ROYAUME DU MAROC

OFFICE MAROCAIN DE LA PROPRIETE INDUSTRIELLE ET COMMERCIALE
---

(19)

المملكة المغربية

المكتب المغربي للملكية الصناعية و التجارية
---

(12) FASCICULE DE BREVET

(11) N° de publication :
MA 34660 B1

(43) Date de publication :
02.11.2013

(51) Cl. internationale :
F24J 2/05; F24J 2/07; F24J 2/14; F24J 2/18; F24J 2/24; F24J 2/38; F24J 2/54; H01L 31/052

(21) N° Dépôt :
35894

(22) Date de Dépôt :
13.05.2013

(30) Données de Priorité :
24.10.2010 CH 1744/10 ; 25.10.2010 CH 1774/10 ; 24.10.2010 CH 1745/10 ; 25.10.2010 CH 1775/10 ; 24.10.2010 CH 1746/10 ; 25.10.2010 CH 1776/10

(86) Données relatives à l'entrée en phase nationale selon le PCT :
PCT/CH2011/000257 24.10.2011

(71) Demandeur(s) :
AIRLIGHT ENERGY IP SA, VIA CROCE 1 CH-6710 BIASCA (CH)

(72) Inventeur(s) :
PEDRETTI, Andrea

(74) Mandataire :
ABU-GHAZALEH INTELLECTUAL PROPERTY (TMP AGENTS)

(54) Titre : **CAPTEUR SOLAIRE COMPORTANT UN DISPOSITIF CONCENTRATEUR COMPOSÉ DE PLUSIEURS SEGMENTS**

(57) Abrégé : Les concentrateurs supplémentaires d'un deuxième dispositif concentrateur, dans un concentrateur linéaire conçu en tant que concentrateur cylindro-parabolique, permettent de concentrer le rayonnement concentré dans des zones focales, de telle manière qu'il est possible d'obtenir une concentration plus élevée du rayonnement et donc des températures plus élevées dans le tube absorbeur. Pour réduire les pertes de chaleur augmentant de façon exponentielle dans le tube absorbeur du fait des températures plus élevées, l'invention met en oeuvre en synergie un dispositif absorbeur comportant des rangées d'ouvertures thermiques individuelles, ces rangées étant situées côte à côte.

MA 34660B1

(مُجمّع شمسي به تجهيزة مُركّز مُكوّنة من قطاعات متعددة)

الملخص

يتعلق الاختراع الحالي بالمركّزات الإضافية لتجهيزة مُركّز ثاني في مُركّز مستقيم, والذي يتم تصميمه كمُركّز حوضي, والتي تسمح بتركيز الإشعاع المركّز في مناطق نقطة بؤرية مما يؤدي إلى تركيز أعلى للإشعاع وبالتالي يمكن الحصول على درجات حرارة أعلى في أنبوب وحدة الامتصاص. ولتقليل عمليات فقدان الحرارة في أنبوب وحدة الامتصاص, والتي تتزايد أسياً بسبب درجات الحرارة المرتفعة, يتم توفير تجهيزة ماصة بشكل تآزري, والتي تشمل على صفوف من الفتحات الحرارية المستقلة, حيث يتم وضع الصفوف المذكورة جنباً إلى جنب.

(مُجمّع شمسي به تجهيزة مُركّز مُكوّنة من قطاعات متعددة)

الوصف الكامل

المجال التقني:

يتعلق الاختراع الحالي بمُجمع شمسي وفقاً لديباجة عنصر الحماية 1.

يتم استخدام مُجمعات أو مُركّزات إشعاع من النوع المذكور في محطات الطاقة الشمسية.

الخلفية التقنية:

لأنه لم يكن ممكناً حتى الآن التغلب على عيوب الخلايا الفلطائية الضوئية فإنه لا يمكن استخدام هذه التقنية لتوليد تيار شمسي في أي مكان بتكلفة قريبة من التكلفة المعقولة. فقد كانت محطات الطاقة الشمسية الحرارية على الجانب الآخر تقوم بتوليد التيار على نطاق صناعي لبعض الوقت حتى الآن, بأسعار قريبة من الأسعار التجارية الشائعة في الوقت الحالي لتيار مُنتج بطريقة تقليدية.

في محطات الطاقة الشمسية الحرارية يتم عكس الإشعاع الشمسي بواسطة مُجمعات بمساعدة مُركز ويتم تركيزه بصورة انتقائية على موضع بها, وكنتيجةً لذلك, يتم إنشاء درجات حرارة عالية. ويمكن تفريق الحرارة المركزة واستخدامها لتشغيل محركات طاقة حرارية كالتوربينات التي تقوم بدورها بتشغيل مولدات إنتاج التيار.

يوجد في الوقت الحالي ثلاثة أشكال معروفة من محطات الطاقة الشمسية الحرارية وهي: أنظمة مصنوعة من الفضة العيارية على هيئة طبق وأنظمة محطة طاقة البرج الشمسي وأنظمة حوضية على شكل قطع مكافىء.

فالأنظمة المصنوعة من الفضة العيارية التي على هيئة طبق, لكونها وحدات صغيرة في نطاق يصل إلى 50 كيلو وات للوحدة النمطية, لم تكن مقبولة بشكل عام.

وتشتمل أنظمة محطة طاقة البرج الشمسي على وحدة امتصاص مركزية موضوعة في موضع مرتفع (على "البرج") لعكس ضوء الشمس إليها عبر مئات وآلاف من المرايا الفردية, بحيث يمكن تركيز طاقة إشعاع الشمس داخل وحدة الامتصاص بواسطة المرايا العديدة أو المركزات وبالتالي التطلع إلى تحقيق درجات حرارة تصل إلى 1300 درجة مئوية, والتي تكون مُفضلة لكفاءة الآلات الحرارية البعدية (كقاعدة محطة طاقة توربين بخار أو مائع لتوليد الطاقة). محطة "Solar Two" في كاليفورنيا ذات خرج يبلغ ميجاوات متعددة. ومحطة PS20 في أسبانيا ذات خرج يبلغ 20 ميجاوات. ومع ذلك, لم تصبح محطات طاقة البرج الشمسي واسعة الانتشار بأي درجة أيضاً (على الرغم من ميزة إمكانية تحقيق درجات حرارة عالية).

أصبحت محطات الطاقة الحوضية على شكل قطع مكافىء, مع ذلك, واسعة الانتشار وتتضمن عدداً كبيراً من المجمعات التي تشتمل على مُركزات طويلة مع بُعد عرضي صغير وأيضاً ليس بها نقطة بؤرية ولكن بها خط بؤري. وفي الوقت الحالي فإن مُركزات الخط هذه ذات طول يتراوح بين 20 متر إلى 150 متر. وبطول الخط البؤري يمتد أنبوب وحدة امتصاص للحرارة المركزة (حتى 500 درجة مئوية) والذي ينقل الحرارة إلى محطة الطاقة. ويكون وسيط النقل الممكن على سبيل المثال عبارة عن زيت حراري أو أملاح منصهرة أو بخار ماء مُسخن بدرجة حرارة عالية.

وتكون أنابيب وحدة الامتصاص التقليدية من تركيب معقد وعالي التكلفة من أجل تقليل عمليات فقدان الحرارة إلى الحد الأدنى بقدر الإمكان. وحيث أن وسيط نقل الحرارة يدور داخل الأنبوب, يقوم الإشعاع الشمسي المركز بواسطة المركز أولاً بتسخين الأنبوب, ثم بعد ذلك يقوم الأنبوب بتسخين الوسيط بحيث تبعث (للضرورة) أنبوب وحدة الامتصاص الساخنة (حوالي

500 درجة مئوية) متكافئ حرارة مع درجة حرارتها. وقد تصل درجة الحرارة المنبعثة بواسطة شبكة الخط لوسيط نقل الحرارة إلى 100 وات/متر, وقد يصل طول الخط في محطة واسعة النطاق إلى 100 كيلومتر بحيث تكون عمليات فقدان الحرارة بواسطة شبكة الخط ذات أهمية كبيرة للكفاءة الكلية لمحطة الطاقة, كنسبة عمليات فقدان الحرارة من أنابيب وحدة الامتصاص.

ونتيجة لذلك, تكون خطوط وحدة الامتصاص من تركيب مُعقد بشكل متزايد من أجل تجنب عمليات فقدان الحرارة هذه. وعلى هذا النحو تكون خطوط وحدة الامتصاص التقليدية مهيأة بشكل متسع كأنبوب معدني مُغطى بالزجاج مع ضغط منخفض موجود بين الزجاج والأنبوب المعدني. ويحمل الأنبوب المعدني وسيط نقل الحرارة ويتم تزويده, على سطحه الخارجي, بطلاء يُحسن امتصاص الضوء المشَع في النطاق المرئي, لكنه به معدل انبعاث منخفض للأطوال الموجية في نطاق الأشعة تحت الحمراء. ويقوم الأنبوب الزجاجي المغلِّف بحماية الأنبوب المعدني ضد التبريد بواسطة الرياح ويعمل كحاجز إضافي ضد الانبعاث الحراري. ويتمثل العيب في أن الجدار الزجاجي المغلِّف يقوم أيضاً بعكس أو امتصاص أي إشعاع شمسي ساقط جزئياً وهو ما أدى إلى طلاء مُطبَّق على الزجاج, من أجل تقليل الانعكاس.

ومن أجل خفض القدر الكبير من الأموال التي يتم إنفاقها على تنظيف خطوط وحدة الامتصاص هذه ومن أجل حماية الزجاج ضد التلف الميكانيكي, قد يتم تزويد خط وحدة الامتصاص بصورة إضافية بأنبوب وقائي ميكانيكي (غير عازل أو منخفض العزل بدرجة كبيرة) حوله, والذي على الرغم من أنه يجب تزويده بفتحة لأشعة الشمس الساقطة لكنه في جوانب أخرى يقوم بحماية خط وحدة الامتصاص بشكل موثوق.

وتكون هذه الإنشاءات مرهقة ومُكلفة في المقابل, في ما يتعلق بكل من التصنيع والصيانة.

وتقوم محطات الطاقة الحوضية على شكل قطع مكافئ SEGS 9 في جنوب كاليفورنيا مع بعضها البعض بإنتاج مخرج من 350 ميجاوات تقريباً. وتشتمل محطة الطاقة "Nevada Solar One" المتصلة داخل الشبكة في 2007 على مُجمعات حوضية مزودة بـ 182.400 مرآة مقوسة والتي يتم وضعها على منطقة تقدر بـ 140 هكتار والتي تنتج 65 ميجاوات. وقد كانت Andasol 3 في أسبانيا تحت الإنشاء منذ سبتمبر 2009 وكان يُفترض تشغيلها في 2011 وهو ما يعني أن مخرج محطات Andasol من 1 إلى 3 سيصل إلى 50 ميجاوات إجمالاً.

ومن المتوقع أن تكون الكفاءة القصوى لمنشأة (Andasol 1 إلى 3) في نطاق 20%, وأن تكون معدل الكفاءة السنوي في نطاق 15%.

وكما ذُكر بالفعل تمثل درجة حرارة وسيط النقل المسخن بواسطة المجمعات مُعامل أساسي لكفاءة محطة طاقة شمسية, ويتم تفريق الحرارة التي يتم الحصول عليها من المجمع بواسطة وسيط النقل هذا ويتم استخدامها على سبيل المثال للتحويل إلى تيار كهربائي: وكلما زادت درجة الحرارة كلما زادت الكفاءة التي يتم تحقيقها أثناء التحويل. وتعتمد درجة الحرارة التي يمكن تحقيقها في وسيط النقل أيضاً على تركيز الإشعاع الشمسي المنعكس عبر المركز. ويعني تركيز 50 أنه داخل النطاق البؤري للمُركز يتم تحقيق كثافة طاقة كل متر مربع, والتي تُطابق 50 مرة الطاقة المشعَّة بواسطة الشمس على متر مربع واحد من سطح الأرض.

ويعتمد التركيز الأقصى الممكن نظرياً على هندسة الأرض والشمس, أي على زاوية فتحة قرص الشمس كما يتم ملاحظته من الأرض. ومن هذه الزاوية 0.27 درجة للفتحة يؤدي إلى ذلك أن يكون عامل التركيز الأقصى الممكن نظرياً للمجمعات الحوضية 213.

حتى بالنسبة للمرايا المصنعة بتكلفة عالية جداً وبالتالي المرايا التي تُعتبر مكلفة جداً فيما يتعلق بالاستخدام الصناعي والتي تكون في مقطع عرضي قريبة جداً لمقطع مُكافئ وبالتالي توليد منطقة

خط بؤري ذات قطر حد أدنى, لا يزال من غير الممكن تحقيق التركيز الأقصى 213 حتى ولو بصورة تقريبية. فالتركيز الذي يمكن تحقيقه بشكل موثوق حوالي 50 إلى 60 يعد واقعياً, ومع ذلك, يسمح بدرجات حرارة تقريباً 500 درجة مئوية كما ذُكر أعلاه في أنبوب وحدة الامتصاص لمحطة طاقة حوضية على شكل قطع مكافىء.

ولإنشاء مُجمع حوضي ذو شكل قريب من الشكل القطعي المكافئ بتكلفة معقولة بقدر الإمكان, اقترح مُقدم الطلب, في براءة الاختراع رقم WO 2010/037243, مُجمع حوضي, يشتمل على خلية ضغط مزودة بمُركز مرن موضوع داخلها. ويكون هذا المركز به تقوسات مختلفة في مناطق مختلفة ويكون قريب جداً من الشكل القطعي المكافئ المطلوب. وهذا يجعل من الممكن تحقيق درجة حرارة تقريباً 500 درجة مئوية في أنبوب وحدة الامتصاص بتكلفة معقولة للمُركز, لكن الذي لا يكون ممكناً هو درجة حرارة عملية متزايدة مرة أخرى في أنبوب وحدة الامتصاص.

الكشف عن الاختراع:

ولهذا يتمثل مُتطلب الاختراع الحالي في توفير مجمع حوضي لإنتاج الحرارة, أيضاً على نطاق صناعي, يتمتع بكفاءة أعلى ويسمح أيضاً بتوليد درجات حرارة أعلى كذلك في وسط الانتقال.

ويتم تلبية هذا المتطلب بواسطة مُجمع شمسي وفقاً لخصائص عنصر الحماية 1.

ولحقيقة أن تجهيزة المركز الثاني تُسبب انعكاس الإشعاع الشمسي المنعكس, لم يعد في منطقة خط بؤري, لكن في منطقة نقطة بؤرية واحدة على الأقل, يتم تحقيق تركيز في المجمع الحوضي أحادي البعد, والذي يكون ثنائي البعد, أي تركيز أعلى طول المجمع في خط بؤري ثم بعد ذلك أعلى عرضه في منطقة نقطة بؤرية واحدة على الأقل. وهذا له تأثير زيادة تركيز الحد الأقصى الممكن نظرياً إلى أكثر من 40.000. ويجب القول بأنه حتى هنا ليس هناك طريقة لتحقيق تركيز الحد

الأقصى الممكن هذا حتى ولو بصورة تقريبية. ولكن حتى إدراك صغير لهذا الجهد الهائل يسمح بزيادة درجات الحرارة في وسيط النقل كما هو محدد في المتطلب وبالتالي تحسين كفاءة محطة الطاقة (أو حتى كفاءة وحدة تولد كمية أدنى من الحرارة).

ولحقيقة أن مُركز واحد على الأقل من تجهيزة المركز الثانية يكون متوازياً بشكل مُستمرة نسبةً إلى مسار الإشعاع الأول المتزامن, يمكن تجنب عمليات الفقدان في تجهيزة المركز الثانية, والتي تكون ناتجة عن الزاوية المائلة للإشعاع الشمسي الساقط المناظرة للوقت من اليوم, وبالتالي ضمان درجة كفاءة عالية للتجهيزة بصورة مستمرة.

ولحقيقة تزويد الصفوف العديدة من المركزات الإضافية والصفوف العديدة من الفتحات الحرارية الموضوعة بطريقة متجاورة داخل تجهيزة وحدة الامتصاص (على النقيض من, على سبيل المثال, صف واحد من نفس العدد من الفتحات الحرارية), يتم تحقيق امتصاص طاقة مُحسّن / كفاءة مُحسّنة للتجهيزة الكلية.

أيضاً, تبقى مناطق النقطة البؤرية للمُركزات الإضافية لتجهيزة المركز الثانية ثابتة وبالتالي في موضعها الأصلي على تجهيزة وحدة الامتصاص. وهذا بدوره, على الرغم من الاختلافات في الإشعاع الشمسي الساقط, يسمح بتقليل الفتحة الحرارية لأنبوب وحدة الامتصاص إلى المقطع العرضي لمسار الإشعاع الداخل, والذي يكون له تأثير تقليل عمليات فقدان الحرارة ذات الصلة لأنبوب وحدة الامتصاص وزيادة كفاءة محطة الطاقة الشمسية.

ويسمح الاختراع الحالي بالتالي, بالإضافة إلى المتطلب المحدد, باستخدام تجهيزة وحدة امتصاص / أنبوب وحدة امتصاص, يتم فيها تقسيم منطقة الفتحة الحرارية إلى فتحات فردية صغيرة وبالتالي يتم تقليلها إلى منطقة كلية أصغر بشكل كبير. وهذا, في الوقت ذاته, يقلل بشكل كبير عمليات فقدان الحرارة لأنبوب وحدة الامتصاص النسبية.

وهذا يؤدي إلى تفاعل مُتبادل مع الإشعاع المركز في مناطق النقطة البؤرية وفقاً للاختراع الحالي: فمن جانب, يتم زيادة درجة الحرارة الممكنة في أنبوب وحدة الامتصاص, وعلى الجانب الآخر, يتم تقليل عمليات فقدان الحرارة من أنبوب وحدة الامتصاص والتي تكون ذات أهمية خاصة هنا حيث يتم إنتاج عمليات فقدان الحرارة غالباً بواسطة الانبعاث الحراري, والذي يزداد مع الطاقة الرابعة لدرجة الحرارة. ثم بعد ذلك - وأخيراً وليس آخراً — يتم أيضاً زيادة كفاءة المجمع وفقاً للاختراع بواسطة مخطط التجهيزة الذي يزود صفوف ممتدة بطريقة متجاورة لمناطق نقطة بؤرية مع صفوف ممتدة بطريقة متجاورة لفتحات حرارية مُقترنة في تجهيزة وحدة الامتصاص / أنبوب وحدة الامتصاص, والتي يُسبب مخططها امتصاص طاقة متزايد للتجهيزة.

ولحقيقة أنه يتم التزويد بعدد من الفتحات الحرارية المتباعدة يمكن عزل منطقة أكبر من أنبوب وحدة الامتصاص, بحيث يؤدي ذلك إلى تقليل انبعاثها الحراري أثناء التشغيل. وحيث أن الانبعاث الحراري يزداد مع الطاقة الرابعة لدرجة الحرارة, فإن هذا يكون مُفيداً بشكل خاص في حالة المجمع الشمسي وفقاً للاختراع لتوليد درجات حرارة أعلى.

وصف مختصر للأشكال

وسيتم الآن وصف نماذج خاصة من الاختراع الحالي بشكل تفصيلي بالإشارة إلى الأشكال, والتي فيها

يوضح شكل 1 تخطيطياً مجمع حوضي تقليدي كالمستخدم في محطات الطاقة الشمسية,

يوضح شكل 2أ تخطيطياً إنشاء مجمع حوضي وفقاً للاختراع الحالي,

يوضح شكل 2ب مقطع عرضي عبر مجمع حوضي وفقاً لشكل 2أ,

يوضح شكل 2ج مقطع طولي عبر مجمع حوضي وفقاً لشكل 2أ,

يوضح شكل 3 تخطيطياً اتجاه الإشعاع الشمسي الساقط على مدار اليوم,

يوضح شكل 4 نموذج مُفضل من الاختراع الحالي,

يوضح شكل 5أ تعديل مُفضل بشكل خاص للنموذج الموضح في شكل 4 في مسقط طولي,

يوضح شكل 5ب النموذج وفقاً لشكل 5أ في مسقط مقطعي عرضي,

يوضح شكل 6أ مسقط لنموذج إضافي من الاختراع الحالي,

يوضح شكل 6ب مسقط مقطعي عرضي للنموذج وفقاً لشكل 6أ,

يوضح شكل 7أ نموذج أول للعنصر البصري للمُركزات الإضافية,

يوضح شكل 7ب العنصر البصري وفقاً لشكل 7أ في مقطع عرضي, حيث يتم توضيح هندسة الإشعاع المار عبر العنصر,

يوضح شكل 8أ نموذج ثاني للعنصر البصري للمُركزات الإضافية,

يوضح شكل 8ب العنصر البصري وفقاً لشكل 8أ في مقطع عرضي, أيضاً مع هندسة الإشعاع المار,

يوضح شكل 8ج نموذج ثالث للعنصر البصري للمركزات الإضافية,

يوضح شكل 9 مقارنة بين امتصاص الطاقة لتجهيزة تقليدية والتجهيزة وفقاً للاختراع, والتي تشتمل على صفوف عديدة من فتحات حرارية موضوعة بطريقة متجاورة.

يوضح شكل 10أ مسقط مقطعي عبر نموذج إضافي من الاختراع, و

يوضح شكل 10ب مسقط تفصيلي للنموذج وفقاً لشكل 10أ.

الوصف التفصيلي

يوضح شكل 1 مُجمع حوضي 1 من النوع التقليدي مزود بخلية ضغط 2, على شكل وسادة والتي يتم تكوينها بواسطة غشاء مرن علوي 3 وغشاء مرن سفلي مخفيين في الشكل.

ويكون الغشاء 3 مُنفذاً لأشعة الشمس 5 الساقطة على غشاء مُركز (المركز 10, شكل 2أ) داخل خلية الضغط 2 والمنعكسة بواسطة إطار التشكيل كالأشعة 6, في اتجاه أنبوب وحدة امتصاص 7, التي يدور فيها وسيط نقل حرارة وهو ما يقوم بتفريق الحرارة المركزة بواسطة المجمع. ويتم تثبيت أنبوب وحدة الامتصاص 7 بواسطة دعائم 8 في منطقة الخط البؤري لغشاء المركز (المركز 10, شكل 2أ).

ويتم وضع خلية الضغط 2 داخل إطار 9 موضوع محورياً على حامل بالطريقة المعروفة, وفقاً للموقع اليومي للشمس.

ويتم وصف هذه المجمعات الشمسية على سبيل المثال في براءة الاختراع رقم WO 2010/037243 وبراءة الاختراع رقم WO 2008/037108. ويتم تضمين الوثائق بوضوح بالإشارة في وصف الاختراع.

وعلى الرغم من أنه يتم استخدام الاختراع الحالي بشكل مُفضل في مثل هذا المجمع الشمسي الذي على شكل مُجمع حوضي, أي مزود بخلية ضغط وغشاء مُركز مُثبت داخل خلية الضغط, لا يكون بأي حال من الأحوال مقيداً به, لكن يمكن استخدامه أيضاً, على سبيل المثال, في مُجمعات الحوضي, والتي لا يتم تهيئة مُركزاتها كمرايا مرنة. ويتم استخدام المجمعات ذات المرايا غير المرنة, على سبيل المثال, في محطات الطاقة المذكورة أعلاه.

في الأشكال الموصوفة أدناه تم حذف مكونات المجمع الحوضي, التي ليست ذات صلة بالاختراع, حيث يجب مرةً أخرى ذكر أن هذه المكونات المحذوفة يتم تهيئتها وفقاً لـ (مجمعات الفن السابق المزودة بخلية ضغط أو المجمعات ذات المرايا غير المرنة) الموصوفة أعلاه ويمكن تحديدها بسهولة بواسطة الخبراء لكي تناسب التطبيق العملي.

يوضح شكل 2أ نموذجاً ممكناً من المركزات الإضافية وفقاً للاختراع. مُجمع 10 مُهيأ مبدئياً كمُجمع 1 في شكل 1 يشتمل على مُركز 11 وأنبوب وحدة امتصاص 12 موضوعة على دعائم 8. وتكون أشعة الشمس 5 ساقطة على المركز 11 ومُنعكسة كالأشعة 6 بنفس الطريقة. ونتيجةً لهذه التهيئة الفعلية للمُركز 11 يتم إنشاء مسار إشعاع أول للإشعاع المنعكس والذي يتم تمثيله بواسطة الأشعة 6.

ويكون المركز 11 عبارة عن مُركز خطي, لأنه مقوس في اتجاه واحد فقط, مع ميزة أنه عند مقارنته بالمركزات مكافئية المقطع المقوسة في اتجاهين, يمكن تصنيعه بطريقة أبسط مع سطح كبير بدون أن يؤدي إلى ظروف حدّية إنشائية مانعة لبنية الإطار والمحاذاة اللازمة بصورة مستمرة أثناء اليوم وفقاً لموقع الشمس.

بالنسبة للاتجاه في الشكل يتم الإشارة إلى الاتجاه الطولي بواسطة السهم 16 ويتم الإشارة إلى الاتجاه العرضي بواسطة السهم 17. ووفقاً لذلك يكون المركز 11 مقوساً في الاتجاه العرضي 17 بينما لا يكون مقوساً في الاتجاه الطولي 16.

يكون مسار إشعاع المركز 11, بالضرورة به منطقة خط بؤري, حيث أنه من جانب, نتيجةً لزاوية فتحة الشمس, لا تكون أشعته 5 ساقطة بالتوازي مما يؤدي إلى استحالة وجود تركيز في خط بؤري دقيق هندسياً, ولأنه ليس ممكناً أيضاً إنتاج تقوس دقيق على شكل مقطع مُكافئ للمُركز بتكلفة معقولة لخط بؤري متقارب نظرياً بقدر الإمكان.

يمثل المركز 11 جزءاً من تجهيزة مُركز أولى من المجمع 10, والذي يتكون هنا من خلية الضغط (غير موضحة لجعل الرسم أكثر وضوحاً), وأعضاء الصيانة والتحكم في الضغط والإطار, والذي يتم فيه تثبيت المركز 11. وكما ذُكر أيضاً فإن العناصر المحذوفة تكون معروفة للخبراء.

ويتم وضع العناصر البصرية 20 التي تكون شفافة للإشعاع المركز ومُهيأة كألواح في الشكل, في مسار الإشعاع الأول للمُركز 11 (وبالتالي في مسار إشعاع تجهيزة المركز الأولى), بحيث يمر مسار الإشعاع عبرها. وتكسر هذه العناصر البصرية 20 الإشعاع 6 الساقط عليها (والمنعكس بواسطة المركز 11) بطريقة بحيث يتم تركيز الإشعاع 6 بعد العناصر البصرية 20 كالإشعاع 15 في منطقة نقطة بؤرية. وبمعنى آخر, يشتمل مسار الإشعاعي الثاني الممثل بواسطة الإشعاع 15 لكل من العناصر البصرية 20, على منطقة نقطة بؤرية 21. ويوضح الشكل عدداً من العناصر البصرية 20 المناظرة لطول المجمع الشمسي, كمثال, مناطق النقطة البؤرية لعنصرين بصريين 20.

وتمثل العناصر البصرية 20 جزءاً من تجهيزة مُركز ثانية موضوعة في المسار الإشعاعي الأول قبل منطقة الخط البؤري وتُكون مُركزات إضافية في تجهيزة المركز الثانية. وتشتمل هنا تجهيزة المركز الثانية, على سبيل المثال, على حوامل 22 مُثبتة بأنبوب وحدة الامتصاص 12 والتي يتم تثبيت العناصر البصرية 20 عليها في موضعها.

يتم وضع تجهيزة وحدة الامتصاص التي يتم تنفيذها هنا كأنبوب وحدة امتصاص 12 في موضع مناطق النقطة البؤرية 21 ويكون بها عدد من الفتحات الحرارية 23 التي يمكن أن يمر من خلالها الإشعاع المركز 15 داخل الجزء الداخلي لأنبوب وحدة الامتصاص 12. وتسمح فتحة حرارية بمرور الحرارة من الإشعاع المركز عبرها, ولكنها لا تحتاج بالضرورة أن يتم تهيئتها كفتحة ميكانيكية. فعلى سبيل المثال, قد يتم تهيئة فتحة حرارية, نسبةً إلى عزل غير شفاف, كقرص زجاجي يمكن

طلائه لإخماد الإشعاع الرجعي. ولكن مع ذلك هناك حقيقة أن في العزل الجيد النهائي لا يمكن تحقيقه في موضع الفتحة الحرارية, ويجب أيضاً قبول عمليات فقدان الحرارة المناظرة.

ويجب في هذه النقطة ذكر أنه قد يتم وضع الخلايا الفلطائية الضوئية في فتحة حرارية من تجهيزة وحدة الامتصاص, والتي تولد تياراً كهربائياً بطريقة مباشرة وفي هذه الحالة سيتم حذف وسيط نقل حرارة (وصف شكل 1). وبغرض التبسيط, وليس التقييد, يشير الوصف المتبقي إلى تجهيزة وحدة امتصاص يدور فيها وسيط نقل حرارة.

ويتم استخدام أنبوب وحدة امتصاص خارجية بشكل مُفضل, أي أنبوب وحدة امتصاص مزود بعزل حراري غير شفاف مُغلَّف كلياً على جانبه الخارجي, يتم تهيئة فتحاته الحرارية كفتحات طبيعية في هذا العزل الخارجي (لكن التي يمكن, بالطبع, إقفالها بواسطة قرص زجاجي, على سبيل المثال).

يوضح شكل 2ب قطاع في الاتجاه العرضي (سهم 17) عبر المجمع 10 وفقاً لشكل 2أ مع مسقط من مسار الإشعاع / مساري الإشعاع الأول والثاني لتجهيزتي المركز المسقطتين داخل هذا المسطح المقطعي العرضي. وكما ذكر أعلاه, للمساعدة في فهم الاختراع, العناصر غير الأساسية لمجمع الحوضي 20 معروفة للخبراء وتم أيضاً حذفها في الشكل.

وتحديداً يمكن رؤية أن مسار الإشعاع الأول لتجهيزة المركز الأولى (المركز 11) الممثل هنا بواسطة الشعاعين المنعكسين 6 , 6′ يتقارب باتجاه منطقة خط بؤري 21 عند موضع أنبوب وحدة الامتصاص 12. ويمر الإشعاع 6 عبر العنصر البصري 20, حيث يتقارب مساره الإشعاعي الثاني الممثل هنا بواسطة الشعاعين 15 , 15′ باتجاه منطقة النقطة البؤرية 21.

ويتم إحداث تركيز تجهيزة المركز الأولى في الاتجاه العرضي (سهم 17).

في النموذج المفضل الموضح تقع مناطق النقطة البؤرية 21 للعناصر البصرية 20 في منطقة الخط البؤري للمُركز 11, أي في منطقة الخط البؤري لتجهيزة المركز الأولى. وبالنسبة للمسقط الموضح في شكل 2ب على اللوح المقطعي العرضي (لكن ليس في الاتجاه الطولي, انظر شكل 2ج أدناه) هذا يعني أيضاً أن الإشعاع المنعكس 6 ليس منكسراً بواسطة العنصر البصري 20, أي أنه يمتد بشكل أساسي في اتجاه مستقيم. ويرجع ذلك في الأساس لأنه, عندما يمر شعاع 6 , 6 ′ عبر العنصر البصري 20, قد يكون مسار الإشعاع 15 , 15 ′ انحرافاً قليلاً نسبةً إلى المسار 6 , 6 ′, والذي يكون, مع ذلك, ليس ذو صلة هنا.

أيضاً, للمساعدة في فهم الشكل, تم حذف العناصر غير الأساسية, كحوامل 22 (شكل 2أ) العناصر البصرية 20.

يوضح شكل 3ج مقطع عبر المجمع 10 وفقاً لشكل 2أ في الاتجاه الطولي (سهم 16) مع مسقط لمسار الإشعاع / مساري الإشعاع الأول والثاني لتجهيزتي المركز الأولى والثانية, ساقط داخل هذا المسطح الطولي. ومع ذلك, يتم توضيح جزء فقط من القطاع الطولي بطول طول عنصر واحد من العناصر البصرية 20.

وبافتراض اتجاه مسقط من اليمين إلى اليسار (شكل 2ب) يوضح شكل 2ج المسقط على النصف الأيسر من المركز 11 (شكل 2ب).

وتحديداً يمكن رؤية أن مسار الإشعاع الأول لتجهيزة المركز الأولى (المركز 11) الموضح هنا بواسطة الشعاعين المنعكسين 6 , 6 ′ يتقدم باتجاه منطقة خط بؤري عند موضع أنبوب وحدة الامتصاص 23. وينكسر الإشعاع 6 إلى 6 ′, الذي يمر عبر العنصر البصري 20, بواسطته في الاتجاه الطولي 16, حيث يتقارب المسار الإشعاعي الثاني للعناصر البصرية 20 (الممثل بواسطة الشعاعين 15 , 15 ′) على الترتيب باتجاه منطقة نقطة بؤرية.

ويتم إحداث تركيز تجهيزة المركز الثانية في الاتجاه الطولي (سهم 16).

ونتيجةً لذلك تشتمل تجهيزة المركز الثانية على عنصر بصري واحد على الأقل 20 (أي مُركز إضافي واحد على الأقل) ذي مسار إشعاع ثاني, حيث يتم إنشاء منطقة نقطة بؤرية واحدة على الأقل 21 بواسطة العنصر البصري الواحد على الأقل 20. ويجب في هذه النقطة ذكر أنه يمكن تنفيذ التجهيزة وفقاً للاختراع لتطبيقات صغيرة أو صغيرة جداً مع عنصر بصري واحد فقط 20, أو للاستخدام الصناعي في المجمعات ذات الأبعاد الكبيرة جداً مع العشرات أو المئات من العناصر البصرية.

يوضح الشكلان 2ب و 2ج أيضاً أنه يتم تهيئة العنصر البصري 20 في النموذج المصور كمُركز خطي مع اتجاه تركيز يمتد عرضياً أو عمودياً على اتجاه تركيز المركز الخطي لتجهيزة المركز الأولى.

وهذا يعني أيضاً أن الأسطح الفعالة بصرياً (التي تسبب انكسار أشعة الضوء) تكون متوازية نسبةً إلى مسار الإشعاع الأول لتجهيزة المركز الأولى (المركز 11 هنا) بحيث يكون مسار كل شعاع فردي ساقط على مُسطح عمودي على منطقة الخط البؤري (كما هو موضح في شكل 2ب) مُستقيماً, لكنه يكون منكسراً في مسطح داخل منطقة الخط البؤري (موضح في شكل 2ج) في اتجاه منطقة النقطة البؤرية 21.

وبشكل مُفضل تشتمل العناصر البصرية على بنية فرينل Fresnel والتي تتيح تهيئة العناصر البصرية ذاتها مع جسم لوحي الشكل موضح في الأشكال 2أ – 2ج. فعلى سبيل المثال قد يكون الجانب السفلي من الجسم لوحي الشكل مستوياً وقد يكون الجانب العلوي مُركباً مع درجات فرينل متوازية, حيث تمتد الدرجات في الاتجاه العرضي 17 بالتوازي مع بعضها البعض بحيث تقع منطقة النقطة البؤرية أعلى مركز الجسم لوحي الشكل.

ويمكن إنجاز مخطط عدسة فرينل 30 هذه عملياً بسهولة بواسطة خبير. وبصورة بديلة قد يتم تهيئة كل عنصر بصري 20 كعدسة تجميعية تمتد في الاتجاه العرضي أسفل أنبوب وحدة الامتصاص 12 وتُنشئ انكسار كما هو موضح في الشكلين 2ب و 2ج. ويمكن إنتاج العناصر البصرية 20 المهيأة بهذه الطريقة بواسطة القولبة, على سبيل المثال, حيث يتم تصنيع قالب معدني ويتم قولبة مادة بلاستيكية مناسبة (أو حتى زجاجية).

يوضح شكل 3 المجمع 10 ومدار 30 الشمس من الصباح حتى المساء. ما تم تصويره هو أشعة الشمس 31 و 32 و 33 الساقطة على المركز 11 في نفس الموضع والمنعكسة بواسطة المركز ذاته في مسار الإشعاع الأول كالأشعة 31′ و 32′ و 33′ بُناءً على الوقت من اليوم. وبمعنى آخر, يتغير سقوط أشعة الشمس على المركز 11, أي تجهيزة المركز الأولى, على مدار اليوم داخل نطاق تشغيل بحيث يتغير مسارها الإشعاعي الأول بصورة مستمرة مع تقدم اليوم, حيث يتم تمثيل مسار الإشعاع الأول المتزامن في الصباح بواسطة الشعاع 31′ وفي منتصف اليوم بواسطة الشعاع 32′ وفي المساء بواسطة الشعاع 33′. وفي المقابل يتم إزاحة منطقة الخط البؤري للمُركز 11 في محورها الطولي فقط (الاتجاه 16), لكن ليس عرضياً عليها. ومع ذلك, يعد هذا ميزة لأن الشعاعين 31′ و 33′ يكونا ساقطين بشكل مائل على العنصر البصري 20 (الشكلان 2أ و 2ج) وأيضاً يدخلان جزئياً داخل العنصر ويتم انكسارهما وفقا للاختراع, لكن يتم أيضاً انعكاسهما جزئياً من سطح العنصر البصري الذي يكون ضاراً لكفاءة المجمع الشمسي 10 حيث أن الأشعة المنعكسة لا تصل منطقة النقطة البؤرية. ويكون هذا التأثير قريباً من صفر في حالة الشعاع 32′ ويزداد مع زيادة ميل الشعاعين 31′ و 33′ الساقطين على السطح السفلي للعنصر البصري 20.

يوضح شكل 4 تجهيزة وفقاً للاختراع والتي تزود معدل كفاءة تجهيزة المركز الثانية. يوضح الشكل, المناظر لشكل 2ج, قطاع عبر المجمع 20 في الاتجاه الطولي (سهم 16), حيث يتم توضيح

جزء فقط من القطاع الطولي من أجل الشرح التفصيلي للعلاقات عن طريق عنصر بصري عشوائي 20 للمُجمع 10 (شكل 2أ).

ويتم وضع العنصر البصري 20 محورياً بواسطة زوج حوامل 40 , 40′ (والذي يكون حامل واحد فقط منه 40′, الحامل الأمامي في الصورة, مرئياً) على حوامل موضوعة بدورها بشكل ثابت على أنبوب وحدة الامتصاص 12 (والتي يكون حامل واحد فقط منها 41′, الحامل الأمامي في الصورة, مرئياً). وهذا يسمح بارتكاز العنصر على محور في اتجاه السهم المزدوج 42, على الترتيب بهذه الطريقة, والذي يكون موازياً لمسار الإشعاع المتزامن لتجهيزة المركز الأولى, أي بحيث يمتد عمودياً على مسار الإشعاع الأول المتزامن. وفي الشكل يتم تمثيل مسار الإشعاع المتزامن بواسطة الشعاعين 31′ و 31**. ويتم تمثيل مسار الإشعاع الثاني بواسطة الشعاعين 15′ و 15**.

ويتم إطلاق الحركة المحورية بواسطة ذراع 48 يمكن تحريكه في اتجاه السهم المزدوج 47, حيث يتم توصيل الذراع بالعنصر البصري 20 (وجميع العناصر البصرية الأخرى للمُجمع 10). ويمكن أن يُنشط تحكم المجمع (غير موضح في الشكل للمساعدة على فهمه) مُحرك (غير موضح) الذراع 48 بحيث تكون محاذاة العنصر البصري 20 أثناء اليوم دائماً صحيحة. ويحدد نطاق تغذية الذراع 48 نطاق مُحاذاة العناصر البصرية 20, ويُناظر نطاق المحاذاة هذا ظروف إشعاع الوقت من اليوم السائدة في موقع المجمع 10 (شكل 3).

تمثل أزواج الحامل مع الحوامل 40 , 40′ و 41, 41′ وكذلك الذراع 47 مع المحرك المقترن والتحكم الخاص به وسيلة لمحاذاة المركز الواحد على الأقل (العناصر البصرية 20 في النموذج المصور) من تجهيزة المركز الثانية نسبةً إلى مسار إشعاع أول متزامن لتجهيزة المركز الأولى, وفقاً للوقت من اليوم.

النموذج المفضل الموضح في الشكل له ميزة أنه نتيجةً لزوج الحامل ذي الحامل 41, يتم وضع محور الدوران المركزي 43 في منطقة الفتحة الحرارية 45 بحيث, نتيجة لذلك, يتم تثبيت منطقة النقطة البؤرية 46 المشار إليها كخط منفصل بشكل ثابت في موضع ثابت عبر نطاق المحاذاة الكامل للعنصر البصري 20 (أو نطاق محاذاة المركز الواحد على الأقل لتجهيزة المركز الثانية).

وحيث أنه يتم وضع أنبوب وحدة الامتصاص 12 بشكل ثابت نسبةً إلى المركز 11, ينطبق هذا أيضاً على منطقة النقطة البؤرية 45. وبمعنى آخر, بُناءً على التجهيزة الموضحة, يتم تثبيت منطقة النقطة البؤرية 45 لمركز تجهيزة المركز الثانية (العنصر البصري 20) بشكل ثابت نسبةً إلى موضع ثابت بالنسبة إلى قطاع مُركز تجهيزة المركز الأولى (قطاع المركز 11 الموضح في الشكل هنا).

وتتيح هذه التجهيزة تقليل الفتحات الحرارية 45 بحيث توائم امتداد منطقة النقطة البؤرية الثابتة 46, أي لكي توائم تلك الأبعاد التي تنتج في مجملها عن تغيير محاذاة الإشعاع (شكل 3). وإذا لم يكن العنصر البصري 20 متوازياً وفقاً للاختراع سيتحتم أن تكون الفتحة الحرارية ذات طول يُناظر إزاحة منطقة النقطة البؤرية على مدار اليوم. وقد يؤدي التعرض الطويل للشمس أثناء اليوم أيضاً إلى فتحات حرارية فردية تلامس بعضها البعض, مما يؤدي إلى فتحة حرارية لأنبوب وحدة الامتصاص, والتي ستمتد بشكل مستمر بطول طولها الكلي. وهذا سيؤدي إلى فقدان حرارة مناظر والذي يمكن مع ذلك تجنبه وفقاً للاختراع.

يوضح شكل 5أ نموذجاً إضافياً وفقاً للاختراع, حيث يتم تعزيز النموذج وفقاً لشكل 4 بمرآتين مُحددتين 50 , 51. وسيكون نموذج مفضل من هذه المرايا معروفاً للخبراء كمُركز مركب مكافئ المقطع. وعلى حسب علم مُقدم الطلب فإن المركزات المركبة مُكافئية المقطع لم تُستخدم حتى الآن في المجمعات الشمسية ذات المركزات الخطية. ففي المركز المركب مكافئ المقطع تتميز المرايا 50 , 51 بقطاع جانبي مُناظر لفرع مقطع مُكافئ, حيث تقع النقطة البؤرية لهذا المقطع المكافئ على

الحد السفلي للمرآة المقابلة. ويتم تثبيت المرايا المحددة 50 , 51, من جانب, بالعنصر البصري 20 وبكتيفة علوية 58 على الجانب الآخر, مُثبتة نسبةً إلى العنصر البصري 20 وموضوعة محورياً مع العنصر البصري ذاته.

وتكون هذه المرايا المحددة 50 , 51 لها تأثير تصحيح أي استطارة للإشعاع المنعكس في مسار الإشعاع الأول. وتكون الاستطارة, من جانب, نتيجةً لزاوية فتحة الشمس بحيث يؤدي ذلك إلى عدم سقوط الإشعاع الشمسي كإشعاع متوازي, وتكون, على الجانب الآخر, نتيجةً للمُركز 11 ذاته الذي لا يمكن تصنيع سطحه بحيث يكون مثالياً هندسياً بتكلفة معقولة, وهو ما قد يؤدي إلى تداخل إضافي مع مسار الإشعاع. ويمكن أيضاً أن تؤدي أخطاء في العنصر البصري 20 إلى تداخل في مسار الإشعاع الثاني والذي يتم تصحيحه بواسطة المرايا المحددة 50 , 51.

في الشكل يتم توضيح شعاع 31** في مسار الإشعاع الأول وشعاع 15** في مسار الإشعاع الثاني. وبافتراض أن الشعاع 31** هو الشعاع المنعكس لشعاع مُنبعث من مركز الشمس, وأن المركز 11 مُهيأ بحيث يكون مثالياً هندسياً عند موضع الانعكاس. وفقاً لذلك يمتد الشعاع 15** بطريقة مثالية عبر مركز منطقة النقطة البؤرية 46.

يوضح الشكل أيضاً شعاع 53′ في مسار الإشعاع الأول وشعاع 54′ في مسار الإشعاع الثاني. وبافتراض أن الشعاع 53′ هو الشعاع المنعكس لشعاع مُنبعث من حافة الشمس, و/أو أن المركز 11 يشتمل على انحراف هندسي عند موضع الانعكاس. وفقاً لذلك لا يكون الشعاعان 31** و 53′ متوازيين, ولا يكون أيضاً الشعاع 54′ موازياً لمنطقة النقطة البؤرية 46 على الرغم من الانكسار في العنصر البصري 20 (أو بسبب خطأ في العنصر البصري 20), لكنه سوف يخطئها كما هو مُشار إليه بواسطة الخط المنفصل 47.

يصطدم الشعاع 54′ وفقاً لذلك على المرآة المحددة 50 ويتم انعكاسه بواسطة المرآة ذاتها كالشعاع 55′ داخل منطقة النقطة البؤرية 46.

يؤدي هذا الانعكاس عند المرآة المحددة 50 إلى تركيز الإشعاع المصطدم عليها بالنسبة إلى زاوية القبول الخاصة بها على منطقة النقطة البؤرية 46. وبمعنى آخر, تمثل المرايا المحددة 50 , 51 تجهيزة مُركز ثالثة, ذات مسار إشعاع ثالث, تقع منطقة النقطة البؤرية الخاصة بها عند موقع منطقة النقطة البؤرية 46 لمسار الإشعاع الثاني.

يوضح شكل 5ب مسقط من تجهيزة شكل 5أ في قطاع بطول المسطح AA لشكل 2أ. ما يُرى هو الجانب السفلي من العنصر البصري 20, الجزء الخلفي للمرآة المحددة 50, حيث يحدد التقاطع المشار إليه هنا نقطة اصطدام الشعاع 54′.

وعند هذه النقطة بإضافة أن الشكل يوضح استخدام المرايا المحددة 50 , 51 في قطاع طولي عبر المجمع 10, أي أن سطحها يمتد في الاتجاه 17, أي عرضياً. وقد يتم أيضاً محاذاة المرايا المحددة 50 , 51, مع ذلك, طولياً, في الاتجاه 16 بحيث يتم تصحيح مسار الإشعاع, على سبيل المثال, بواسطة إشعاع غير موازي ساقط من الشمس, نتيجةً لأخطاء في تقوس المركز 11 في الاتجاه العرضي (الاتجاه 17) أو نتيجةً لأخطاء فعالة في الاتجاه العرضي في العنصر البصري 20 بواسطة تركيز إضافي في مسار إشعاع ثالث.

وفي نموذج إضافي مُفضل يتم تزويد مرايا مُحددة لتصحيح مسار الإشعاع في الاتجاه الطولي وفي الاتجاه العرضي.

يوضح شكل 6أ مُجمع 60 مُهيأ وفقاً للاختراع, تشتمل تجهيزة المركز الأولى الخاصة به على قطاعات مُركز عديدة تمتد طولياً وبشكل مجاور 61 , 62. وعند هذه النقطة يجب ذكر أن

تجهيزة المركز الأولى قد تشتمل على, ليس قطاعين ولكن أربع أو ست أو ثمان أو أكثر من قطاعات المركز هذه على سبيل المثال.

يشتمل نموذج إضافي لمجمع شمسي من النوع الموضح في الشكل 6أ على مُجمع حوضي مزود بمُركز طوله 50 متر, حيث يشتمل المركز على قطاعين متوازيين عرض كل منهما 4 متر, واللذان يكونا مقوسين بحيث تكون منطقة الخط البؤري الخاصة بهما عند حيز 3 متر. وقد يتم تهيئة العناصر البصرية, ليس كأشكال لوحية الشكل, ولكن كأغلفة نصفية مقوسة في الاتجاه العرضي (مع بنية فرينل مناسبة), وقد تكون بالتالي ذات نصف قطر تقوس 200 مليمتر وطول 200 مليمتر. ووفقاً لذلك يتم تزويد تقريباً 250 عنصر بصري بطول طول أنبوب وحدة الامتصاص, حيث يكون أنبوب وحدة الامتصاص (شكل 10) به 250 فتحات حرارية.

ويكون كل قطاع مُركز 61, 62 مقترناً بصف 63, 64 من العناصر البصرية 65, 66, حيث يكون أيضاً كل عنصر بصري 65, 66 مقترناً بتشغيل حراري منفصل 67, 68 في أنبوب وحدة الامتصاص 69. أيضاً, لفهم الشكل بشكل أفضل, تم حذف حوامل العناصر البصرية 65, 66 والعناصر الأخرى غير اللازمة لفهم الاختراع. وعند هذه النقطة يجب ذكر أنه قد يتم اقتران العناصر البصرية 65, 66 المتجاورة في الاتجاه العرضي مع فتحة حرارية واحدة.

ويتم انعكاس شعاع شمس 70 في قطاع المركز 61 كشعاع 71 (مسار الإشعاع الأول لقطاع المركز 61), مُنكسر بواسطة العنصر البصري 65 وموجه كشعاع 72 (مسار الإشعاع الثاني للعنصر البصري 65) داخل منطقة نقطة بؤرية غير مرئية في الشكل عند موضع الفتحة الحرارية المخفية 67.

وعلى غرار ذلك يتم انعكاس شعاع شمس 74 داخل قطاع المركز 62 كشعاع 75 (مسار الإشعاع الأول لقطاع المركز 62), مُنكسر بواسطة العنصر البصري 66 وموجه كشعاع 76

(مسار الإشعاع الثاني للعنصر البصري 66) داخل منطقة نقطة بؤرية 78 عند موضع الفتحة الحرارية 68.

هذه التجهيزة بها ميزة أن الامتداد العرضي (الاتجاه 17) لقطاعات المركز الفردية 61, 62 أصغر منه في حالة مُركز واحد بحيث نسبةً إلى مُركز أوسع, تكون مناطق نقطة بؤرية أصغر ممكنة التحقيق (زاوية فتحة الشمس). وهذا يؤدي أيضاً إلى فتحات حرارية أصغر 67, 68 يكون سطحها الكلي أصغر من سطح الفتحات الحرارية لمركز واحد فقط ولكنه أوسع بشكل واضح. وينطبق الأمر ذاته في الاتجاه الطولي: بدلاً من الفتحة الحرارية (ليس مهماً إذا ما تم تكوين هذا مادياً أو لا, انظر أعلاه) التي تمتد بطريقة تقليدية بدون انقطاع بطول طول أنبوب وحدة الامتصاص 69, وتكون الفتحات الحرارية المتباعدة الموضوعة بطول طول أنبوب وحدة الامتصاص 69 ممكنة الآن, والتي تَشغل في الإجمالي سطح أصغر من الفتحة الحرارية المستمرة وفقاً للفن السابق.

وبشكل طبيعي, يتم وضع جميع العناصر البصرية 65, 66 محورياً, وفقاً للاختراع, على أنبوب وحدة الامتصاص 69 كما هو موضح عن طريق المثال في الأشكال من 4 إلى 5ب. أيضاً يتم تهيئة العناصر البصرية 65, 66 كعدسات فرينل, كما هو موصوف أعلاه.

يوضح شكل 6ب مُجمع مُعدل بشكل طفيف 70 نسبةً إلى شكل 6أ, مزود أيضاً بقطاعي مُركز 71, 72 وصفين 73, 74 من العناصر البصرية 20. وكما ذُكر أعلاه, من الممكن بالطبع تزويد, على سبيل المثال, ست قطاعات مُركز وست صفوف من العناصر البصرية 20. وتكون العناصر البصرية 20 لكل صف 73, 74 موازية لقطاع المركز المقترن على الترتيب 71, 72 وتكون بالتالي مُثبتة بشكل مائل بحيث يمكن أن تكون مُرتكزة على محور في مُسطح مائل مُشار إليه بواسطة الخطوط المتقطعة 75, 76, وفقاً للاختراع. ونتيجةً لمحاذاة العناصر البصرية 20 بهذه

الطريقة يتم كذلك تحسين كفاءة التجهيزة. ويوضح الشكل أيضاً شعاع شمس 80 وشعاع مُنعكس 81 يمثل مسار الإشعاع الأول لقطاع المركز 71 وشعاع 82 يمثل مسار إشعاع ثاني يمتد بطريقة صحيحة (والذي يعبر بالتالي المرآة المحددة 50). أيضاً يوضح الشكل شريحة متحركة 83 وكذلك أجزاء إطار جانبية 84 و 85 والتي يتم تثبيت قطاعات المركز 71, 72 بينها. وبشكل مُفضل يتم اختيار عرض الشريحة 83 بحيث يتم تظليل الشريحة فقط بواسطة صفّا 73, 74 العناصر البصرية 20.

وفي نموذج إضافي مُفضل يتم أيضاً تحسين العدسة 230 التي تشتمل على بنية فرينل وفقاً لشكل 7أ لتقليل الأخطاء عبر الزيغ اللوني إلى الحد الأدنى:

يوضح شكل 7أ قطاع في الاتجاه العرضي 17 عبر عدسة فرينل 230 عند تركيبها, يمتد القطاع بطول أحد الدرجات 233. وفي هذا القطاع, للمساعدة في فهم الشكل, يتم فقط توضيح نصف عدسة فرينل 230, والتي يتم وضعها يسار الخط المتقطع من التماثل 35, مع مسار الإشعاع الممتد عبرها. وتكون أشعة الشمس 206iv إلى 206vi المنعكسة بواسطة تجهيزة المركز الأولى (المركز 11 / القطاعات 71, 72 هنا) ساقطة على السطح السفلى الفعال بصرياً 231, ويتم انكسارها عند هذا السطح في اتجاه خط الفادن 236, ثم بعد ذلك تتقدم عبر جسم عدسة فرينل 230 بقدر السطح العلوي الفعال بصرياً 232 وتغادر الجسم ذاته كالأشعة 215iv إلى 215vi , حيث يتم انكسارها بعيداً عن خط الفادن عند السطح العلوي 232. وحيث أن الدرجات 233 والجوانب 234 تمتد في الاتجاه العرضي 17, يترتب على ذلك أن الأشعة المنكسرة مرتين 215iv إلى 215vi تكون انحرافة بشكل طفيف بالتوازي, حيث يكون انحراف الأشعة الخارجية أكبر من انحراف الأشعة الداخلية وهو ما يمكن أن يؤدي إلى اتساع منطقة النقطة البؤرية بشكل ضار بناءً على الحالة الفعلية. ويتم توضيح هذا نوعياً (وبشكل مُكبر) بواسطة استمرارات الخط المنفصل للأشعة 26iv إلى 26v: إذا لم يتم انكسار الأشعة

26[iv] إلى 26[v] مرتين, ستكون مُركزة جيداً على الفتحة الحرارية 229 لأنبوب وحدة الامتصاص 228. ويكون الانحراف المتوازي الموصوف نتيجةً لانكسار الأشعة بحيث يصل فقط بعض الأشعة 215[iv] إلى 215[vi] إلى الفتحة الحرارية 229, والتي لا يمكن أن تكون مُثلى.

يوضح شكل 8أ نموذج أمثل في هذا الصدد. يتم توضيح عنصر بصري مُهيأ كعدسة شبكة فرينل 240, يكون سطحها السفلي الفعال بصرياً 241 مُركباً, ويشتمل سطحها العلوي الفعال بصرياً 242, بعيداً عن المنطقة المركزية 243, على بنية شبكة فرينل. وتناظر البنية الأساسية لعدسة شبكة فرينل 240 بنية العنصر البصري 230. ويقع الانحراف بالنسبة للعنصر البصري 230 في تهيئة الجوانب 244 والتي بدورها يتم تقسيمها إلى أوجه صغيرة 245, حيث يكون كل وجه صغير 245, عند تركيبه, مائلاً بطريقة مختلفة في الاتجاه العرضي 217. الكيفية, موضحة في شكل 8ب عن طريق شعاع ساقط 26[vii], والذي يتم انكساره عندما يمر عبر السطح السفلي الفعال بصرياً 241 في اتجاه خط الفادن ويعبر جسم العنصر 241, حتى يتم انكساره مرة أخرى عند الخروج عند السطح العلوي الفعال بصرياً 242 المكون بواسطة الوجه الصغير النسبي 245 ويصل فتحة 229 أنبوب وحدة الامتصاص 228 كالشعاع 215[vii].

وكما هو موصوف بالإشارة إلى شكل 7ب, سيصل الشعاع 206[vii], إذا لم يمر عبر العنصر البصري, الفتحة الحرارية 229 (الخط المنفصل 246) إذا لم يكن انحرافاً بالتوازي كنتيجةً لانكساره مرتين أثناء المرور عبر العنصر البصري, الذي يتم الإشارة إليه بواسطة الخط المتقطع 247 المناظر لشكل 6ب. وفي الواقع, يكون الشعاع 206[vii] حينها منكسراً عند الوجه الصغير المائل 245 بحيث يتم معادلة الانحراف بواسطة الانحراف بحيث يصل الشعاع 215[vii] الفتحة الحرارية 229.

أيضاً, يكون الخبير قادراً عملياً على تحديد مخطط بنية شبكة فرينل (حجم الأسطح الصغير 245 على سبيل المثال) وأيضاً ميل كل وجه من الأوجه الصغيرة.

يتم توضيح نموذج إضافي لعنصر بصري مُهيأ كعدسة شبكة فرينل 250 في شكل 8ج, حيث يتم تزويد كلا السطحين السفلي والعلوي الفعالين بصرياً 251, 252 ببنية شبكة فرينل. أيضاً يناظر القطاع عبر عدسة شبكة فرينل 250 القطاع وفقاً لشكل 3. وتناظر الأوجه الصغيرة 256 في السطح السفلي 251 الأوجه الصغيرة 255 في السطح العلوي 252, بحيث يصطدم شعاع شمس مُنعكس ساقط 206[ix] عمودياً على الأوجه الصغيرة 256, 255 ولا ينكسر بواسطتها, بحيث يتم إيقاف زيغ لوني في المسطح الموضح. وبشكل مُفضل تكون بعد ذلك الأوجه الصغيرة 255 في السطح العلوي 252 مائلة عمودياً باتجاه المسطح في الشكل (ميل في الاتجاه 16) بحيث يتم تركيز الأشعة 215[ix] في منطقة نقطة بؤرية عند موضع الفتحة الحرارية 229. يتم هنا أيضاً تكوين منطقة مركزية 253, 254 والتي تكون بدون أوجه صغيرة 246, 255.

يكون الخبير قادراً عملياً على تحديد مخطط بنيات شبكة فرينل وبالتالي أيضاً ميل كل وجه من الأوجه الصغيرة 255, 256.

يوضح شكل 9 أخيراً في شكل مخطط مقارنة بين أنبوب وحدة امتصاص تقليدي, والذي إذا ما تم رؤيته في مقطع عرضي يشتمل على فتحة حرارية واحدة واسعة وتجهيزة وحدة امتصاص / أنبوب وحدة امتصاص كما تم اقتراحها هنا, أي تشتمل على فتحتين حراريتين موضوعتين بشكل متجاور وفقاً لشكل 6ب, على سبيل المثال.

يرمز أ إلى العرض (الأكبر) للفتحة الحرارية لأنبوب وحدة الامتصاص التقليدي, ويرمز ب إلى عرض كل فتحة من الفتحتين الحراريتين لأنبوب وحدة الامتصاص وفقاً للاختراع (شكل 6ب).

وقد يتم اقتران كل من أنبوبي وحدة الامتصاص (أي الأنبوب التقليدي والأنبوب وفقاً للاختراع) بنفس المركز للمقارنة, حيث يسجل أنبوب وحدة الامتصاص التقليدي مع فتحته الحرارية جميع مناطق الخط البؤري للمُركز بأكمله, بينما يتم اقتران الفتحات الحرارية لأنبوب وحدة الامتصاص وفقاً للاختراع على الترتيب بنصف واحد من هذا المركز / منطقة الخط البؤري لهذا النصف.

ترمز التقوسات أعلى قيم العرض المرسومة أ و ب إلى القوة الممتصة بواسطة الفتحات الحرارية النسبية بواسطة الإشعاع المركز. ويوضح التقوس 230 القوة الممتصة بواسطة أنبوب وحدة الامتصاص التقليدية المزودة بفتحة حرارية فردية واحدة للعرض النسبي أ لهذه الفتحة. وفي المقابل يوضح التقوسان 321 و 322 القوة الممتصة بواسطة أنبوب وحدة الامتصاص وفقاً للاختراع بواسطة الفتحات الحرارية المتجاورة لكل منهما.

يناظر الاختلاف في القوة الممتصة بواسطة أنبوب وحدة امتصاص تقليدية بالنسبة إلى أنبوب وحدة امتصاص وفقاً للاختراع الاختلاف بين السطح المظلل والسطحين المظللين في شكل 9. وتكون الأسطح المظللة مساوية للمنطقة المظللة أو أكبر منها قليلاً. وبالتالي تكون القوة الممتصة بواسطة أنبوب وحدة الامتصاص وفقاً للاختراع المزودة بفتحتين حراريتين أقل عرضاً بنفس حجم أنبوب وحدة الامتصاص التقليدي المزود بفتحة حرارية واحدة فقط أو أكبر منه قليلاً.

ويكون هذا التأثير ناتجاً عن زاوية فتحة الشمس, والتي يستطير الإشعاع المنعكس في المركز اللازم وفقاً لها في منطقة خط بؤري, والذي يزداد تأثيره بزيادة حيز مناطق حافة المركز.

وباختصار يمكن أيضاً زيادة كفاءة المجمع وفقاً للاختراع, كما يلي؛

فمن جانب يتم إحلال الفتحة الحرارية التقليدية المهيأة كشقب واحد متمدد في الاتجاه الطولي داخل عدد من الفتحات الحرارية الأصغر, التي تمثل منطقة كلية لفتحات أصغر والتي تكون أصغر

من منطقة الفتحة الحرارية الواحدة. ويكون هذا ممكناً نتيجةً لاستخدام تجهيزة مُركز ثانية والتي تقوم بإحلال منطقة الخط البؤري لمركز الحوضي داخل مناطق النقطة البؤرية.

ويتم بعد ذلك إحلال الفتحة الحرارية التقليدية التي تمتد أعلى طول أنبوب وحدة الامتصاص داخل فتحات حرارية ذات عرض أقل والتي تقع بجوار بعضها البعض عند رؤيتها في مقطع عرضي, ويتم اقتران كل فتحة من الفتحات الأقل عرضاً بقطاع مُركز. وبالتالي بالنسبة لمنطقة كلية أصغر من الفتحات الحرارية يكون مدخل الحرارة داخل أنبوب وحدة الامتصاص هو ذاته بالنسبة إلى فتحة حرارية واحدة.

يوضح الشكلان 10أ و 10ب نموذج إضافي من الاختراع الحالي, والتي تشتمل فيه تجهيزة المركز الثانية على, ليس عنصر بصري شفاف ولكن مرآة. ففي شكل 10أ يتم توضيح مُجمع شمسي 100, مزود بخلية ضغط 101 كما هو معروف, موضوع داخل إطار 102 والذي يكون بدوره موضوع محورياً على قاعدة 103 لتتبع الشمس.

وتكون خلية الضغط 101 بها تجهيزة مُركز أولى مزودة بمُركز متعدد الأجزاء يتكون من قطاعات 104 و 105 موضوعة داخلة, حيث, وفقاً للاختراع, يتم تزويد تجهيزة مُركز ثانية من جزئين, تشتمل على مرايا 106 و 107. وتقع كل مرآة 106, 107 في مسار إشعاع قطاع المركز 104, 105 المقترن بها. ويتم تمثيل الإشعاع الشمسي الساقط بواسطة الأشعة 110, 111, ويتم تمثيل مسار إشعاع قطاعات المركز 104 و 105 بواسطة الأشعة المنعكسة 112, 113. وتقع المرايا 106, 107 في مسار الإشعاع قبل منطقة الخط البؤري لقطاع المركز النسبي 104, 105. ويتم تمثيل مسار إشعاع المرايا 106, 107 للإشعاع الشمسي المنعكس 112, 113 بواسطة الإشعاع 114, 115 المنعكس عند المرايا. ويتم تركيز هذا الإشعاع المنعكس 114,

115, وفقاً للاختراع, بواسطة المرايا 106, 107 في منطقة نقطة بؤرية 116 والتي تقع في فتحة مقترنة من أنبوب وحدة الامتصاص.

ويتم توضيح التقوس اللازم للمرايا 106, 107 تخطيطياً في شكل 7ب. وبصورة بديلة قد يتم تزويد المرايا 106, 107 ببنية فرينل, وتحديداً ببنية شبكة فرينل بشكل مفضل. يمثل شكل 7ب مسقط على جزء من المجمع الشمسي 100, حيث يناظر اتجاه المسقط تقريباً اتجاه السهم للرمز المرجعي 100 في شكل 7أ. وللمساعدة في فهم الشكل يتم فقط توضيح أنبوب وحدة الامتصاص 120 وإحدى الفتحات الحرارية 121 ومرآة 107 مقترنة بهذه الفتحة 121. ويتم الإشارة إلى المرايا المتجاورة والمهيأة بطريقة مماثلة 107' والموضحة على أنها موضوعة في صف أسفل أنبوب وحدة الامتصاص 120 عبر طوله الإجمالي (السهم 16), بواسطة خطوط منفصلة, حيث يتم اقتران كل مرآة 107' بدورها بفتحة 121.

وتكون المرآة 107 مقوسة (بطريقة مُقعرة) في الاتجاه الطولي 16 بحيث, يُرى في الاتجاه الطولي, يتم تركيز جميع الأشعة الساقطة 113 على منطقة النقطة البؤرية 116, وتكون أيضاً مقوسة (بطريقة مُقعرة) إضافياً في الاتجاه العرضي بحيث تسهل التركيز على منطقة النقطة البؤرية 116 في الاتجاه العرضي.

يوضح شكل 10ج تجهيزة الشكلين 10أ و 10ب, حيث يتم وفقاً للاختراع تزويد وسيلة لمحاذاة المرآة 107 في منطقة مُحاذاة بالنسبة لمسار إشعاع متزامن لتجهيزة المركز الأولى. وتشتمل هذه الوسيلة على دعامة 122 يتم عليها وضع المرايا 107 محورياً حول محور دوران مركزي 123, حيث يتم إطلاق الحركة المحورية بواسطة ذراع 124 يتم تنشيطه بواسطة مُحرك غير موضح في الشكل للمساعدة على الفهم.

وبشكل مُفضل تشتمل المرايا على بنية شبكة فرينل والتي يمكن أن يحددها الخبراء عملياً بطريقة بحيث يتم تحقيق النجاح المطلوب وفقاً للاختراع. وقد يتم تصنيع المرايا من هذا النوع كقوالب حيث قد يتم على سبيل المثال تزويد السطح البصري الفعال للقالب بطلاء انعكاسي مناسب.

وتتمثل ميزة التجهيزات الموضحة في الأشكال في أنه قد يتم وضع تجهيزة المركز الثانية داخل خلية الضغط لتجهيزة المركز الأولى وبالتالي حمايتها ضد التلوث. وهذا يوفر مبدئياً مصروفات التنظيف الكبيرة عند اعتبار حقيقة أن بنيات فرينل المدرجة بدقة للعناصر البصرية غير المحمية بواسطة خلية الضغط أو بنيات شبكة فرينل في المرايا يمكن تنظيفها بشكل كافي فقط بقدر كبير من التكلفة, والتي بدون هذه التكلفة الباهظة سوف تؤدي إلى عمليات فقدان في مخرج المجمع.

وباختصار يشمل الاختراع الحالي, على وجه التحديد, على النقاط التالية:

أ. مُجمع شمسي مزود بتجهيزة مُركز أولى تشتمل على مسار إشعاع أول مع منطقة خط بؤري لتغيير الإشعاع الشمسي الساقط عليها داخل نطاق تشغيل ومع تجهيزة وحدة امتصاص للإشعاع المركز, تتميز بتجهيزة مُركز ثانية مزودة بمُركز إضافي واحد على الأقل موضوع في مسار الإشعاع الأول قبل منطقة الخط البؤري الخاصة به ولجزء منه يشتمل على مسار إشعاع ثاني مع منطقة نقطة بؤرية, حيث تشتمل تجهيزة المركز الثانية على وسيلة للمحاذاة المستمرة في منطقة محاذاة للمُركز الإضافي الواحد على الأقل نسبةً إلى مسار إشعاع متزامن لتجهيزة المركز الأولى.

ب. مُجمع شمسي وفقاً للنقطة أ, حيث يتم تهيئة العنصر البصري كأنبوب وحدة امتصاص وتشتمل تجهيزة المركز الثانية على صف واحد على الأقل من المركزات الإضافية الموضوع واحدة تلو الأخرى أعلى طول أنبوب وحدة الامتصاص, وحيث يتم عند كل موضع أعلى طول أنبوب وحدة الامتصاص اقتران فتحة حرارية واحدة على الأقل بالمركز الإضافي الواحد على الأقل الموضوع هناك, وحيث يتم بشكل مُفضل تزويد صفوف عديدة من المركزات الإضافية, ويتم

اقتران كل مُركز إضافي من كل صف بفتحة حرارية مُنفصلة, وحيث تقوم وسيلة المحاذاة المستمرة للمُركزات الإضافية بتثبيت مناطق النقطة البؤرية الخاصة بها في الفتحة الحرارية المقترنة بشكل ثابت.

وقد تشمل هاتان النقطتان نماذج إضافية وفقاً لعناصر الحماية التابعة.

5

عناصر الحماية

1- مُجمع شمسي مزود بتجهيزة مُركز أولى تشتمل على مسار إشعاع أول مع منطقة خط بؤري لتغيير الإشعاع الشمسي الساقط عليها داخل نطاق تشغيل, ومزود بتجهيزة وحدة امتصاص للإشعاع المركز, يتميز بأن تجهيزة المركز الأولى تشتمل على قطاعات مُركز عديدة كلٌ مع منطقة خط بؤري, ويتم تزويد تجهيزة مُركز ثانية بصفوف عديدة من المركزات الإضافية موضوعة واحدة تلو الأخرى أعلى طول تجهيزة وحدة الامتصاص, حيث يتم اقتران المركزات الإضافية لكل صف على الترتيب بمنطقة خط بؤري وتكون في مسار الإشعاع الأول قبل منطقة الخط البؤري النسبية, وتشتمل المركزات الإضافية, على الجزء الخاص بها, على مسار إشعاع ثاني مع منطقة نقطة بؤرية واحدة لكل منها, وحيث يشتمل المجمع على وسيلة للمُحاذاة المستمرة في منطقة مُحاذاة المركزات الإضافية نسبةً إلى مسار إشعاع متزامن لقطاعات مُركز تجهيزة المركز الأولى, حيث يتم أعلى طول تجهيزة وحدة الامتصاص اقتران كل مُركز إضافي لكل صف بفتحة حرارية, والتي يتم وضع فتحاتها, على جانبها, على تجهيزة وحدة الامتصاص في صفوف ممتدة بطريقة متجاورة, وحيث تقوم وسيلة المحاذاة المستمرة للمركزات الإضافية بتثبيت مناطق النقطة البؤرية الخاصة بها بشكل ثابت في الفتحة الحرارية المقترنة.

2- المجمع الشمسي وفقاً لعنصر الحماية 1, حيث يتم تهيئة تجهيزة وحدة الامتصاص كأنبوب وحدة امتصاص, ويتم بصورة مُفضلة تزويد وسيلة المحاذاة داخل تجهيزة المركز الثانية.

3- المجمع الشمسي وفقاً لعنصر الحماية 1 أو 2, حيث تُلقي المركزات الإضافية أثناء التشغيل ظلاً على حيز بين قطاعي مُركز.

4- المجمع الشمسي وفقاً لعنصر الحماية 1, حيث يتم توفير قطاعين, وبشكل مُفضل أربع قطاعات, وبشكل أكثر تفضيلاً ست قطاعات, وبشكل أكثر تفضيلاً بشكل خاص ثمان قطاعات مُركز.

5- المجمع الشمسي وفقاً لعنصر الحماية 1 أو 2, حيث يتم وضع الخلايا الفلطائية الضوئية داخل كل فتحة حرارية.

6- المجمع الشمسي وفقاً لأحد عناصر الحماية من 1 إلى 5, حيث يتم تهيئة المركزات الإضافية كعناصر بصرية شفافة للإشعاع الشمسي, والتي تشتمل عناصرها بشكل مُفضل على بنية فرينل, ويفضل بشكل خاص بنية شبكة فرينل.

7- المجمع الشمسي وفقاً لعنصر الحماية 6, حيث تشتمل عدسة فرينل على بنية شبكة فرينل بحيث يتم انحرافة انحراف من الشعاع المار نتيجةً لسُمك العدسة بحيث يصل الشعاع إلى الفتحة الحرارية على الرغم من الانحراف.

8- المجمع الشمسي وفقاً لأحد عناصر الحماية من 1 إلى 5, حيث تشتمل المركزات الإضافية على مرايا تعكس الإشعاع داخل منطقة نقطة بؤرية.

9- المجمع الشمسي وفقاً لأحد عناصر الحماية من 1 إلى 8, حيث يتم تحديد مسار الإشعاع الثاني بين مُركز إضافي ومنطقة النقطة البؤرية الخاصة به بواسطة مرايا تحديد موضوعة جانبياً في مسار الإشعاع, وتشتمل هذه المرايا على مسار إشعاع ثالث للإشعاع المركز بواسطة المركز الإضافي الواحد على الأقل, وبشكل مُفضل مع منطقة نقطة بؤرية موضوعة عند موضع منطقة النقطة البؤرية لمسار الإشعاع الثاني.

10- المجمع الشمسي وفقاً لعنصر الحماية 9, حيث تشتمل المرايا المحددة على مُركز مُركب مُكافئي المقطع.

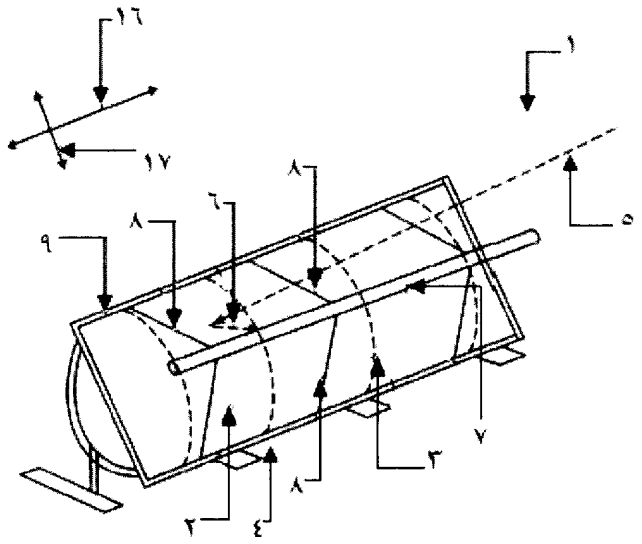
11- المجمع الشمسي وفقاً لأحد عناصر الحماية من 1 إلى 10, حيث يتم وضع الفتحات الحرارية في صفوف عديدة تمتد بالتوازي مع بعضها البعض بطول طول تجهيزة وحدة الامتصاص, وحيث يتم تجميع الفتحات الحرارية لكل صف بجوار بعضها البعض بشكل مُفضل بمستوى ارتفاع أنبوب وحدة الامتصاص ويتم وضعها مجموعة بمجموعة واحدة تلو

الأخرى بطول طول أنبوب وحدة الامتصاص.

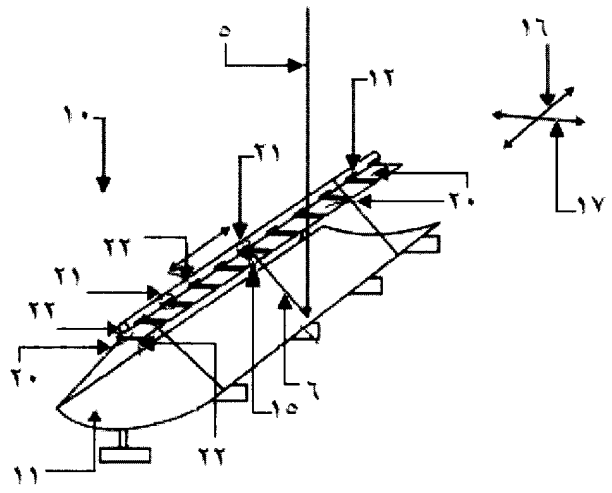
12- المجمع الشمسي وفقاً لعنصر الحماية 1, حيث يتم وضع الفتحات الحرارية في صفين, وبشكل مُفضل في أربع صفوف, وبشكل أكثر تفضيلاً في ست صفوف, وبشكل مُفضل بشكل خاص في ثمان صفوف.

13- المجمع الشمسي وفقاً لعنصر الحماية 11, حيث يتم عزل تجهيزة وحدة الامتصاص المهيأة بشكل مُفضل كأنبوب وحدة امتصاص خارجياً حول المحيط بالكامل بما في ذلك المناطق التي بين الفتحات الحرارية.

14- المجمع الشمسي وفقاً لأحد عناصر الحماية من 1 إلى 13, حيث يتم توصيل المركزات الإضافية لتجهيزة المركز الثانية بتجهيزة حامل موضوعة محورياً بشكل مُفضل على عنصر وحدة الامتصاص وحيث يقع محور الدوران المركزي بشكل مُفضل في منطقة النقطة البؤرية للمُركز الإضافي.

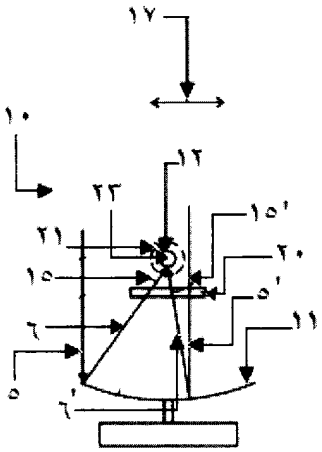


شكل ١

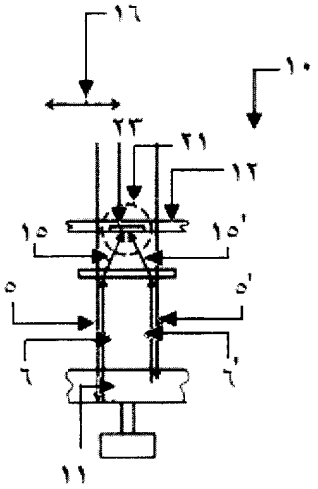


شكل ٢أ

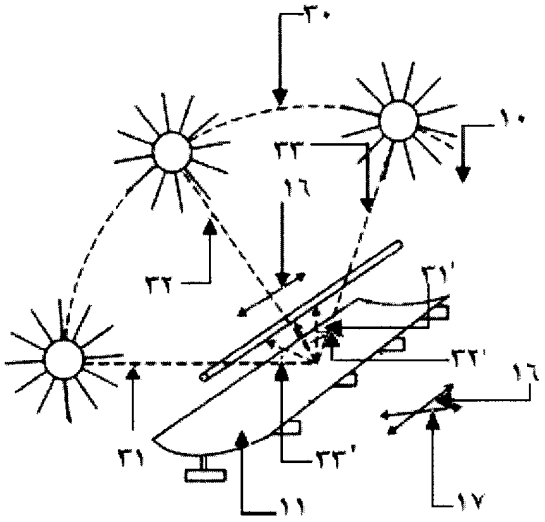
أصل			
اسم الطالب			
عدد اللوحات	10	رقم اللوحة	1
رقم الطلب/التاريخ/الساعة			
توقيع الوكيل / الطالب			



شكل ٢ب

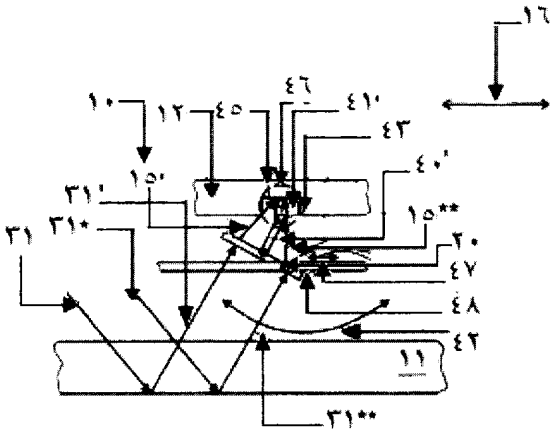


شكل ٢ج

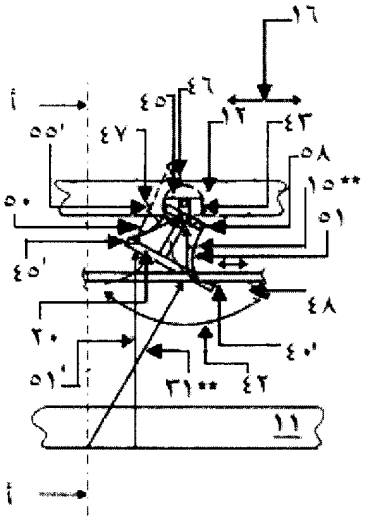


شكل ٣

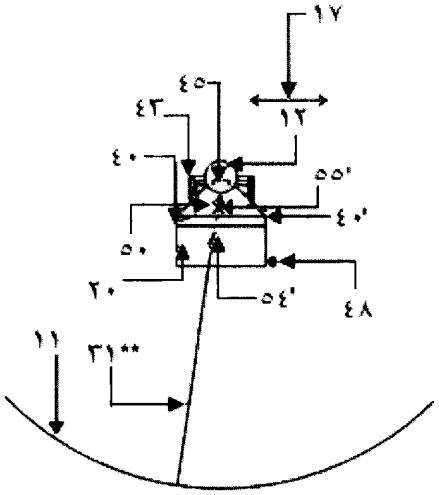
أصل			
اسم الطالب			
عدد اللوحات	10	رقم اللوحة	2
رقم الطلب/التاريخ/الساعة			
توقيع الوكيل / الطالب			



شكل ٤

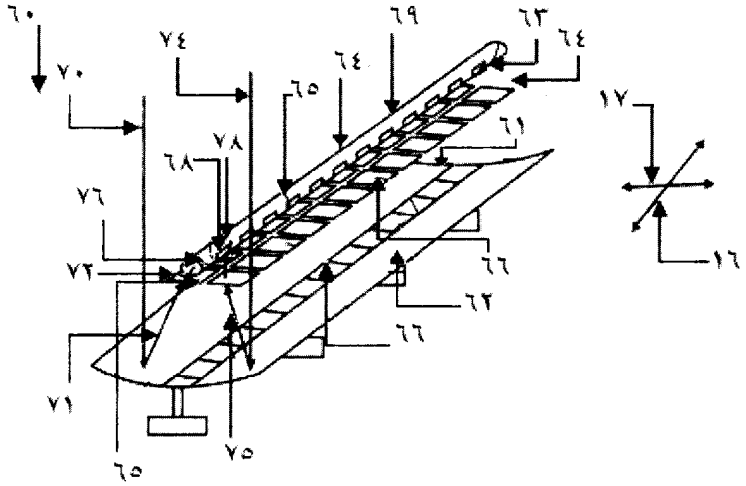


شكل ٥أ

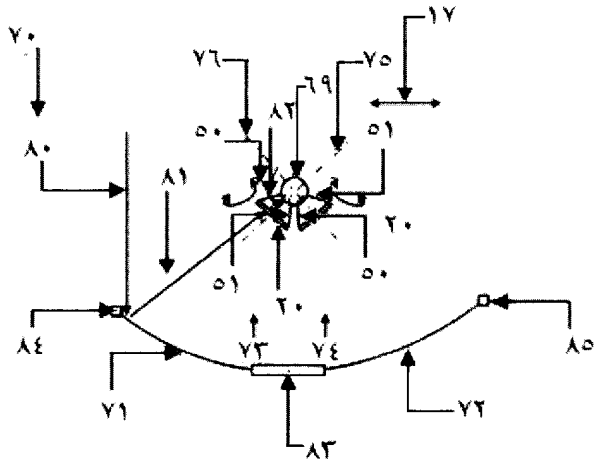


شكل ٥ب

أصل			
اسم الطالب			
عدد اللوحات	10	رقم اللوحة	3
رقم الطلب/التاريخ/الساعة			
توقيع الوكيل / الطالب			

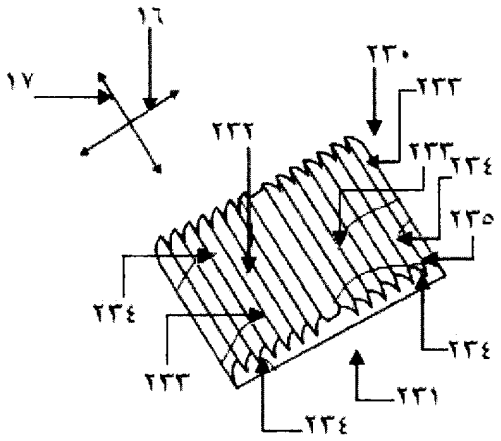


شكل ٦أ

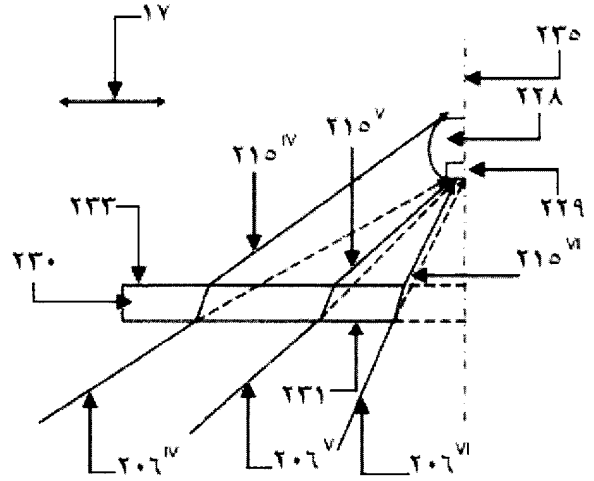


شكل ٦ب

أصل			
اسم الطالب			
عدد اللوحات	10	رقم اللوحة	4
رقم الطلب/التاريخ/الساعة			
توقيع الوكيل / الطالب			

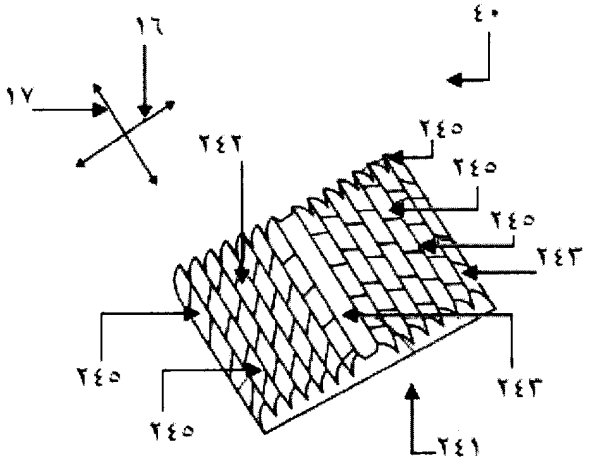


شكل ٧أ

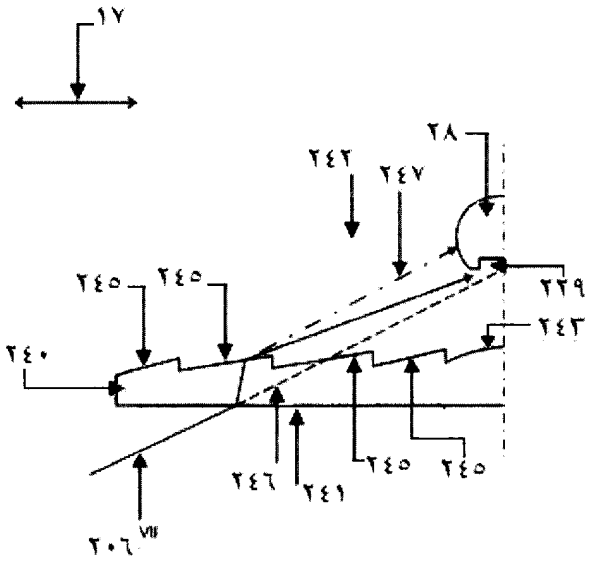


شكل ٧ب

أصل			
اسم الطالب			
عدد اللوحات	10	رقم اللوحة	5
رقم الطلب/التاريخ/الساعة			
توقيع الوكيل / الطالب			

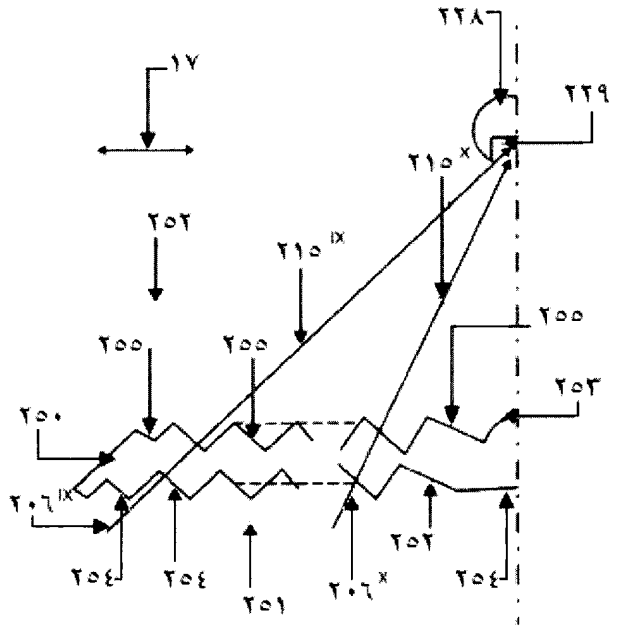


شكل ٨أ



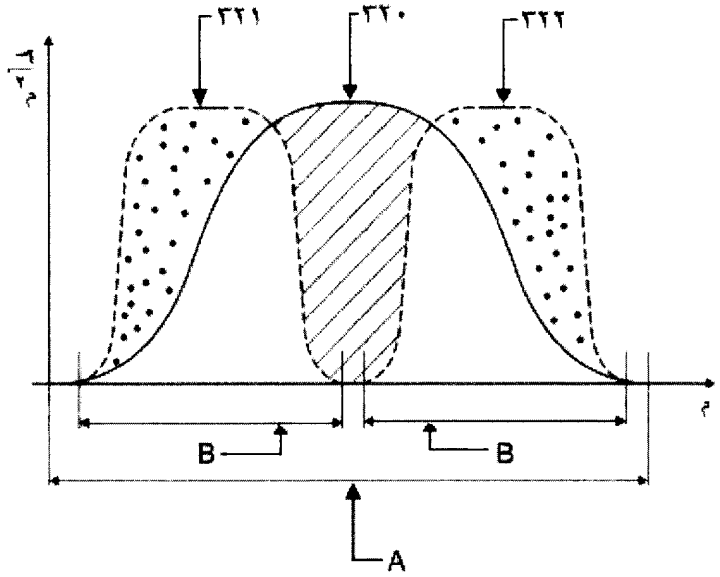
شكل ٨ب

أصل			
اسم الطالب			
عدد اللوحات	10	رقم اللوحة	6
رقم الطلب/التاريخ/الساعة			
توقيع الوكيل / الطالب			



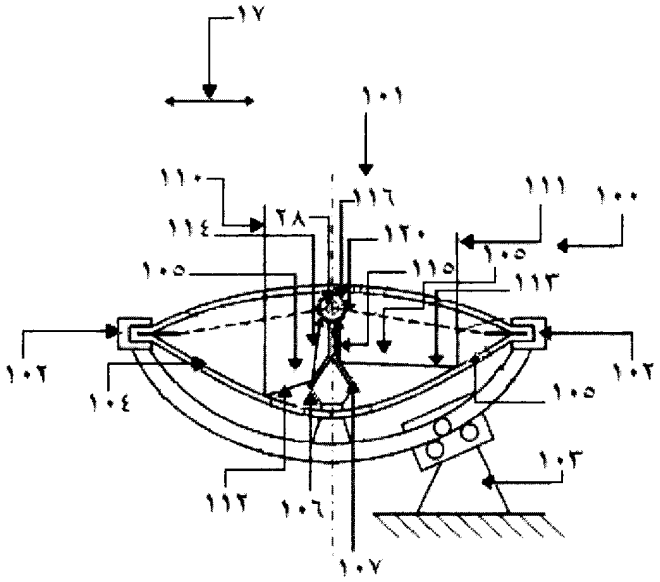
شكل ٨ج

أصل			
اسم الطالب			
عدد اللوحات	10	رقم اللوحة	7
رقم الطلب/التاريخ/الساعة			
توقيع الوكيل / الطالب			

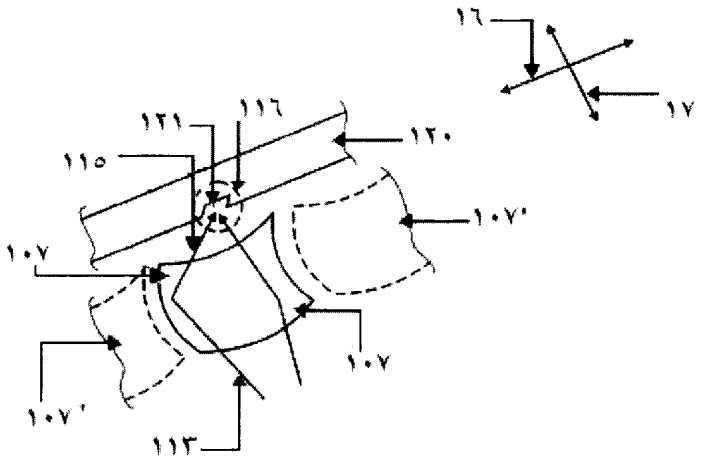


شكل ٩

أصل			
اسم الطالب			
عدد اللوحات	10	رقم اللوحة	8
رقم الطلب/التاريخ/الساعة			
توقيع الوكيل / الطالب			

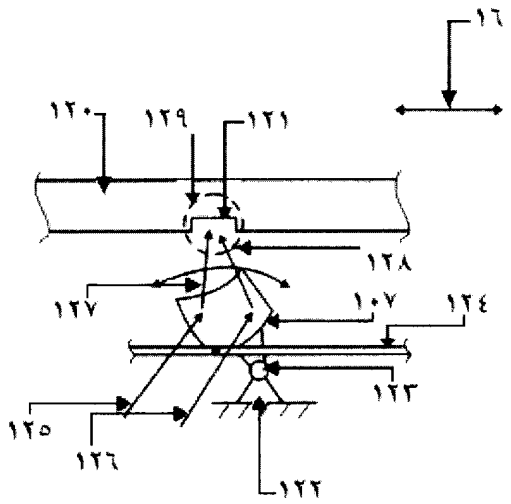


شكل ١٠أ



شكل ١٠ب

أصل			
اسم الطالب			
عدد اللوحات	10	رقم اللوحة	9
رقم الطلب/التاريخ/الساعة			
توقيع الوكيل / الطالب			



شكل ١٠ج

أصل			
اسم الطالب			
عدد اللوحات	10	رقم اللوحة	10
رقم الطلب/التاريخ/الساعة			
توقيع الوكيل / الطالب			