x$  from each other, selected from conditions.

EFFECT: minimization of the device geometrical parameters deviation negative effect on the geometrical concentration coefficient and angular selectivity, reduced overall dimensions of device in assembled state, higher coefficient of geometrical concentration, simplified manufacturing process, assembly and installation of the device, increased reliability of the device design.

2 cl, 6 dwg



Фиг. 1

RU 2844051 C1

RU 2844051 C1

Изобретение относится к области фотовольтаики и может быть использовано для концентрации солнечного излучения с высоким коэффициентом геометрической концентрации в широком диапазоне длин волн.

Известно устройство для приема и преобразования солнечного излучения, которое перенаправляет электромагнитные волны, падающий на приемный оптический блок, в широком диапазоне их падения и концентрирует их на фотоприемное устройство (далее - ФПУ) без использования системы слежения (см. патентная заявка США US 2016372619 A1, МПК H01L 31/0547, опубл. 22.12.2016 [1]). В известном устройстве использован приемный оптический блок, принцип работы которого основан на условии полного внутреннего отражения и преломления вблизи критического угла для полного внутреннего отражения для того, чтобы удерживать электромагнитные волны внутри приемного оптического блока.

Известно устройство для приема и преобразования солнечного излучения, включающие в себя первичный приемный оптический блок в виде линзы и вторичный оптический блок в виде пластины с волноводными структурами, оптически связанный с первичным блоком (см. патентная заявка США US 2010116336 A1, МПК H01L 31/00, опубл. 13.05.2010 [2]). В известном устройстве электромагнитные волны фокусируются с помощью первичного приемного оптического блока на соответствующие волноводные структуры. Каждая такая структура перенаправляет сфокусированные электромагнитные волны в сторону выходной грани пластины по закону полного внутреннего отражения, в результате электромагнитные волны выводятся на ФПУ.

Основной недостаток известных из [1] и [2] устройств состоит в том, что структуры в приемных оптических блоках, отвечающие за транспортировку и направление электромагнитных волн, расположены таким образом, что после отражения волн от плоских поверхностей, они снова могут попасть на данные структуры, что, в свою очередь, ограничивает применение известных устройств.

Кроме этого, наличие двух оптических блоков в устройстве, известном из [2], увеличивает его масса-габаритные характеристики, что, в свою очередь, усложняет монтаж устройства.

Известное из [2] устройство принято в качестве ближайшего аналога заявленного устройства.

Техническая проблема, решаемая заявленным изобретением, состоит в создании устройства для приема и преобразования солнечного излучения, отличающегося большим геометрическим коэффициентом концентрации и большой угловой селективностью.

При этом достигается технический результат, заключающийся в:

- минимизации негативного влияния отклонения геометрических параметров устройства от требуемых на коэффициент геометрической концентрации и угловую селективность;
- минимизации негативного влияния показателя преломления материала устройства на коэффициент геометрической концентрации и угловую селективность;
- уменьшении габаритных размеров устройства в собранном состоянии за счет увеличения отношения его общей длины к толщине, что в свою очередь, повышает коэффициент геометрической концентрации;
- упрощении процесса изготовления, сборки и монтажа устройства;
- повышении надежности конструкции устройства.

На фиг. 1 показано схематичное изображение заявленного устройства, согласно частному варианту выполнения.

На фиг. 2 показано схематичное изображение распространения электромагнитной волны в одной плоскопараллельной пластине в составе устройства.

На фиг. 3 показано схематичное изображение заявленного устройства в сборе.

На фиг. 4 показана номограмма, определяющая выбор параметров

плоскопараллельной пластины в составе заявленного устройства.

На фиг. 5 показано схематичное изображение распространения электромагнитной волны в заявленном устройстве, согласно частному варианту выполнения.

На фиг. 6 показана гистограмма угловой селективности и геометрического коэффициента концентрации устройств для приема и преобразования солнечной энергии, изготовленных различными способами.

Техническая проблема решается, а указанный технический результат достигается в результате создания устройства для приема и преобразования солнечного излучения, предназначенного для использования в среде с показателем преломления  $n_0 = 1$ ,

содержащего, по меньшей мере, одно ФПУ, спектральный диапазон чувствительности которого находится в диапазоне от 0,3 до 2,5 мкм, и приемный оптический блок, содержащий, по меньшей мере, одну плоскопараллельную пластину с взаимно параллельными торцевыми поверхностями, находящимися под углом  $\beta = 43^\circ$

относительно нормали к ее принимающей поверхности, изготовленную из материала с показателем преломления  $n_1(\lambda)$ , выбранным из диапазона от 1,47 до 1,61, оптически прозрачного в диапазоне длин волн  $\lambda$  от 0,3 до 2,5 мкм, соединенную с упомянутым, по меньшей мере, одним ФПУ, при этом в упомянутой пластине с одной из ее сторон параллельно торцевым поверхностям выполнены одинаковые вырезы прямоугольной формы, шириной  $l$  и глубиной  $h$ , оси симметрии которых расположены на расстоянии  $x$  друг от друга, выбранном из условий:

$$\frac{l_0}{d} = 2$$

$$0 < \frac{l}{l_0} \leq \frac{1}{9}$$

$$0,7 \leq \frac{h}{d} < 1$$

$$x = \cos \beta (l_0 + l)$$

где  $l_0$  - длина отрезка принимающей поверхности каждой из упомянутых пластин, образованного каждым из вырезов;  $d$  - толщина каждой из пластин,

а длина  $l$  каждой из пластин 2а-4а выбрана из условия:

$$L = (l_0 + l) \cdot (N_x - 1) + l_0$$

где  $N_x$  - количество вырезов прямоугольной формы в каждой из пластин.

В частном варианте выполнения, устройство содержит от 2 до  $N_y$  упомянутых ФПУ, расположенных параллельно торцевым поверхностям упомянутых пластин на расстоянии  $X_{\text{ФПУ}}$  от них и на расстоянии  $Y$  друг от друга, и от 2 до  $N_y$  упомянутых пластин, расположенных также на расстоянии  $Y$  друг от друга, при этом каждая из упомянутых пластин смещена относительно соседней пластины на расстояние  $\Delta x$ , а упомянутые расстояния выбраны из условий:

$$X_{\text{ФПУ}} = \frac{d}{10} \text{ и } Y = \frac{d}{n}$$

$$\Delta x = (d + Y) \cdot \tan \beta$$

где  $d$  - толщина пластины;  $n$  - натуральное число, выбранное из диапазона от 1 до 10.

Выбор  $n$  меньшим 1 приводит к значительному увеличению габаритных размеров устройства. Выбор  $n$  большим 10 приводит к существенному усложнению сборки и юстировки устройства.

Заявленное устройство предназначено для использования в среде с показателем преломления  $n_0 = 1$  (воздух) и содержит, в частном варианте реализации, показанном на фиг. 1, четыре ФПУ 1a-1c, спектральный диапазон чувствительности каждого из которых находится в диапазоне от 0,3 до 2,5 мкм (что соответствует спектральному диапазону солнечного излучения), и приемный оптический блок.

В свою очередь приемный оптический блок содержит четыре плоскопараллельные пластины 2a-4a с взаимно параллельными торцевыми поверхностями, находящимися под углом  $\beta = 43^\circ$  относительно нормали к принимающим поверхностям 2b-4b пластин 2a-4a, (см. фиг. 1).

В каждой из пластин 2a-4a с одной из ее сторон параллельно торцевым поверхностям 2c-4c и 2h-4h выполнены одинаковые вырезы 2e-4e и 2g-4g прямоугольной формы, соответственно, шириной  $l$  и глубиной  $h$  (относительно нормали), оси симметрии которых расположены на расстоянии  $x$  друг от друга (см. фиг. 2), выбранном из условий:

$$\frac{l_0}{d} = 2$$

$$0 < \frac{l}{l_0} \leq \frac{1}{9}$$

$$0,7 \leq \frac{h}{d} < 1$$

$$x = \cos \beta (l_0 + l)$$

где  $l_0$  - длина отрезка принимающей поверхности каждой из пластины, образованного вырезом;  $d$  - толщина каждой из пластин.

Длина  $L$  каждой из пластин 2a-4a выбрана из условия:

$$L = (l_0 + l) \cdot (N_x - 1) + l_0$$

где  $N_x$  - количество вырезов прямоугольной формы в каждой из пластин 2a-4a, образующих поверхности e, f и g.

Таким образом, в частном варианте реализации, показанном на фиг. 1, при толщине каждой из пластин 2a-4a  $d = 9$  мм вырезы прямоугольной формы будут иметь следующие размеры:  $l = 2$  мм,  $h = 7$  мм, при этом длина отрезка принимающей поверхности каждой из пластин  $l_0 = 18$  мм и общая длина каждой из пластин  $L = 78$  мм (в случае, если количество вырезов прямоугольной формы в каждой из пластин  $N_x = 4$ ). При этом расстояние между каждой из пластин и каждым из ФПУ  $X_{\text{ФПУ}} = 0,9$  мм, расстояние между соседними пластинами  $Y = 1$  мм, а  $\Delta x = 9,32$  мм (при  $n = 9$ ).

ФПУ 1a-1c расположены с одной из торцевых сторон приемного блока (с соответствующей торцевой стороны 2h-4h каждой из пластин 2a-4a) на расстоянии  $X_{\text{ФПУ}}$  от него, под углом  $\beta = 43^\circ$  относительно нормали к принимающим поверхностям 2b-4b пластин 2a-4a (т.е. параллельно их торцевым поверхностям) и соединены с ними при помощи соединительных планок 3a-3c и винтов 4, а сами пластины 2a-4a соединены

между собой при помощи соединительных планок 5а-5с и винтов 6 (см. фиг. 3).

Оптимальные значения параметров пластин 2а-4а (см. фиг. 4) были выбраны, исходя из следующих соотношений, выведенных из основных законов геометрической оптики (см. J. Goodman. Introduction to Fourier optics, 3rd ed., by JW Goodman, Englewood, CO:

5 Roberts & Co. Publishers, 2005 [3]):

$$\gamma = \sin^{-1} \left( \frac{n_0}{n_1} \cdot \sin \alpha \right)$$

$$10 \quad \begin{cases} \beta \leq \frac{90 + \gamma + \alpha_{\text{кр}}}{3} \\ \beta \geq \gamma \end{cases}$$

$$\alpha_{\text{кр}} = \sin^{-1} \left( \frac{n_0}{n_1} \right)$$

$$\theta = \sin^{-1} (n_1 \cdot \sin(90 - 3\beta + \gamma))$$

15 где  $\alpha$  - угол падения электромагнитной волны, испускаемой Солнцем, на принимающие поверхности 2b-4b пластин 2а-4а. Максимальное количество вырезов прямоугольной формы в пластинах 2а-4а  $N_x$  и максимальное количество пластин 2а-4а  $N_y$  выбирается исходя из следующих соотношений:

$$20 \quad \begin{cases} N_x = \frac{A_1 + X \cdot \tan(2\beta - \gamma) + B_1}{A_1 + X \cdot \tan(2\beta - \gamma) + B_1 - (l_0 + l) \cdot C_1}, & \beta < \frac{90 + \gamma}{3} \\ N_x = \frac{A_2 + X \cdot \tan(2\beta - \gamma) + B_2}{A_2 + X \cdot \tan(2\beta - \gamma) + B_2 - (l_0 + l) \cdot C_2}, & \beta \geq \frac{90 + \gamma}{3} \end{cases}$$

$$25 \quad A_1 = d \cdot \tan(\beta - \theta) \cdot \left[ \sqrt{\frac{\tan^2(\beta - \theta) - 1}{\tan^2(\beta - \theta)}} \cdot \cos \theta - l \right]$$

$$30 \quad B_1 = d \cdot \tan^2(2\beta - \gamma) \tan(\beta - \theta) \cdot \sqrt{\frac{\tan^2(\beta - \theta) - 1}{\tan^2(\beta - \theta)}} \cdot \cos \theta$$

$$C_1 = d \cdot \tan(2\beta - \gamma) \tan(\beta - \theta) \cdot \sqrt{\frac{\tan^2(\beta - \theta) - 1}{\tan^2(\beta - \theta)}} \cdot \cos \theta$$

$$35 \quad A_2 = d \cdot \tan(\beta + \theta) \cdot \left[ \sqrt{\frac{\tan^2(\beta + \theta) - 1}{\tan^2(\beta + \theta)}} \cdot \cos \theta - l \right]$$

$$40 \quad B_2 = d \cdot \tan^2(2\beta - \gamma) \tan(\beta + \theta) \cdot \sqrt{\frac{\tan^2(\beta + \theta) - 1}{\tan^2(\beta + \theta)}} \cdot \cos \theta$$

$$C_2 = d \cdot \tan(2\beta - \gamma) \tan(\beta + \theta) \cdot \sqrt{\frac{\tan^2(\beta + \theta) - 1}{\tan^2(\beta + \theta)}} \cdot \cos \theta$$

$$45 \quad N_y = \frac{2 \tan \beta + \tan(2\beta - \gamma)}{\left( \frac{1+n}{n} \right) \tan \beta - \tan \gamma - \frac{1}{n} \tan \alpha}$$

Пластины 2а-4а изготовлены из оптически прозрачного в диапазоне длин волн  $\lambda$  от 0,3 до 2,5 мкм материала с показателем преломления  $n_1(\lambda)$ , значение которого



определяется, согласно уравнению Селлмейера (см. [3]):

$$n_1^2(\lambda) = 1 + \frac{B_1\lambda^2}{\lambda^2 - C_1} + \frac{B_2\lambda^2}{\lambda^2 - C_2} + \frac{B_3\lambda^2}{\lambda^2 - C_3}$$

где  $B_1, B_2, B_3$  - безразмерные коэффициенты Селлмейера, которые представляют собой силу осциллятора перехода,  $C_1, C_2, C_3$  - коэффициенты Селлмейера, которые представляют собой квадраты соответствующих энергий перехода (как длины волн фотонов).

В качестве такого материала может быть использован  $\text{CaF}_2$ ,  $\text{BaF}_2$ ,  $\text{LiF}$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  (сапфир),  $\text{SiO}_2$  (плавленый кварц), стекло К8,  $\text{NaCl}$  и  $\text{KCl}$ ,  $\text{KBr}$ , ПММА, а также любой иной материал, подходящий по значению коэффициента пропускания в диапазоне длин волн  $\lambda$  от 0,3 до 2,5 мкм с показателем преломления  $n_1(\lambda)$ , согласно вышеприведенному математическому выражению, составляющем от 1,47 до 1,61.

Заявленное устройство работает следующим образом.

1. Электромагнитные волны, испускаемые Солнцем, попадают на приемную поверхность 2b первой пластины 2а и преломляются, согласно закону Снеллиуса, за счет разности показательной преломления между  $n_0$  и  $n_1(\lambda)$ .

2. Далее, как показано на фиг. 5, на примере одной электромагнитной волны, электромагнитная волна распространяется в сторону поверхности 2с и отражается от нее в соответствии с законом полного внутреннего отражения.

3. Затем электромагнитная волна распространяется в сторону поверхности 2d и претерпевает отражение от нее в сторону поверхности 2е в соответствии с законом полного внутреннего отражения.

4. Далее, как показано на фиг. 5, электромагнитная волна выходит из пластины через поверхность 2е и распространяется по воздуху в сторону следующей поверхности 2g.

5. Затем электромагнитная волна попадает на поверхность 2g и преломляется, согласно закону Снеллиуса, за счет разности значений показателей преломления  $n_0$  и  $n_1(\lambda)$  в сторону приемной поверхности 2b и претерпевает от нее отражение в сторону противоположной поверхности 2d в соответствии с законом полного внутреннего отражения.

6. Если после отражения от поверхности 2d электромагнитная волна попадает на поверхность 2f, то отражаясь от нее в соответствии с законом полного внутреннего отражения снова будет распространяться в сторону поверхности 2d.

7. Процесс распространения электромагнитной волны, описанный в п.п. 3-6, повторяется вновь и вновь, и завершается при выходе волны из крайней поверхности 2h пластины 2а, расположенной под  $\beta = 43^\circ$  относительно нормали к принимающей поверхности 2b, и регистрации электромагнитной волны с помощью ФПУ 1а.

8. Электромагнитные волны, испускаемые Солнцем, которые попали на приемные поверхности 2b пластины 2а, но в результате преломления, согласно закону Снеллиуса, не попали на поверхности 2с и 2g, как показано на фиг. 5, выходят из соответствующей пластины 2а через поверхности 2d и распространяются по воздуху в сторону следующей пластины 3а.

9. После этого процесс, описанный в п.п. 1-8, повторяется в каждой пластине устройства.

10. Если электромагнитные волны, испускаемые Солнцем, не попали на наклонные поверхности пластин 2с-4с и 2g-4g, то они будут проходить через пластины устройства вплоть до последней пластины, в котором излучение будет попадать на наклонные

поверхности, после чего процесс, описанный в п.п. 1-7, повторяется.

Заявленное устройство обладает повышенным коэффициентом геометрической концентрации в широком диапазоне солнечного спектра (от 0,3 до 2,5 мкм), а также повышенной угловой селективностью.

- 5 Для сравнения на фиг. 6 показана гистограмма коэффициента геометрической концентрации и угловой селективности устройств для приема и преобразования солнечного излучения, изготовленных различными способами:
- *способ 1*: световая воронка/гомогенизатор, коэффициент геометрической концентрации  $GCR = 1,5$ , угловая селективность от  $0^\circ$  до  $20^\circ$  (см. Pham, T.T.; Vu, N.H.; Shin, S. Novel Design of Primary Optical Elements Based on a Linear Fresnel Lens for Concentrator Photovoltaic Technology. Energies 2019, 12, 1209 [3]);
  - 10 - *способ 2*: плоская форма, коэффициент геометрической концентрации  $GCR = 2$ , угловая селективность от  $0^\circ$  до  $1^\circ$  (см. Runsheng Tang, Xinyue Liu, Optical performance and design optimization of V-trough concentrators for photovoltaic applications. Solar Energy 2011, 85, pp. 2154-2166 [4]);
  - 15 - *способ 3*: V-образный желоб, коэффициент геометрической концентрации  $GCR = 2$ , угловая селективность от  $0^\circ$  до  $20^\circ$  (см. Najla El Gharbi, Halima Derbal, Sofiane Bouaichaoui, Noureddine Said, A comparative study between parabolic trough collector and linear Fresnel reflector technologies. Energy Procedia 2011, 6, pp. 565-572 [5]);
  - 20 - *способ 4*: клиновидная призма, коэффициент геометрической концентрации  $GCR = 3,77$ , угловая селективность от  $0^\circ$  до  $50^\circ$  (см. Tanant Waritanant, Sakoolkan Boonruang, Te-Yuan Chung. High angular tolerance thin profile solar concentrators designed using a wedge prism and diffraction grating, Solar Energy, 2013, pp. 35-41 [6]);
  - 25 - *способ 5*: составной параболический концентратор, коэффициент геометрической концентрации  $GCR = 4$ , угловая селективность от  $0^\circ$  до  $20^\circ$  (см. X. Li, Y.J. Dai, Y. Li, R.Z. Wang, Comparative study on two novel intermediate temperature CPC solar collectors with the U-shape evacuated tubular absorber. Solar Energy 2013, 93, pp. 220-234 [7]);
  - 30 - *способ 6*: линейный отражатель Френеля, коэффициент геометрической концентрации  $GCR$  от 6 до 15, угловая селективность от  $0^\circ$  до  $1^\circ$  (см. Pablo Benítez, Juan C. Miñano, Pablo Zamora, Rubén Mohedano, Aleksandra Cvetkovic, Marina Buljan, Julio Chaves, and Maikel Hernández, High performance Fresnel-based photovoltaic concentrator. Opt. Express 2010, 18, pp. A25-A40 [8]);
  - 35 - *способ 7*: параболическая форма, коэффициент геометрической концентрации  $GCR = 70$ , угловая селективность от  $0^\circ$  до  $0,26^\circ$  (см. David R. Mills, Graham L. Morrison, Compact Linear Fresnel Reflector solar thermal powerplants. Solar Energy 2000, 68, pp. 263-283 [9]);
  - 40 - *способ 8*: линза Френеля, коэффициент геометрической концентрации  $GCR = 1000$ , угловая селективность от  $0^\circ$  до  $1,3^\circ$  (см. Animesh M. Ramachandran, Sangeetha M. S, Adhithya S. Thampi, Manjit Singh, Adersh Asok, A comprehensive review on optics and optical materials for planar waveguide-based compact concentrated solar photovoltaics. Results in Engineering 2022, 100665 [10]);
  - 45 - *предлагаемый способ*: коэффициент геометрической концентрации  $GCR = 20$ , угловая селективность от  $0^\circ$  до  $66^\circ$  (не включая границы).

#### (57) Формула изобретения

1. Устройство для приема и преобразования солнечного излучения, предназначенное

для использования в среде с показателем преломления  $n_0 = 1$ , содержащее, по меньшей мере, одно фотоприемное устройство, спектральный диапазон чувствительности которого находится в диапазоне от 0,3 до 2,5 мкм, и приемный оптический блок, содержащий, по меньшей мере, одну плоскопараллельную пластину с взаимно параллельными торцевыми поверхностями, находящимися под углом  $\beta = 43^\circ$  относительно нормали к ее принимающей поверхности, изготовленную из материала с показателем преломления  $n_1(\lambda)$ , выбранным из диапазона от 1,47 до 1,61, оптически прозрачного в диапазоне длин волн  $\lambda$  от 0,3 до 2,5 мкм, соединенную с упомянутым, по меньшей мере, одним фотоприемным устройством, при этом в упомянутой пластине с одной из ее сторон параллельно торцевым поверхностям выполнены одинаковые вырезы прямоугольной формы шириной  $l$  и глубиной  $h$ , оси симметрии которых расположены на расстоянии  $x$  друг от друга, выбранном из условий:

$$\frac{l_0}{d} = 2$$

$$0 < \frac{l}{l_0} \leq \frac{1}{9}$$

$$0,7 \leq \frac{h}{d} < 1$$

$$x = \cos \beta (l_0 + l)$$

где  $l_0$  - длина отрезка принимающей поверхности каждой из упомянутых пластин, образованного каждым из вырезов;  $d$  - толщина каждой из пластин,

а длина  $L$  каждой из пластин выбрана из условия:

$$L = (l_0 + l) \cdot (N_x - 1) + l_0$$

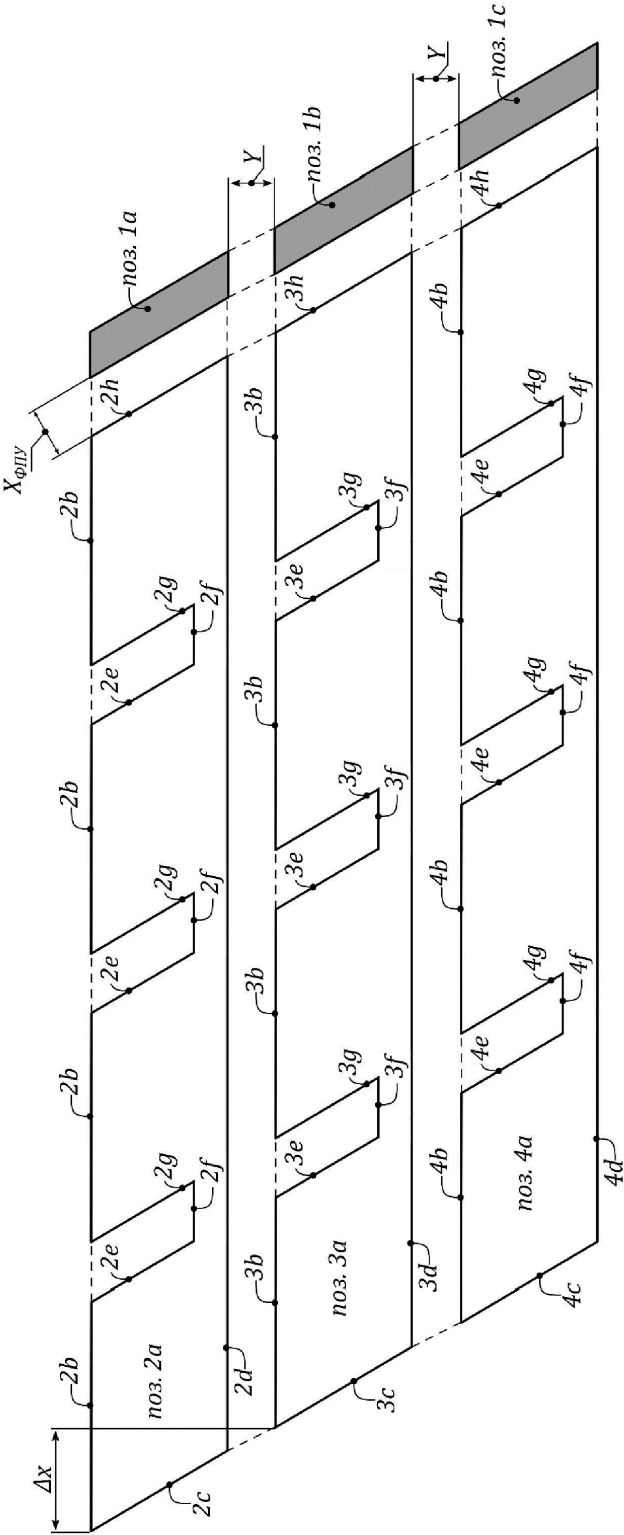
где  $N_x$  - количество вырезов прямоугольной формы в каждой из пластин.

2. Устройство по п. 1, отличающееся тем, что содержит от 2 до  $N_y$  упомянутых фотоприемных устройств, расположенных параллельно торцевым поверхностям упомянутых пластин на расстоянии  $X_{\Phi\Pi\Psi}$  от них и на расстоянии  $Y$  друг от друга, и от 2 до  $N_y$  упомянутых пластин, расположенных также на расстоянии  $Y$  друг от друга, при этом каждая из упомянутых пластин смещена относительно соседней пластины на расстояние  $\Delta x$ , а упомянутые расстояния выбраны из условий:

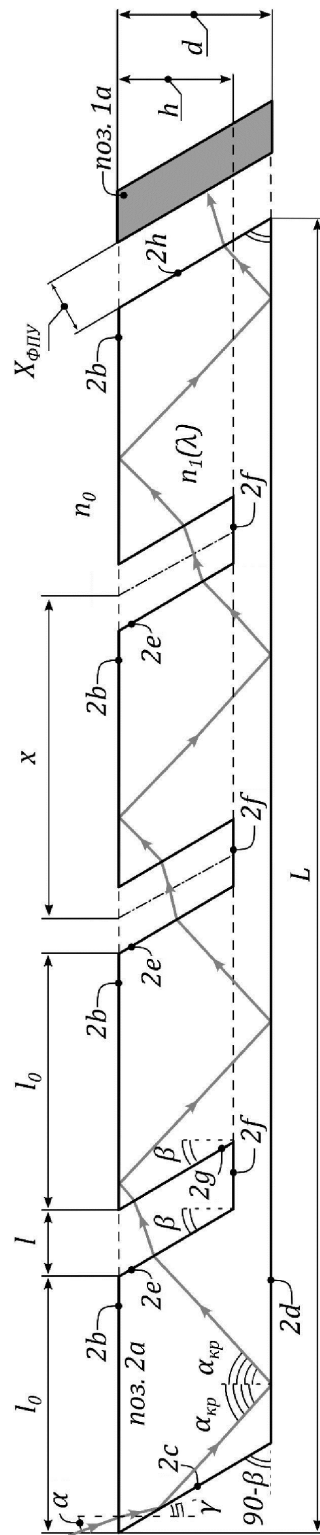
$$X_{\Phi\Pi\Psi} = \frac{d}{10} \text{ и } Y = \frac{d}{n}$$

$$\Delta x = (d + Y) \cdot \tan \beta$$

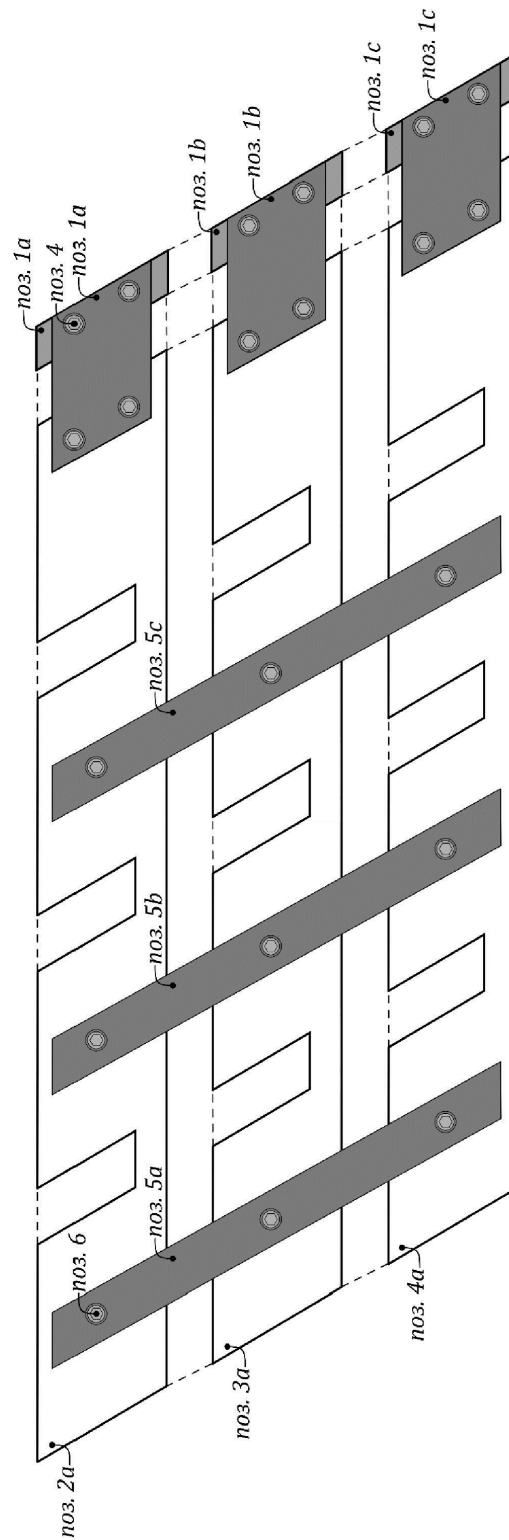
где  $d$  - толщина пластины,  $n$  - натуральное число, выбранное из диапазона от 1 до 10.



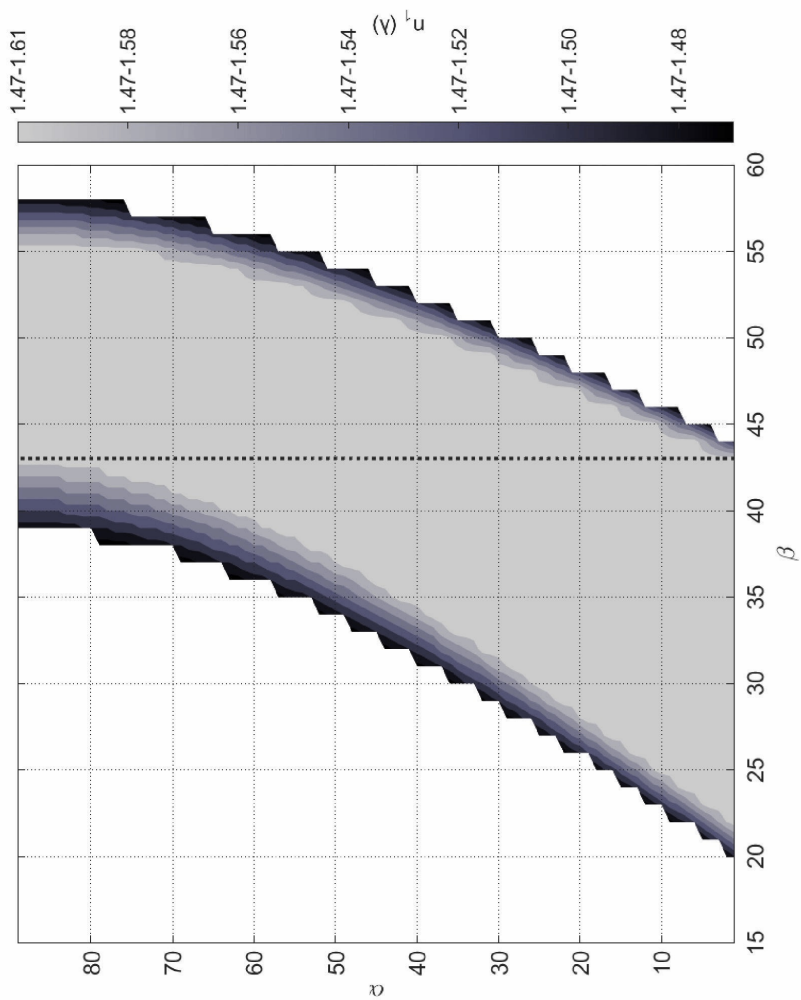
Фиг. 1



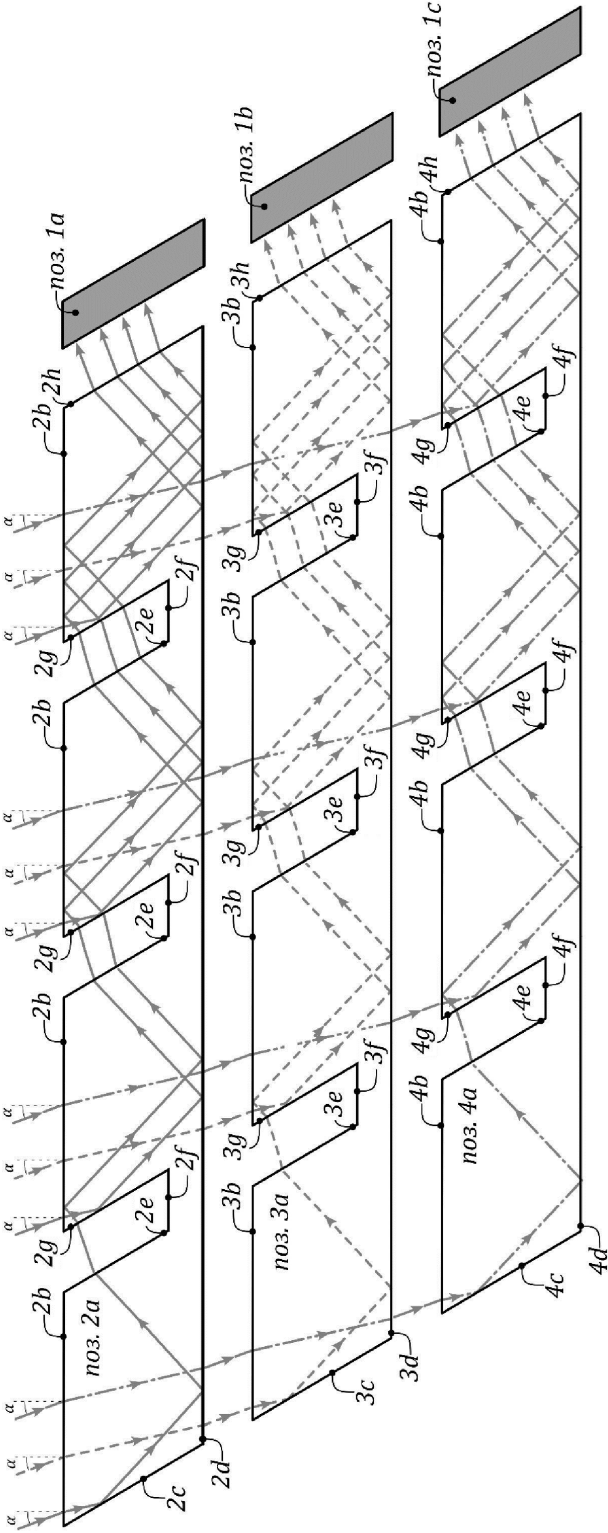
**Фиг. 2**



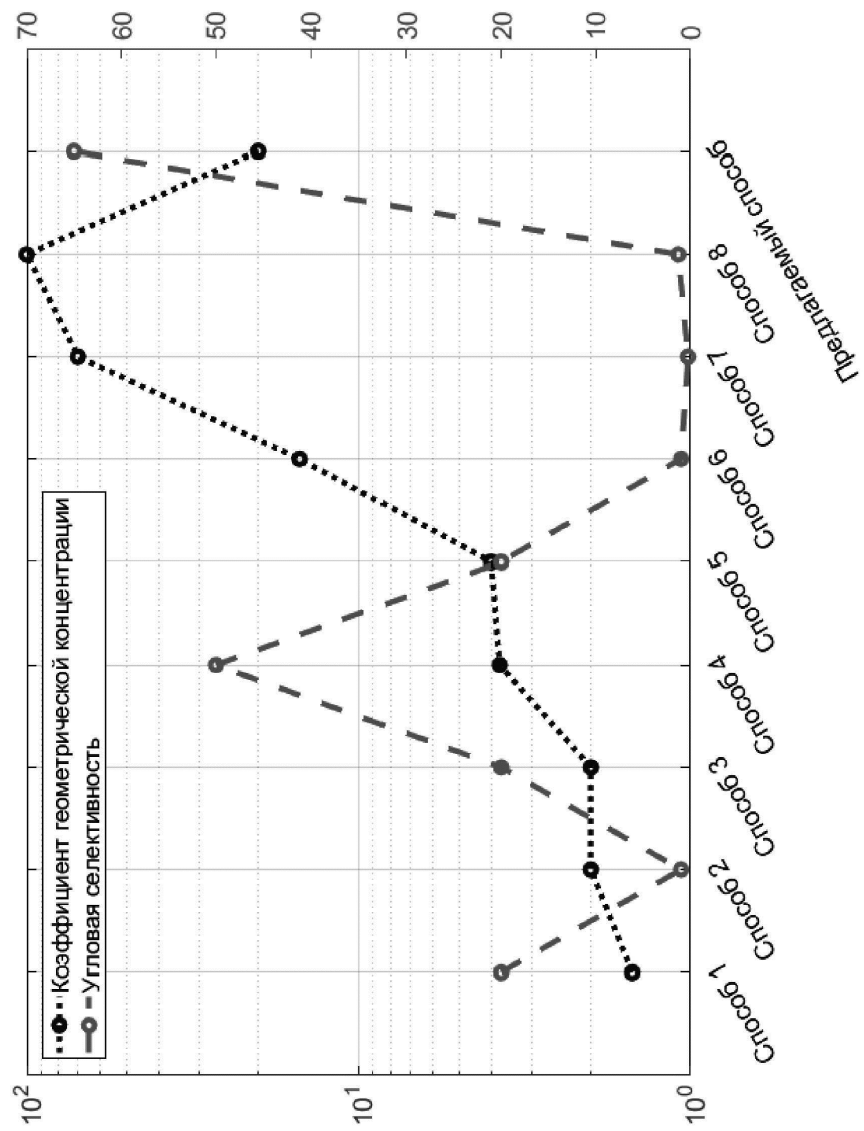
**Фиг. 3**



Фиг. 4



Фиг. 5



Фиг. 6