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 35834 B1

(43) Date de publication :
01.12.2014

(51) Cl. internationale :
F24J 2/10; F24J 2/46; F24J 2/16

---

(21) N° Dépôt :
37136

(22) Date de Dépôt :
13.06.2014

(30) Données de Priorité :
16.12.2011 DE 10 2011 088 830.6

(86) Données relatives à l'entrée en phase nationale selon le PCT :
PCT/EP2012/074906 10.12.2012

(71) Demandeur(s) :
SCHOTT SOLAR AG, HattenbergstraBe 10 55122 Mainz (DE)

(72) Inventeur(s) :
SAUERBORN, Andreas ; GNÄDIG, Tim ; KUCKELKORN, Thomas ; BRENGELMANN, Tim

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

---

(54) Titre : **SYSTÈME RÉCEPTEUR POUR INSTALLATION SOLAIRE FRESNEL**

(57) Abrégé : L'invention concerne un système récepteur (104, 204) pour une installation solaire Fresnel (100), comprenant un tube absorbeur (108, 208) définissant une direction longitudinale et un ensemble miroir (112, 212) parallèle à la direction longitudinale, présentant un profil en courbes à symétrie spéculaire, ayant au moins un point culminant, et destiné à concentrer des rayons de lumière sur le tube absorbeur. L'ensemble miroir (112, 212) est pourvu d'ouvertures d'aération placées dans la zone du point culminant.

نظام مستقبل في محطة فرينل الشمسية

الملخص

يتعلق الاختراع بنظام مستقبل (104، 204) في محطة فرينل الشمسية (100)، يحتوي على أنبوب ماص (108، 208) يحدّد اتجاهاً طولياً، وصفيف من المرايا (112، 212) التي تمتد باتجاه موازي للاتجاه الطولي، ويكون لها مقطع منحني متماثل مرآوياً يحتوي على نقطة قميّة واحدة على الأقل لتركيز الحزم الضوئية على الأنبوب الماص. ويحتوي صفيف المرايا (112، 212) على فجوات تهوية في منطقة النقطة القميّة.

01 DEC 2014

نظام مستقبل في محطة فرينل الشمسية

خلفية الاختراع

يتعلق الاختراع بنظام مستقبل في محطة فرينل الشمسية يحتوي على أنبوب ماص يُحدِّد اتجاهاً طولياً، صفيف من المرايا موازية للاتجاه الطولي كوحدة تركيز ثانوية، تحتوي بالعرض على مقطع منحني متماثل مرآوياً له نقطة قميّة واحدة على الأقل تقع على القمة لتركيز الحزم الضوئية على الأنبوب الماص.

ويكون النظام المستقبل العام عبارة عن جزء من محطة توليد الطاقة الشمسية، والذي يحتوي بشكل إضافي على وحدة تركيز أولية على شكل مجال من صفوف المرايا المركبة بشكل متوازي بالقرب من الأرض، والتي تقوم بتركيز أشعة الشمس على النظام المستقبل والتي يتم فيما بعد تسليطها مرة أخرى من خلال صفيف المرايا، وتركيزها على الأنبوب الماص. ويتم لهذا الغرض انشاء النظام المستقبل على ارتفاع بضع أمتار فوق صفيف المرايا في وحدة التركيز الأولية، حيث يُعدَّل بواسطة مكونات حاملة أو داعمة. وتكون هذه المحطات ذات الارتفاع الذي يتراوح من 4 متر إلى 30 متر معروفة وفقاً لتصميم المجمّع في كل حالة. ويكون لوحدة التركيز الثانوية مقطع منحني مناسب وتقوم بتسليط الإشعاع إلى الأسفل على الأنبوب الماص الموضوع تحتها على أقل مسافة ممكنة. ويمر المائع الناقل للحرارة الذي يتم تسخينه إلى بضع مئات من درجات الحرارة بواسطة الحزم الضوئية المركّزة عبر الأنبوب الماص. ويمكن على سبيل المثال استخدام الحرارة لتوليد التيّار أو كحرارة للعملية.

وفي السنوات الأخيرة، وجدت هذه الأنواع من محطات فرينل الشمسية في مرحلة متطوّرة سريعاً. وتوجد وثائق حديثة متعلّقة بهذا الموضوع، مثل ما جاء في المقالة " Supernova — Construction, Control & Performance of Steam super heating linear Fresnel-Collector", Gabriel Morin et al., Solar Paces Conference 2011, Book of Abstracts ، وطلبات براءات الاختراع الدولية التي لم يتم فحصها بالأرقام WO 2010/100293 A1 و WO 99/42765 A1.

ولتحقيق الكفاءة العالية من بين أمور أخرى، تعتبر التشكيلة الهندسية البصرية للمرايا وللأنبوب الماص شرطاً أساسياً، بالإضافة إلى نوعية سطح المكوّنات البصرية للمرايا وللأنبوب الماص، والتي أصبحت موضوعاً لكثير من الاختراعات. وبذلك، يتناول الموضوع الحالي للاختراع بشكل محدّد تعديل صفيف المرايا والأنبوب المستقبل، والذي لم يكن يحظى إلا باهتمام قليل في السابق.

الماص فقط على معادلة الحركة النسبية بين الإثنين. وتم وصف ترتيبة مستقبل خوائي على سبيل المثال في طلب براءة الاختراع الألماني رقم DE102 31 467 A1.

ووفقاً للشكل المحسن المفيد للاختراع يكون لصفيف المرايا عنصرين مرآويين مفصولين أول و ثاني في الاتجاه الطولي، وتوجد فجوة بينهما.

ويتم في صفيف المرايا المقسّم إلى عنصرين مرآويين على الأقل، تشكيل فتحات التهوية على شكل فجوات.

ولتجنب خسارة الإشعاع بأكبر قدر ممكن، يكون لصفيف المرايا مقطع مرآوي يغلق بصرياً بشكل جزئي على الأقل، الفجوة بين العناصر المرآوية الأولى والثانية.

وينبغي أن يكون مفهوماً من "يغلق بصرياً بشكل جزئي على الأقل" هنا، أنه بغض النظر عن التشكيل المحدّد للمقطع المرآوي، يفضل تزويد فجوة هوائية في كل مرة بين العنصر المرآوي الأول والمقطع المرآوي، وكذلك بين العنصر المرآوي الثاني والمقطع المرآوي، وبهذه الطريقة تشكل الفجوتان الهوائيتان فتحات التهوية وفقاً لشكل مغاير لتجسيد الاختراع.

ويفضل أن يكون لصفيف المرايا عنصرين جانبيين أول وثاني بحيث يكون كل منهما مقترن بالعنصرين المرآويين الأول والثاني ويتضمن العنصر المرآوي المقترن على جانبه الذي يتجه بعيداً عن الأنبوب المستقبل أو الأنبوب الماص.

إلى الآن يعرف المبيت فقط للنظام المستقبل كاملاً، والذي يوضع داخله كل من صفيف المرايا وكذلك الأنبوب المستقبل والأجزاء الحاملة. والهدف من المبيت هو حماية النظام المستقبل من التأثيرات البيئية والغبار. وتحقق أيضاً العناصر الجانبية المقترنة بالعناصر المرآوية المستقلة الهدف نفسه، ولكنها توفر بشكل مفيد الحماية المستقلة للعناصر المرآوية المستقلة ولذلك يمكن أن تتحرك معها، في كل مرة حسب ما هو مطلوب، وتجعل من الممكن تحقيق تهوية أفضل للمكوّنات البصرية (صفيف المرايا والأنبوب الماص أو المستقبل) والمكوّنات الحاملة. ويعد هذا صحيحاً بشكل محدّد عندما يتم تزويد فتحات تهوية، ويفضل في كل حالة بين العنصر المرآوي والعنصر الجانبي المقترن.

ويتم بشكل مفيد تثبيت العنصرين المرآويين الأول والثاني بالعنصرين الجانبيين الأول والثاني المقترنين، على جانب واحد على الأقل بواسطة وسائل المعادلة التي تسمح بحدوث التمدّدات المختلفة للعناصر المرآوية والعناصر الجانبية المقترنة في الاتجاه الطولي. ويتم بهذه الطريقة معادلة التمدّد للعناصر المرآوية والعناصر الجانبية المسخّنة بدرجات مختلفة.

ويتعرض النظام المستقبل يومياً بشكل جزئي إلى تغيرات في درجات الحرارة وتأثيرات بيئية متفاوتة للغاية وكبيرة جداً.

الكشف عن الاختراع

يهدف الاختراع إلى تشكيل المحطة الشمسية ببنية محسنة بحيث تصبح أقل حساسية لتغير درجات الحرارة والتأثيرات البيئية وأخيراً زيادة كفاءتها ومدة صلاحيتها.

ويحقق النظام المستقبل في محطة فرينل الشمسية ذو السمات الموصوفة في عنصر الحماية 1 هذا الهدف.

ويكون لصفيف المرايا في النظام المستقبل من النوع المذكور آنفاً فتحات تهوية موضوعة في منطقة النقطة القميّة.

وتُحدِث فتحات التهوية عموماً تبادلاً للهواء، حيث لا يتم تسخين صفيف المرايا بشكل غير ضروري. وعليه، لا يمكن أن يتجمع الهواء المسخّن تماماً حيث يصطدم الإشعاع ذي الشدة الأعلى بسطح المرآة ولا يتشكل الحيّز الميت الذي يقع في الأعلى. وينبغي هنا أن يكون مفهوماً من العبارة" في منطقة النقطة القميّة" أنه يمكن أيضاً أن توجد الفجوات الهوائية إلى الأسفل قليلاً من النقطة القميّة للمقطع المنحني. ويتم تعيين المنطقة التي تقع عند 10٪ من الارتفاع الكلي للمقطع المنحني تحت النقطة القميّة التي تقع في الأعلى كموضع مفضّل للفجوات الهوائية.

وعندما يكون للمقطع المنحني لصفيف المرايا نقطتين قمّيتين واقعتين في الأعلى، يتم بشكل مماثل ترتيب فتحات التهوية في منطقة النقطتين القميّتين في كل حالة.

ووفقاً لتجسيد مفيد للاختراع، يشتمل النظام المستقبل على أنبوب مستقبل، يتألف من أنبوب ماص وأنبوب كمّي مرتب حول الأنبوب الماص على الأقل على شكل مقاطع.

ويتضمن الاختراع أيضاً مستقبل خوائي، يتم فيه تفريغ الحيز المتوسط بين الأنبوب الماص والأنبوب المستقبل من الهواء من أجل العزل الحراري وحماية أسطح الأنبوب الماص. وبسبب تعرّض الأنبوب الماص والأنبوب الكمّي المحيط به لظروف حرارية مختلفة ولأن الأنبوب الماص يتكوّن من معدن، بينما يتكون الأنبوب الكمّي من الزجاج، يتمدّد الأنبوبان بدرجات مختلفة. وبالتالي يتم تجزئة الأنبوب الكمّي، ويتم تزويد عناصر معادلة، تكون عادة على شكل منافيخ تمدّد، بطريقة معروفة بين كل مقطع من مقاطع الأنبوب الكمّي والأنبوب الماص، وتعمل المنافيخ على تثبيت الأنبوب الكمّي في الاتجاه المعادل بكيفية متحركة، ولكن بشكل جاسئ قدر الإمكان على الأنبوب الماص. وتعمل العناصر المعادلة بين كل مقطع من مقاطع الأنبوب الكمّي والأنبوب

ويتم بصورة مفيدة، وبسبب كونه مجدي اقتصادياً، وفقاً لتجسيد مختلف، تشكيل العنصرين الجانبيين الأول والثاني على شكل حرف L.

ويفضل وفقاً لبديل أول، تكوين المقطع المرآوي كعنصر مرآوي ثالث ويكون لصفيف المرايا عنصر جانبي ثالث، والذي يفضل أن يكون على شكل حرف U وأن يكون مقترناً بالعنصر المرآوي الثالث، ويحتوي العنصر الجانبي هذا العنصر المرآوي الثالث على جانبه الذي يتجه بعيداً عن الأنبوب الماص.

وبسبب تعرض كل من العنصر المرآوي الثالث وكذلك العنصر الجانبي الثالث المقترن أيضاً لدرجات حرارة مختلفة وبالتالي تمدّدات طولية مختلفة، أثبت أنه من المفيد تثبيت العنصر المرآوي الثالث بالعنصر الجانبي الثالث المقترن، على جانب واحد على الأقل، بواسطة وسائل المعادلة والتي تسمح بالتمدّدات المختلفة للعنصر المرآوي الثالث والعنصر الجانبي المقترن في الاتجاه الطولي.

ويتم تكوين المقطع المرآوي وفقاً لبديل ثاني، كسطح عاكس للأنبوب الكمّي.

ويكون هذا الشكل البديل معروفاً بشكل أساسي من طلب براءة الاختراع الدولية التي لم يتم فحصها رقم WO 2010/100293 A1، ولكن له هدف آخر، تحديداً جلب صفيف المرايا من النظام المستقبل أقرب مسافة ممكنة إلى الأنبوب الماص، وذلك لاستغلال الإشعاع المفقود الذي سيمر دون استخدامه عبر الحيز المتوسط بين الأنبوب الماص والمرآة.

ويفضل بشكل محدّد، أن يكون للنظام المستقبل إطار داعم للأنبوب الماص أو المستقبل، وصفيف المرايا، الذي يركب عليها، بشكل مستقل عن بعضها البعض، وسيلة تعليق أولى لحمل الأنبوب الماص أو المستقبل ووسيلة تعليق ثانية لحمل صفيف المرايا، أو على الأقل أجزاء من صفيف المرايا، حيث يتم تثبيتهما عليه مستقلة كل واحدة عن الأخرى، ويكون لوسيلة التعليق الأولى وسيلة معادلة أولى ولوسيلة التعليق الثانية وسيلة معادلة ثانية، وتسمح وسائل المعادلة الأولى والثانية بالتمدّدات المختلفة للأنبوب الماص ولصفيف المرايا في الاتجاه الطولي.

وإذا ذكرت "أجزاء على الأقل من صفيف المرايا" هنا، فإنه يقصد بها على الأقل العنصرين المرآويين الأول والثاني الواقعين في الخارج، والعنصرين الجانبيين المقترنين بهما، إن وجدا.

ويقوم هذا الجانب من الاختراع على أساس معرفة أن الأنبوب الماص من جانب، وصفيف المرايا من جانب آخر يتعرضان إلى تغيرات مختلفة في درجات حرارة. كما أن المكوّنين مصنوعين من مادتين مختلفتين، حيث يتمدّد كل منهما بدرجة مختلفة خلال العملية. ولأن طول المحطة الشمسية يبلغ عادة عدة مئات من الأمتار، يمكن أن يبلغ مقدار التمدّد في الاتجاه الطولي للأنبوب

الماص الذي تم تسخينه بشدة عدة أمتار. وبالرغم من أن المرايا أيضاً تتمدّد إلى مدى ملحوظ بفعل التسخين، إلا أن هذا التمدّد يختلف عن ذلك للأنبوب الماص. إضافة إلى ذلك، يجب أن يؤخذ بعين الاعتبار أن الأنبوب الماص يتمدّد بشكل متواصل على كامل طول المحطة الشمسية، بينما ينقسم صفيف المرايا إلى مقاطع منفصلة على كامل الطول.

وتوفر كل من وسائل المعادلة الأولى والثانية بصورة جوهرية درجة واحدة من الحرية في الاتجاه الطولي، حيث يمكن بذلك موازنة التمدّد المستقل للأنبوب الماص وصفيف المرايا. ويتم بهذه الطريقة تجنب تشوه أسطح المرايا بشكل فعّال، وتحديداً عند استخدام مرايا من الألومنيوم.

وكما سيتضح من خلال أمثلة التجسيد المبينة أدناه، تسمح درجات الحرية، بالإضافة إلى حركة المعادلة الخطية، بحركة معادلة منحنية، وتحديداً حركة معادلة دائرية، على سبيل المثال، من خلال توصيل وصلة دوارة، تكون فقط المركّبة المماسية للحركة المعادلة الواقعة في الاتجاه الطولي في موضع الاهتمام. وهذا ما يقصده هنا القول "درجة واحدة من الحرية " بشكل أساسي في الاتجاه الطولي.

ويفضل أن يكون للإطار الداعم جزء داعم طولي والذي يقع في اتجاه موازي للأنبوب الماص أو المستقبل ولصفيف المرايا، والذي يتم تثبيت وسيلة التعليق الأولى عليه.

ويفضل بشكل محدّد أن يوضع الجزء الداعم الطولي فوق الأنبوب الماص أو الأنبوب المستقبل وصفيف المرايا.

ويفضل لهذا الغرض، أن يتم توجيه وسيلة التعليق الأولى من الجزء الداعم الطولي عبرالفجوات بين العنصرين المرآويين الأول والثاني إلى الأنبوب الماص. حيث يمكن بهذه الطريقة أن تمضي وسيلة التعليق الأولى لحمل الأنبوب الماص أو المستقبل في حركة نسبية غير مقيّدة معاكسة لصفيف المرايا في الاتجاه الطولي، دون أن تصطدم بصفيف المرايا.

ويفضل بشكل محدّد أن يكون لوسيلة التعليق الثانية بصفتها وسيلة المعادلة الثانية، وصلة أولى، والتي تصل الإطار الداعم من أحد الجوانب بصفيف المرايا من الجانب الآخر، وتحدّد درجة واحدة من الحرية في الاتجاه الطولي. ويفهم بشكل أساسي من هنا أن التوصيلة القابلة للحركة لوحدتين جاسئتين نسبياً تكون عبارة عن وصلة.

ويفضل تكوين الوصلة الأولى في صورة وصلة مصمتة . ويمكن من خلال هذا التجسيد أن تتكوين الوصلة من مادة صلبة أحادية والتي تكون مرنة بسبب مقطعها العرضي المسطح. ويكون لهذا الشكل من الوصلة الفائدة حيث لا يتكون احتكاك بين جزأي الوصلة اللذين يتحركان

بالنسبة لبعضهما البعض وأن وسيلة التعليق أيضاً يكون لها حساسية أقل للتآكل والصيانة في حال وجود القليل من الانحرافات.

ويفضل أن تشتمل وسيلة التعليق الأولى بصفتها وسيلة المعادلة الأولى، على تجميعة من محامل المزلقات أو الأسطوانات، على شكل عربة، والتي يتم وضعها بحيث يمكن أن تسير على طول الجزء الداعم الطولي.

ويعد هذا النوع من معادلة التمدّد مناسب بشكل محدّد حسب مقدار التمدّد الطولي للأنبوب الماص.

ويفضل أن يتم ربط العناصر الجانبية الأولى والثانية بوسيلة التعليق الثانية، وأن يتم ربط العنصر الجانبي الثالث بوسيلة التعليق الأولى.

ويعمل الأنبوب الماص أو المستقبل، معاً مع وسيلة التعليق الأولى، والعنصر المرآوي الثالث المركزي مع العنصر الجانبي بهذه الطريقة على تكوين وحدة متماسكة، والتي تكون مستقلة عن العنصرين المرآويين الأول والثاني وعنصريهما الجانبيين، وبذلك يكون تمدّدها كمعادلة منفصل تماماً عن تمدّد العناصر المرآوية الأولى والثانية.

وفي تجسيد مفضل محدّد للاختراع، يكون لوسيلة التعليق الثانية وصلة ثانية، والتي تصل الإطار الداعم من جانب بصفيف المرايا أو بأجزاء منه من الجانب الآخر وتحدّد درجة واحدة من الحرية بشكل متقاطع مع الاتجاه الطولي.

وتستخدم هذه الوصلة من أجل نقل صفيف المرايا أو أجزاء منه في الاتجاه الجانبي و/أو الرأسي بالنسبة للأنبوب الماص أو المستقبل، ولكن يتم توصيلها بالأخير بأسلوب مقيّد بواسطة الإطار الداعم. ويجعل هذا من الممكن، لأغراض صيانة الأنبوب الماص أو المستقبل، أن ينقل صفيف المرايا بعيداً عن الأنبوب الماص أو المستقبل بطريقة بسيطة ومحدّدة، وأن يتم إعادته مرة أخرى بالضبط إلى موقعه الأصلي.

وبشكل محدّد، تكون الوصلة الثانية بشكل مفيد عبارة عن وصلة دوارة لإمالة صفيف المرايا أو على الأقل أجزاء منه.

ويتم وفقاً لتجسيد مفيد آخر، وضع الأنبوب الكمّي بصورة لامركزية حول الأنبوب الماص، على الأقل على مقطع طولي مركزي.

ويعرف هذا التجسيد بشكل أساسي من طلب براءة الاختراع الدولية التي لم يتم فحصها رقم WO 2010/100293 A1. وتستخدم الترتيبة المركزية هنا وكذلك في طلبات براءات الاختراع

للحصول على مقدار أكبر من الإشعاع الضوئي المنعكس أو للتقليل من الخسارة في الأشعة الضوئية المارة عبر الحيز المتوسط بين الأنبوب الماص وصفيف المرايا.

ويكون الأنبوب الكمّي بشكل بديل أو إضافي لهذا الغرض مدبباً، على الأقل في المقطع الطولي المركزي. ويستخدم هذا الإجراء أيضاً لتصغير الفجوة بين الأنبوب الماص والأنبوب الكمّي، بحيث يمكن ترتيب صفيف المرايا على مسافة قصيرة من الأنبوب الماص.

وصف مختصر للرسوم

سيتم شرح سمات وفوائد إضافية لهذا للاختراع من خلال أمثلة التجسيد الموضحة في الأشكال الموصوفة أدناه.

الشكل 1: يبيّن رسماً تمثيلياً تخطيطياً للحالة الأولى والتي يقوم على أساسها الاختراع؛

الشكل 2: يبيّن رسماً تمثيلياً ثلاثي الأبعاد للإطار الداعم للنظام المستقبل وفقاً للاختراع، مع وسيلتي التعليق الأولى والثانية؛

الشكل 3: يبيّن منظراً طرفياً لأحد أمثلة تجسيد النظام المستقبل وفقاً للاختراع؛

الشكل 4: يبيّن رسماً تمثيلياً مفصولاً للإطار الداعم للنظام لمستقبل وفقاً للاختراع في المنظر الطرفي؛

الشكل 5: يبيّن منظراً جانبياً لتفاصيل الإطار الداعم لتوضيح وسيلة التعليق الثانية لحمل صفيف المرايا؛

الشكل 6: يبيّن منظراً جانبياً لمقطع من النظام المستقبل لتوضيح صفيف المرايا؛

الشكل 7: يبيّن منظراً جانبياً لتفاصيل الأنبوب المستقبل مع وسيلة التعليق الأولى للنظام المستقبل؛

الشكل 8: يبيّن رسماً منظورياً لتفاصيل وسيلة التعليق الاولى؛

الشكل 9: يبيّن مقطعاً عرضياً تخطيطياً عبر النظام المستقبل في تجسيد أول لتوضيح صفيف المرايا المقسمة؛

الشكل 10: يبيّن مقطعاً عرضياً تخطيطياً عبر النظام المستقبل وفقاً لتجسيد ثاني لتوضيح تقسيم بديل لصفيف المرايا؛

الشكل 11: يبيّن مقطعاً عرضياً تخطيطياً عبر النظام المستقبل مشابهاً للتجسيد وفقاً للشكل 9 لتوضيح تهوية العناصر المرآوية؛

الشكل 12أ: يبيّن منظراً جانبياً للتجسيد الأول للأنبوب المستقبل مع ترتيبة لامركزية للأنبوب الكمّي؛ و

الشكل 12ب: يبيّن منظراً جانبياً في تجسيد ثاني للأنبوب المستقبل مع الأنبوب الكمّي المدبب.

الوصف التفصيلي

تم تصوير الحالة الابتدائية لتوضيح المشكلة التي يقوم على أساسها الاختراع في الشكل1، وفقاً لرسم لتمثيلي تخطيطي لمحطة فرينل الشمسية 100. وتتضمن هذه المحطة مجالاً من المرايا في وحدة التركيز الأولية المرصوفة بشكل متوازي 102، والتي يتم تثبيتها قريباً من الأرض ورصفها على نظام مستقبل 104 بطريقة حيث يتم عكس الحزم الشمسية الساقطة على المرايا في وحدة التركيز الأولية 102 عنها وبصورة أساسية للأعلى ومن ثم تصل إلى منطقة الكشف للنظام المستقبل 104 بأقل خسارة ممكنة. ويتكون النظام المستقبل 104 بصورة أساسية من ثلاث مكوّنات وظيفية؛ وهي أنبوب مستقبل 106، والذي بدوره يتألف من أنبوب ماص 108 وأنبوب كمّي 110 مرتب حول الأنبوب الماص 108، على الأقل في مقاطع في اتجاه طولي؛ صفيف مرايا 112، التي تكون موازية للاتجاه الطولي، وحدة تركيز ثانوية لتركيز الأشعة الضوئية المنعكسة عن وحدة التركيز الأولية على الأنبوب الماص 108، وإطار داعم 114، والذي تم توضيحه هنا بصورة مبسطة أكثر، مع عمود داعم116 ودعامة مستعرضة 118.

وانطلاقاً من هنا، يعنى الاختراع بمسألة التقليل من أو موازنة تشوه المكوّنات البصرية وتحديداً صفيف المرايا بالحرارة، بأعلى كفاءة وجدوى اقتصادية ممكنتين. وتم لهذا الغرض استخدام تهوية صفيف المرايا الموضحة من خلال الشكل 11 وفقاً للاختراع، وتم ثانياً استخدام المربط الذي يزوّد درجات كافية من الحرية لمعادلة التمدّدات الطولية المختلفة لكل مكوّن على حدى. ويتم إلى الآن احتواء كل من الأنبوب المستقبل وكذلك صفيف المرايا في مبيت مشترك، والذي يتم وضعه كسقف فوق صفيف المرايا، حيث يقيه من التأثيرات الجوية. ويوجد داخل المبيت حاملات مشتركة تقرن الأنبوب المستقبل بصفيف المرايا من الأعلى وتثبتهما في مكانهما. وتسمح أيضاً هذه الحاملات في الواقع بحركة معادلة في الاتجاه الطولي، ولكن فقط حركة مشتركة لكل من الأنبوب المستقبل وصفيف المرايا. ويتم من أجل تحقيق المساواة بين الاختلافات الكبيرة في التمدّدات الطولية تثبيت مرايا صفيف المرايا من جانب واحد فقط وتوجيهها فقط من الجانب الآخر. إلا أن ذلك لا يؤدي إلى حركة ملائمة للمكوّنات ويؤدي عادة إلى عدم انتظام بصري.

سيتم أولاً وفقاً للشكلين 2 و3 شرح كيف يمكن تصميم مربط صفيف المرايا أو أجزاء منه، ومربط الأنبوب الماص أو المستقبل بشكل مفيد، بتفصيل أكثر، حيث تم في الشكل 2 حذف أجزاء أساسية من النظام المستقبل لهدف التوضيح، وتم توضيح هذه الأجزاء بالرجوع إلى المقطع العرضي في الشكل3.

ويحتوي النظام المستقبل 204 على أنبوب مستقبل 206 من النوع الموصوف أعلاه، صفيف مرايا 212، وكذلك عمود 216 ودعامة مستعرضة 218 كأجزاء من الإطار الداعم 214.

ويكون للإطار الداعم 214 أيضاً عنصر إطاري 220، والذي يصل الدعامة المستعرضة 218 بالجزء الداعم الطولي 222 الذي يمتد فوق الأنبوب المستقبل 206 وصفيف المرايا 212. ويكون للإطار الداعم 214 بالإضافة إلى ذلك وسيلة تعليق أولى 323 لحمل الأنبوب المستقبل 206 ووسيلة تعليق ثانية 324 لحمل صفيف المرايا أو على الأقل أجزاء منه. ويتم وضع وسيلتي التعليق 323 و324 على العنصر الإطاري 220، مستقلة كل واحدة منهما عن الأخرى.

ويكون لوسيلة التعليق الأولى 323 على وجه التحديد وسيلة معادلة أولى على صورة عربة 326، والتي يتم وضعها بحيث يمكن أن تسير عبر الجزء الداعم الطولي 222 في الاتجاه الطولي. ويشكل الجزء الداعم الطولي بذلك سكة لتوجيه وسيلة التعليق الأولى التي بإمكانها أن تعوض عن التمدّد الطولي غير المحدود تقريباً وبالتالي الأخذ بالحسبان التمدّد الكبير للأنبوب الماص المسّخن إلى درجات كبيرة.

ويكون لوسيلة التعليق الثانية 324 وسيلة معادلة ثانية على صورة مقابض 328، والتي يتم توصيلها في قطعة واحدة من طرفها المثبت مع العنصر الإطاري 220 للإطار الداعم 214، ووصلها من الجانب الآخر من طرفها الحر بأجزاء من صفيف المرايا 212. وتشكل كل من المقابض 328 وحدة مصمتة مدمجة ومسطحة في الاتجاه الطولي، أي بشكل متقاطع مع المستوى المبين في الرسم التوضيحي، وتحدد بذلك درجة واحدة من الحرية في الاتجاه الطولي بصورة أساسية من طرفها الحر. وتكوّن المقابض 328 بهذه الطريقة وصلة أولى على هيئة وصلة مصمتة ،والتي يمكن أن تعوض عن التمدّد الطولي المحدود في الاتجاه الطولي ، ولكن هذا كافي للتمدّد القليل نسبياً لصفيف المرايا. علاوة على ذلك، يمكن ضبط انحراف الوصلة مبدئياً بطريقة بسيطة إلى طول التمدّد المطلوب من خلال الاختيار المناسب لطول المقابض 328 وللمسافات بين وسيلتي التعليق التابعتين في الاتجاه الطولي أو طول العناصر المرآوية الموضوعة بينهما.

وسيتم شرح تفاصيل أوفى وتحديداً لوسيلة التعليق الثانية 324، بشكل مفصّل أكثر في الشكل 4. ويكون لوسيلة التعليق الثانية 324 بالإضافة إلى المقبض 328 الذي يكوّن وصلة أولى، وصلة ثانية 430، والتي تتكون على صورة وصلة دوارة لإمالة صفيف المرايا أوأجزاء منه بشكل متقاطع مع الاتجاه الطولي. وتم توضيح صفيف المرايا في وضع التشغيل من خلال الخطوط المتصلة وفي وضع الإمالة للجانب وللأعلى من أجل الصيانة أو التعديل من خلال الخطوط المتقطعة. ويقوم صفيف المرايا في وضع التعديل بإعتاق الأنبوب المستقبل الموضوع في المركز

(انظر الشكل 3) للتدخّل من جميع الجوانب، وبشكل محدّد يحمي العناصر المرآوية الحساسة بهذه الطريقة من الضرر الناتج عن التدخّل.

ويكون لصفيف المرايا في التجسيد الموضّح هنا، عنصرين مرآويين أول وثاني منفصلين 432 و434 مع فجوة 436 واقعة بينهما في الاتجاه الطولي. وتكوّن الفجوة 436 في نفس الوقت فتحة التهوية في منطقة النقطة القميّة لصفيف المرايا وفتحة في صفيف المرايا والتي يتم من خلالها توجيه وسيلة التعليق الأولى 323 من الجزء الداعم الطولي 222 إلى الأنبوب المستقبل 206؛ انظر الشكل 3. ويكون لصفيف المرايا بالإضافة إلى ذلك عنصرين جانبيين أول وثاني 438 و440، حيث يكون كل منهما مقترناً بالعنصرين المرآويين الأول والثاني 432 و434، ويتضمن العنصر الجانبي العنصر المرآوي المقترن على جانبه الذي يتجه بعيداً عن الأنبوب المستقبل وبالتالي يحميه من التأثيرات الجوية والغبار. ويتم تشكيل كل من العنصرين الجانبيين الأول والثاني 438 و440 على شكل حرف L.

ويمكن فهم تفاصيل أوفي وتحديداً للإطار الداعم من خلال الشكل 5. حيث يبيّن الشكل الإطار الداعم في منطقة العنصر الإطاري 220 الموصوف آنفاً فوق العمود الداعم 216. ويلاحظ من المنظر الجانبي أن مقطعيّ الإطار الداعم 214 يكونان مجاورين لبعضهما البعض في منطقة العمود الداعم. وعليه فإن العنصر الإطاري 220 يتم تثبيته بكل جانب من جوانب الدعامة المستعرضة 218 عن طريق اللولبة، حيث يدعم كل عنصر من هذه العناصر واحد من المقاطع المجاورة من الإطار الداعم 214 من جانب واحد. ويمكن إدراك ذلك بالطريقة حيث يتم تثبيت العنصر المنفصل للجزء الداعم الطولي 222 بكلا العنصرين الإطاريين 220 عن طريق اللولبة، حيث يتم من خلال ذلك تكوين الوصلة 542 بين عنصري الجزء الداعم الطولي 222. وتستخدم هذه الوصلة كوصلة تمدّد، وذلك لأن عناصر الجزء الداعم الطولي أيضاً تتمدّد بفعل الحرارة. خلاف ذلك، وعلى غير حال المنشآت المتعارف عليها، لا يوجد الجزء الداعم الطولي والعناصر البصرية المسخّنة إلى درجات حرارة عالية خلال التشغيل معاً داخل المبيت، بل يوجد فوق المبيت للعناصر المرآوية 430، 434 التي تقع في الأسفل، وبذلك فإن مقدار قليل جداً من احتياطي التمدّد يكون كافياً.

ويمكن بالإضافة إلى ذلك، إدراك أن المقطعين المتتاليين أيضاً يجتمعان في هذا المكان مع العنصرين الجانبيين اللذين يكون لهما شكل الحرف L 438 و440 والذي يعلّق كل منهما من جانب على واحد من العنصرين الإطاريين 220 بواسطة مقابض 328 خاصة بهما. وتتكون الوصلة 544 كفجوة تمدّد في الاتجاه الطولي، بين كل من العنصرين الجانبيين الأول والثاني

(يمكن رؤية واحد منهما فقط في الرسم التوضيحي) والعنصرين المرآويين الأول والثاني المقترنين (لا يمكن رؤيتهما).

تمت الإشارة إلى مقطع كامل من الإطار الداعم بين عمودين داعمين مجاورين بالرقم 646 في الشكل 6. حيث يمكن أيضاً رؤية الوصلة 542 هنا بين جزئين طوليين داعمين 222 متجاورين مثبتين على نفس العمود الداعم، وكذلك الوصلة 544 بين العنصرين الجانبيين المجاورين 438 و440. ويمكن بالإضافة إلى ذلك ملاحظة أن العديد من العناصر المرآوية الأولى والثانية 432 ،434 التي تقع على مسافة معينة في الاتجاه الطولي يتم وضعها على العنصر الجانبي 438 وتكون مماثلة للصورة طبق الأصل للعنصر الجانبي 440. وتم شرح ثلاث عناصر مرآوية لكل عنصر جانبي، في حين يمكن أن يتغير العدد حسب ما هو مطلوب. وتستخدم الوصلات 648 التي يتم تكوينها في كل مرة ضمن نفس العنصر الجانبي المقترن مرة أخرى كوصلات تمدّد بين العناصر المرآوية 432 و434 من ناحية، والعنصر الجانبي المقترن من ناحية أخرى مع الأخذ بعين الاعتبار الظروف التي يمكن أيضاً أن تشكلها الاختلافات في درجات الحرارة وفي التمدّد، وتحديداً أثناء التشغيل. ويتم تثبيت العنصرين المرآويين الأول والثاني 432، 434 بالعنصرين الجانبيين الأول والثاني المقترنين، ويفضل من جانب واحد في كل حالة من خلال وسائل المعادلة، في حين يتم وصلها بصورة جاسئة بالعنصر الجانبي التابع لها من الجانب الآخر في كل حالة في الاتجاه الطولي. ويمكن أن تحتوي وسائل المعادلة على سبيل المثال على شقوب.

يبيّن الشكل 7 رسماً تمثيلياً تخطيطياً مبسّطاً للجوانب التفصيلية لوسيلة التعليق الأولى في منظر جانبي. حيث يظهرالأنبوب المستقبل 206 والذي يتألف من الأنبوب الماص 208 والأنبوب الكمّي 210 المحيطين به بصورة مركزية في مقطع طولي. ويتم وصل الأنبوب الكمّي 210 من الطرفين بالأنبوب الماص 208 من خلال عناصر معادلة معروفة على صورة منافيخ تمدّد 754.

ويتضّح من هنا أن الأنبوب المستقبل 206 يكون له أيضاً تقسيم يتم تحديده مسبقاً من خلال طول الأنبوب الكمّي 210، في حين يكون الأنبوب الماص متصلاً من دون فواصل (غالباً بصورة متصلة). وبالطبع ينبغي أن يكون الحال كذلك، حتى يتمكن المائع الناقل للحرارة من التدفق من طرف إلى آخر عبر الأنبوب الماص 208 دون أن تتم إعاقته. ويتم في كل مرة ترك فجوة تستخدم كمعادل تمدّد للأنبوب الكمّي من جانب، والتي يقع داخلها جزء قصير من الأنبوب الماص غير مربوط والذي يتم عليه اقتران وسيلة التعليق 323 من طرفه الحر بملقط 750 لربط الأنبوب الماص 208، من جانب آخر بين الأنبوبين الكمّيين المجاورين 210. ويلاحظ تباعاً لذلك وجود الجزء الداعم الطولي 222، الذي توضع عليه وسيلة التعليق الأولى 323 المحتوية على

العربة 326 كوسيلة المعادلة الأولى بحيث يمكن أن تسير بالاتجاه الطولي، مرة أخرى فوق الأنبوب المستقبل 206.

وفي هذه البنية يتحرّك الأنبوب الكمّي 210 بالنسبة للجزء الداعم الطولي 222 مع تمدّد طولي للأنبوب الماص 208. حيث يصبح التغيّر التفاضلي لطول الأنبوب الماص 208 بالنسبة للأنبوب الكمّي 210 حسب اختلاف درجات التسخين واختلاف المواد، ممكناً بفعل منافيخ التمدّد 754 وحدها.

ويتّضح أيضاً من المقارنة بين الشكلين 6 و7 أن وسيلة تعليق الأنبوب المستقبل وطوله المقطعي لا يعتمدان على وسيلة تعليق صفيف المرايا وطول مقطع الجزء الداعم الطولي، العناصر الجانبية أو العناصر المرآوية.

ويلاحظ بالإضافة إلى ذلك من الشكل 7 أن عنصر جانبي ثالث 756 لعنصر مرآوي ثالث (لا يمكن رؤيته هنا) يقع مباشرة فوق الأنبوب المستقبل 206، والذي يتم ربطه بوسيلة التعليق الأولى 323 من كلا الجانبين. حيث يتم توصيل العنصر الجانبي الثالث 756 من جانب من خلال وسيلة معادلة، وتكون هنا على شكل شقب 758، ويتم من الجانب الآخر توصيله بصورة جاسئة بوسيلة التعليق الأولى المقترنة 323، مما يسمح بالتمدّد الطولي للأنبوب الماص 208 من جانب وللعنصر الجانبي 756 من جانب آخر.

وتم توضيح تفاصيل أخرى، وتحديداً لوسيلة التعليق الأولى 323 في الشكل 8، والذي يتم فيه توضيح وسيلة التعليق في رسم مقطعي ومنظوري. وتحتوي وسيلة التعليق الأولى 323 كما أشير إليها على عربة 326 في طرفها العلوي والتي يتم تعليقها من خلال زوجين من الأسطوانات 860، ويمكن رؤية واحدة منهما فقط في المقطع النصفي، والتي يمكن أن تسير في الاتجاه الطولي على الجزء الداعم الطولي 222. ويتم بواسطة سناد قوسي 862 توصيل العربة 326 من طرفها السفلي بملاقط 750 والتي تثّبت الأنبوب الماص 208 في مكانه.

ويظهر في الرسم التوضيحي هذا العنصر الجانبي الثالث 756 الذي يتضمن العنصر المرآوي الثالث 871 على جانبه الذي يتجه بعيداً عن الأنبوب المستقبل 206 واضحاً. ويتم لهذا الغرض تشكيل العنصر الجانبي الثالث بصورة أساسية على شكل حرف U، ويكون له بذلك على طرفي ساقيه بروزات جانبية 866، والتي تشكل غطاءً مع العنصرين الجانبيين الأول والثاني اللذين يكون لهما شكل الحرف L 438 و440. ويتم بهذه الطريقة حماية صفيف المرايا الواقع في الأسفل، والذي يحتوي على العناصر المرآوية الأولى والثانية والثالثة 432، 434، 871 من التأثيرات الجوية والغبار بدرجة كافية.

ويبيّن الشكل 9 صورة تخطيطية مبسّطة جداً للمكوّنات البصرية للنظام المستقبل وفقاً للاختراع ووفقاً لتجسيد أول. ويمكن هنا رؤية الأنبوب المستقبل 906 الذي يتألف من الأنبوب الماص 908 والأنبوب الكمّي 910، الذي يحيط بالأنبوب الماص 908 بصورة مركزية. و من المكوّنات البصرية أيضاً صفيف المرايا 912 الموجود فوق الأنبوب المستقبل 906، والذي ينقسم في الاتجاه الطولي إلى العنصرين المرآويين الأول والثاني 932 و934 ويوجد بينهما الفجوة 936، ومباشرة فوق الأنبوب المستقبل 906، والذي يتم إغلاقه بصرياً بشكل جزئي على الأقل عن طريق مقطع مرآوي 968. ويعني إغلاقه بصرياً بشكل جزئي على الأقل في هذه الحالة أنه يفترض في المقطع العرضي بقاء فجوة هوائية 970 بين العنصر المرآوي الأول 932 والمقطع المرآوي 968 وكذلك بين العنصر المرآوي الثاني 934 والمقطع المرآوي 968. وتزود كلا الفجوتين الهوائيتين 970 فتحات تهوية كافية في منطقة النقطتين القمّيتين للمقطع المتماثل مرآوياً لصفيف المرايا.

وتستخدم أيضاً الفجوة 936 بين العنصرين المرآويين الأول والثاني 932 و934 كفتحة يتم من خلالها توجيه وسيلة التعليق الأولى من الجزء الداعم الطولي (لم يبيّن هنا) فوق المكوّنات البصرية إلى الأنبوب المستقبل. ويمكن بهذه الطريقة تكوين وسيلة التعليق الأولى لحمل الأنبوب المستقبل 906 والمقطع المرآوي 968 بصورة مستقلة عن وسيلة التعليق الثانية لحمل أجزاء من صفيف المرايا، أي العنصرين المرآويين الأول والثاني 932 و934، مما يسمح بالتمدّدات المختلفة للأنبوب الماص 908 من جانب والعنصرين المرآويين الأول والثاني 932 و934 من الجانب الآخر.

ويتم في هذا التجسيد تكوين المقطع المرآوي 968 كعنصر مرآوي ثالث 971، والذي يتم وضعه فوق الأنبوب الكمّي 910 دون أن يلامسه مباشرةً.

ويبيّن الشكل 10 شكل مغاير ثانٍ لتجسيد للمكوّنات البصرية للنظام المستقبل وفقاً للاختراع. ويتضمن هذا الشكل المغاير أنبوب مستقبل 1006 يتألف من أنبوب ماص 1008 وأنبوب كمّي 1010 وكذلك صفيف مرايا 1012 يتألف من عنصر مرآوي أول 1032 عنصر مرآوي ثاني 1034 ومقطع مرآوي 1068، والذي يغلق بصرياً بشكل جزئي على الأقل الفجوة 1036 بين المقطعين المرآويين الأول والثاني. ويتمثّل الاختلاف الجوهري عن مثال التجسيد وفقاً للشكل 9 في الواقع بأن المقطع المرآوي 1068 يتم تكوينه كسطح عاكس 1072 للأنبوب الكمّي 1010. ويفيد هذا الاختلاف في التجسيد في كون البنية بسيطة، حيث أن العنصر المرآوي الثالث ومربطه يمكن حذفهما معاً، لأن المقطع المرآوي يشكل مكوّناً متكاملاً للأنبوب المستقبل وبالتالي يوجّه دائماً بشكل تلقائي مع الأنبوب المستقبل.

وإضافة إلى ذلك، يمكن أن يفهم في هذا التجسيد أن الفجوات الهوائية 1070 تقع بين العنصر المرآوي الأول 1032 والمقطع المرآوي 1068 وكذلك بين العنصر المرآوي الثاني 1034 والمقطع المرآوي 1068، وتزوّد فتحات التهوية في منطقة النقطة القميّة لصفيف المرايا، حيث توجد الفجوات الهوائية 1070 أسفل قليلاً من النقطة القميّة. و يفضل أن لا تبلغ المسافة الرأسية إلى النقطة القميّة قيمة أعلى من 10٪ من الارتفاع الكلي للجانب المنحني.

وأخيراً، تم توضيح العنصر الجانبي الأول 1038 المقترن بالعنصر المرآوي الأول 1032 والعنصر الجانبي الثاني 1040 المقترن بالعنصر المرآوي الثاني 1034 في الشكل 10. ويتم تشكيل العنصرين الجانبيين 1038 و1040 على شكل حرف L ويتضمنان العنصرين المرآويين الأول والثاني على جانبيهما المتجهين بعيداً عن الأنبوب المستقبل 1006.

وتم توضيح تجسيد ثالث للمكونات البصرية للنظام المستقبل وفقاً للاختراع بشكل تخطيطي في الشكل 11. ويطابق هذا بصورة جوهرية التجسيد للشكل 9 من ناحية صفيف المرايا 1112. وكما في التجسيدات السابقة، يتألف صفيف المرايا من عناصر مرآوية أولى وثانية وثالثة 1132، 1134، و1171.

ويتمثل الاختلاف عن مثال التجسيد في الشكل 9 في الشكل المطوّر للأنبوب المستقبل 1106، حيث يتم وضع الأنبوب الماص 1108 بصورة لامركزية في الأنبوب الكمّي 1110. وبعبارة أدق، يتم سحب الأنبوب الماص 1108 إلى الأعلى حيث يتم تصغير الفجوة بين السطح الجانبي للأنبوب الماص 1108 والسطح الجانبي للأنبوب الكمّي 1110 في الجانب العلوي المقابل للعنصر المرآوي الثالث 1171. حيث يتم بهذه الطريقة التقليل من الخسارة في الإشعاع؛ انظر أيضاً الشكل 12أ.

وتم بالإضافة إلى ذلك توضيح العنصر الجانبي الأول 1138، المقترن بالعنصر المرآوي الأول 1132؛ العنصر الجانبي الثاني 1140 المقترن بالعنصر المرآوي الثاني 1134، والعنصر الجانبي الثالث 1156 المقترن بالعنصر المرآوي الثالث 1171، في الشكل 11. ويكون للعنصرين الجانبيين الأول والثاني 1138 و1140 شكل الحرف L ويتضمنان العنصرين المرآويين الأول والثاني المقترنين. ويكون للعنصر الجانبي الثالث 1156 شكل الحرف U ويتضمن العنصر المرآوي الثالث 1171 على جانبه الذي يتجه بعيداً عن الأنبوب المستقبل 1106. ويحدث تداخل للعناصر الجانبية الثلاثة في نفس الوقت بطريقة يتم من خلالها حماية العناصر المرآوية والأنبوب المستقبل من الجانب العلوي من التأثيرات الجوية، مثل الترسبات، أشعة الشمس، الرياح أو الغبار.

ويمكن تحقيق حماية إضافية بطريقة معروفة بحد ذاتها من خلال التحديب المناسب للحواف وكذلك البروز الجانبي، والذي لم يتم توضيحه هنا (قارن بين الشكلين 3 و8).

ويتّضح أيضاً من الشكل 11 أن لصفيف المرايا كاملاً العديد من الفجوات الهوائية. وهي الفجوات الهوائية 1170 بين العنصرين المرآويين الأول والثاني 1132، 1134 من جانب واحد والمقطع المرآوي المكوّن على شكل العنصر المرآوي الثالث 1171، والذي تمت مناقشته أعلاه، من ناحية. وفجوة هوائية أخرى يتم تكوينها بين العنصر الجانبي الأول 1138 والعنصر الجانبي الثالث 1156 وبصورة مناظرة بين العنصر الجانبي الثاني 1140 والعنصر الجانبي الثالث 1156.

ومن المدرك أيضاً، أن لصفيف المرايا في المقطع العرضي مقطع منحني متماثل مرآوياً مع نقطتين قميّتين واقعتين في الأعلى، حيث توجد الفجوات الهوائية 1170 في منطقة النقاط القميّة هذه. وتشمل "في منطقة النقاط القميّة" أيضاً المنطقة أسفل النقطة القميّة، أو في هذه الحالة النقاط القميّة للمقطع المنحني ذات الارتفاع الأعلى من 10٪ من الارتفاع الكلي للمقطع المنحني. ويتم في أية حال ترتيب الفجوات الهوائية 1170 في منطقة تجمّع النقاط القميّة حيث لا يتجمّع الهواء الساخن المتصاعد على صفيف المرايا بينما يمكن سحبه للأعلى عبر الفجوات الهوائية، وبذلك يمكن التقليل من الاختلافات في درجات الحرارة التي تتعرض لها العناصر المرآوية.

وبذلك يمكن أن يخرج الهواء الساخن المتصاعد كاملاً من المبيت المتكّون بواسطة العناصر الجانبية الثلاثة 1138، 1140، و1156، ويتم تزويد الفجوات الهوائية 1174 على كلا الجانبين بين العناصر الجانبية. وتمت الإشارة إلى تدفق الهواء العادم بالأسهم.

وتوجد فجوات إضافية بين العنصرين المرآويين الأول والثاني 1132 و1134 والعنصرين الجانبيين المقترنين 1138 و1140. وتوجد الفجوات 1176 هنا على الطرف السفلي والفجوات 1178 على الطرف العلوي، وتسمح بدوران الهواء أيضاً على الطرف الخارجي للعنصرين المرآويين 1132 و1134، حيث يضمن ذلك التبريد الأمثل للعناصر المرآوية هذه.

ويبيّن الشكلين 12أ و12ب تجسيدين مختلفين لأنابيب ماصّة معدّلة 1206 و1206′. ويكون لكل منها أنبوب ماص متطابق بنيوياً 1208، بينما يكون لها أنابيب كميّة مختلفة 1210 و 1210′. ويكون الأنبوب الكمّي 1212 مائلاً في المقطع المركزي للأنبوب المستقبل، حيث يقع الأنبوب الماص 1208 بصورة لامركزية في الأنبوب الكمّي 1212 في هذا المقطع. وخلافاً لذلك، يكون الأنبوب الكمّي 1210′ وفقاً للشكل 12ب مدبباً فقط في هذا المقطع، ويشكّل الأنبوب الماص 1208 والأنبوب الكمّي 1210′ بناءاً على ذلك ترتيبة متمركزة. ويترتب على هذين الشكلين المغايرين تحدّب الفجوات 1280 و1280′ بين الأنبوب الماص والأنبوب الكمّي في الاتجاه الطولي

للمقطع المركزي للأنبوب المستقبل من جانبه العلوي، وبذلك حدوث خسارة أقل في الإشعاع في هذا الموقع، كما تم شرحه سابقاً وفقاً للشكل 11. ويمكن بصورة أساسية دمج كلا الإجراءات، الأنبوب الكمّي المائل والأنبوب الكمّي المدبّب.

وعلاوة على ذلك، يمكن رؤية التوصيلة بين الأنبوب الماص 1208 والأنبوب الكمّي 1210 أو 1210′ التي يتم تشكيلها بصورة مطابقة في كلا الحالين. حيث توفّر التوصيلة انسداداً للحيّز المحاط بالأنبوب الكمّي 1210 أو 1210′، والذي يتم عادةً تفريغه من الهواء. ويكون للتوصيلة 1282 بالإضافة إلى وظيفة السد في نفس الوقت وظيفة معادلة التمدّد. حيث تحتوي على منافيخ تمدّد بطريقة معروفة بحد ذاتها.

وسيلاحظ أيضاً على سبيل الشرح الموضّح في الأشكال 12أ و12ب مقطع طرفي للأنبوب المستقبل، الذي يمتد نحو اليسار والذي يشتمل أيضاً على أداة إغلاق مقلوبة مرآوياً في الجانب المقابل.

قائمة الرموز المرجعية

100 محطة فرينل الشمسية

102 مرآة وحدة التركيز الأولية

104 النظام المستقبل

106 الأنبوب المستقبل

108 الأنبوب الماص

110 الأنبوب الكمّي

112 صفيف المرايا

114 الإطار الداعم

116 العمود الداعم

118 الدعامة المستعرضة

204 النظام المستقبل

206 الأنبوب المستقبل

208 الأنبوب الماص

210 الأنبوب الكمّي

212 صفيف المرايا

214 الإطار الداعم

216 الصفيحة الداعمة

218 الدعامة المستعرضة

220 العنصر الإطاري

222 الجزء الداعم الطولي

323 وسيلة التعليق الأولى

324 وسيلة التعليق الثانية

326 العربة

328 المقبض

430 الوصلة الثانية، الوصلة الدوّارة

432 العنصر المرآوي الأول

434 العنصر المرآوي الثاني

436 الفجوة، الفتحة

438 العنصر الجانبي الأول

440 العنصر الجانبي الثاني

542 الفجوة

544 الفجوة

646 مقطع من الإطار الداعم

648 الفجوة

750 الملقط

752 مقطع من وسيلة التعليق الأولى

754 منافيخ التمدّد

756 العنصر الجانبي الثالث

758 وسائل المعادلة

860 زوج الأسطوانات

862 السناد القوسي

866 البروز الجانبي

906 الأنبوب المستقبل

908 الأنبوب الماص

910 الأنبوب الكمّي

912 صفيف المرايا

932 العنصر المرآوي الأول

934 العنصر المرآوي الثاني

936 الفجوة

968 المقطع المرآوي

970 الفجوة الهوائية

971 العنصر المرآوي الثالث

1006 الأنبوب المستقبل

1008 الأنبوب الماص

1010 الأنبوب الكمّي

1012 صفيف المرايا

1032 العنصر المرآوي الأول

1034 العنصر المرآوي الثاني

1036 الفجوة

1038 العنصر الجانبي الأول

1040 العنصر الجانبي الثاني

1068 المقطع المرآوي

1070 الفجوة الهوائية

1072 السطح العاكس

1106 الأنبوب المستقبل

1108 الأنبوب الماص

1110 الأنبوب الكمّي

1112 صفيف المرايا

1132 العنصر المرآوي الأول

1134 العنصر المرآوي الثاني

1138 العنصر الجانبي الأول

1140 العنصر الجانبي الثاني

1156 العنصر الجانبي الثالث

1170 الفجوة الهوائية

1171 العنصر المرآوي الثالث

1174 الفجوة الهوائية

1176 الفجوة الهوائية

1178 الفجوة الهوائية

1180 الفجوة بين الأنبوب الماص والأنبوب الكمّي

1206 الأنبوب المستقبل

1206´ الأنبوب المستقبل

1208 الأنبوب الماص

1208´ الأنبوب الماص

1210 الأنبوب الكمّي

1210´ الأنبوب الكمّي

1280 الفجوة بين الأنبوب الماص والأنبوب الكمّي

1280´ الفجوة بين الأنبوب الماص والأنبوب الكمّي

1282 التوصيلة

عناصر الحماية

1- نظام مستقبل (104، 204) في محطة فرينل الشمسية (100) يحتوي على أنبوب ماص (108، 208، 908، 1008، 1108) يحدّد اتجاهاً طولياً، وصفيف من المرايا (112، 212، 912، 1012، 1112) الموازية للاتجاه الطولي والتي تحتوي على جانب منحني متماثل مرآوياً ونقطة قميّة واحدة على الأقل تقع على القمة لتركيز الأشعة الضوئية على الأنبوب الماص، ويتميز بأن صفيف المرايا (112، 212، 912، 1012، 1112) يحتوي على فتحات تهوية مرتبة في منطقة النقطة القميّة.

2- النظام المستقبل (104، 204) وفقاً لعنصر الحماية 1، والذي يتميز أيضاً بوجود الأنبوب المستقبل (106، 206، 906، 1006، 1106) الذي يتألف من الأنبوب الماص (108، 208، 908، 1008، 1108) والأنبوب الكمّي (110، 210، 910، 1010، 1110) مرتب حول الأنبوب الماص (108، 208، 908، 1008، 1108) على الأقل في مقاطع.

3- النظام المستقبل (104، 204) وفقاً لعنصر الحماية 1 أو 2، والذي يتميز أيضاً بأن صفيف المرايا (112، 212، 912، 1012، 1112) يحتوي على عنصرين مرآويين أول وثاني منفصلين (432، 434، 932، 934، 1032، 1034، 1132، 1134) في الاتجاه الطولي مع فجوة (436، 936، 1036) واقعة بينهما.

4- النظام المستقبل (104، 204) وفقاً لعنصر الحماية 3، والذي يتميز أيضاً بأن صفيف المرايا (112، 212، 912، 1012، 1112) يحتوي على مقطع مرآوي (968، 1068) والذي يغلق الفجوة (436، 936، 1036) بصرياً بشكل جزئي على الأقل.

5- النظام المستقبل (104، 204) وفقاً لعنصر الحماية 4، والذي يتميز أيضاً ببقاء فجوة هوائية (970، 1070، 1170) بين العنصر المرآوي الأول (932، 1032، 1132) والمقطع المرآوي (968، 1068)، وبين العنصر المرآوي الثاني (934، 1034، 1134) والمقطع المرآوي (968، 1068)، حيث تشكل الفجوات الهوائية فتحات التهوية.

6- النظام المستقبل (104، 204) وفقاً لعنصر واحد من عناصر الحماية من 3 إلى 5، والذي يتميز أيضاً بأن صفيف المرايا (112، 212، 912، 1012، 1112) يحتوي على عنصرين جانبيين أول وثاني (438، 440، 1038، 1040، 1138، 1140) مقترنين بالعنصرين المرآويين الأول والثاني (432، 434، 932، 934، 1032، 1034، 1132، 1134)، ويتضمن العنصر الجانبي العنصر المرآوي المقترن على جانبه الذي يتجه بعيداً عن الأنبوب الماص (108، 208، 908، 1008، 1108).

7- النظام المستقبل (104، 204) وفقاً لعنصر الحماية 6، والذي يتميز أيضاً بأنه يتم تزويد فتحات التهوية في كل حالة بين العنصر المرآوي (432، 434، 932، 934، 1032، 1034، 1132، 1134) والعنصر الجانبي (438، 440، 1038، 1040، 1138، 1140).

8- النظام المستقبل (104، 204) وفقاً لعنصر الحماية 6 أو 7، والذي يتميز أيضاً بأنه يتم تشكيل العنصرين الجانبيين الأول والثاني (438، 440، 1038، 1040، 1138، 1140) على شكل حرف L.

9- النظام المستقبل (104، 204) وفقاً لواحد من عناصر الحماية من 6 إلى 8، والذي يتميز أيضاً بأنه يتم في كل حالة تثبيت العنصرين المرآويين الأول والثاني (432، 434، 932، 934، 1032، 1034، 1132، 1134)، على العنصرين الجانبيين الأول والثاني المقترنين (438، 440، 1038، 1040، 1138، 1140) على الأقل من جانب واحد بواسطة وسائل المعادلة، حيث تسمح وسائل المعادلة بتمدّدات مختلفة للعناصر المرآوية والعناصر الجانبية المقترنة في الاتجاه الطولي.

10- النظام المستقبل (104، 204) وفقاً لأحد عنصري الحماية 4 أو 5، والذي يتميز أيضاً بأنه يتم تكوين المقطع المرآوي (968، 1068) كعنصر مرآوي ثالث (971، 1171).

11- النظام المستقبل (104، 204) وفقاً لعنصر الحماية 10، والذي يتميز أيضاً بأن صفيف المرايا (112، 212، 912، 1012، 1112) يحتوي على عنصر جانبي ثالث (756،

1156) مقترن بالعنصر المرآوي الثالث (971، 1171)، حيث يتضمن العنصر الجانبي العنصر المرآوي الثالث على جانبه الذي يتجه بعيداً عن الأنبوب الماص (108، 208، 908، 1008، 1108).

12- النظام المستقبل (104، 204) وفقاً لعنصر الحماية 11، والذي يتميز أيضاً بأنه يتم تشكيل العنصر الجانبي الثالث (756، 1156) على شكل حرف U.

13- النظام المستقبل (104، 204) وفقاً لأحد عنصري الحماية 11 أو 12، والذي يتميز أيضاً بأنه يتم تثبيت العنصر المرآوي الثالث (971، 1171) على العنصر الجانبي الثالث المقترن (756، 1156) على الأقل على جانب واحد بواسطة وسائل المعادلة، حيث تسمح وسائل المعادلة بتمدّدات مختلفة للعنصر المرآوي الثالث والعنصر الجانبي الثالث المقترن في الاتجاه الطولي.

14- النظام المستقبل (104، 204) وفقاً لأحد عنصري الحماية 4 أو 5، والذي يتميز أيضاً بأنه يتم تكوين المقطع المرآوي (968، 1068) كسطح عاكس (1072) للأنبوب الكمّي (110، 210، 910، 1010، 1110).

15- النظام المستقبل (104، 204) وفقاً لواحد من عناصر الحماية السابقة، والذي يتميز أيضاً بوجود إطار داعم (114، 214) للأنبوب الماص (108، 208، 908، 1008، 1108) وصفيف المرايا (112، 212، 912، 1012، 1112)، والذي يتم عليه تثبيت وسيلة تعليق أولى (323) لحمل الأنبوب الماص ووسيلة تعليق ثانية (324) لحمل صفيف المرايا، أو على الأقل أجزاء منه، مستقلة كل واحدة الأخرى، حيث يكون لوسيلة التعليق الأولى وسيلة معادلة أولى ولوسيلة التعليق الثانية وسيلة معادلة ثانية، وتسمح وسائل المعادلة الأولى والثانية بتمدّدات مختلفة للأنبوب الماص وصفيف المرايا في الاتجاه الطولي.

16- النظام المستقبل (104، 204) وفقاً لعنصر الحماية 15، والذي يتميز أيضاً بأن الإطار الداعم (114، 214) يحتوي على جزء داعم طولي (222) والذي يتم تثبيت وسيلة التعليق

الأولى (323) عليه والذي يمتد باتجاه موازي للأنبوب الماص (108، 208، 908، 1008، 1108) وصفيف المرايا (112، 212، 912، 1012، 1112).

17- النظام المستقبل (104، 204) وفقاً لعنصر الحماية 16 مجتمعاً مع عنصر الحماية 3، والذي يتميز أيضاً بأنه يتم توجيه وسيلة التعليق الأولى (323) من الجزء الداعم الطولي (222) عبر الفجوة (436، 936، 1036) بين العنصرين المرآويين الأول والثاني (432، 434، 932، 934، 1032، 1034، 1132، 1134) إلى الأنبوب الماص (108، 208، 908، 1008، 1108).

18- النظام المستقبل (104، 204) وفقاً لواحد من عناصر الحماية من 15 إلى 17، والذي يتميز أيضاً بأن وسيلة التعليق الثانية (324) تحتوي على وسيلة معادلة ثانية، ووصلة أولى تصل الإطار الداعم (114، 214) من أحد الجوانب بصفيف المرايا (112، 212، 912، 1012، 1112) أو على الأقل أجزاء منه من الجانب الآخر.

19- النظام المستقبل (104، 204) وفقاً لعنصر الحماية 18، والذي يتميز بأن الوصلة الأولى عبارة عن وصلة مصمتة .

20- النظام المستقبل (104، 204) وفقاً لواحد من عناصر الحماية من 15 إلى 19، والذي يتميز أيضاً بأن وسيلة التعليق الأولى (323) تحتوي على وسيلة معادلة أولى، ترتيبة محامل أسطوانات أو مزلقات، وتحديداً عربة (326)، والتي يتم وضعها بحيث يمكن أن تسير عبر الجزء الداعم الطولي (222).

21- النظام المستقبل (104، 204) وفقاً لعنصر لواحد من عناصر الحماية من 15 إلى 20، والذي يتميز أيضاً بأنه يتم ربط العنصرين الجانبيين الأول والثاني (438، 440، 1038، 1040، 1138، 1140) بوسيلة التعليق الثانية (324).

22- النظام المستقبل (104، 204) وفقاً لواحد من عناصر الحماية من 15 إلى 21، والذي يتميز أيضاً بأنه يتم ربط العنصر الجانبي الثالث (756، 1156) بوسيلة التعليق الأولى

(323).

23- النظام المستقبل (104، 204) وفقاً لواحد من عناصر الحماية من 15 إلى22، والذي يتميز أيضاً بأن وسيلة التعليق الثانية (324) تحتوي على وصلة ثانية (430)، تصل الإطار الداعم (114، 214) من جانب واحد بصفيف المرايا (112، 212، 912، 1012، 1112) أو على الأقل أجزاء منه من الجانب الآخر وتحدّد درجة واحدة من الحرية بشكل متقاطع مع الاتجاه الطولي.

24- النظام المستقبل (104، 204) وفقاً لعنصر الحماية 23، والذي يتميز أيضاً بأن الوصلة الثانية (430) عبارة عن وصلة دوّارة لإمالة صفيف المرايا (112، 212، 912، 1012، 1112) أو على الأقل أجزاء منه.

25- صفيف المرايا (112، 212، 912، 1012، 1112) وفقاً لواحد من عناصر الحماية السابقة، والذي يتميز أيضاً بأن يكون للمقطع المنحني لصفيف المرايا (112، 212، 912، 1012، 1112) نقطتين قمييتين تقعان في القمة، وبالتالي يتم ترتيب فتحات التهوية في كل حالة في منطقة النقطتين القمييتين.

26- النظام المستقبل (104، 204) وفقاً لواحد من عناصر الحماية من 2 إلى 25، والذي يتميز أيضاً بأنه يتم ترتيب الأنبوب الكمّي (110، 210، 910، 1010، 1110) بصورة لامركزية حول الأنبوب الماص (108، 208، 908، 1008، 1108) على الأقل على المقطع الطولي المركزي.

27- النظام المستقبل (104، 204) وفقاً لواحد من عناصر الحماية من 2 إلى 26، والذي يتميز أيضاً بأن الأنبوب الكمّي (110، 210، 910، 1010، 1110) يكون مدبباً على الأقل في مقطع طولي مركزي.

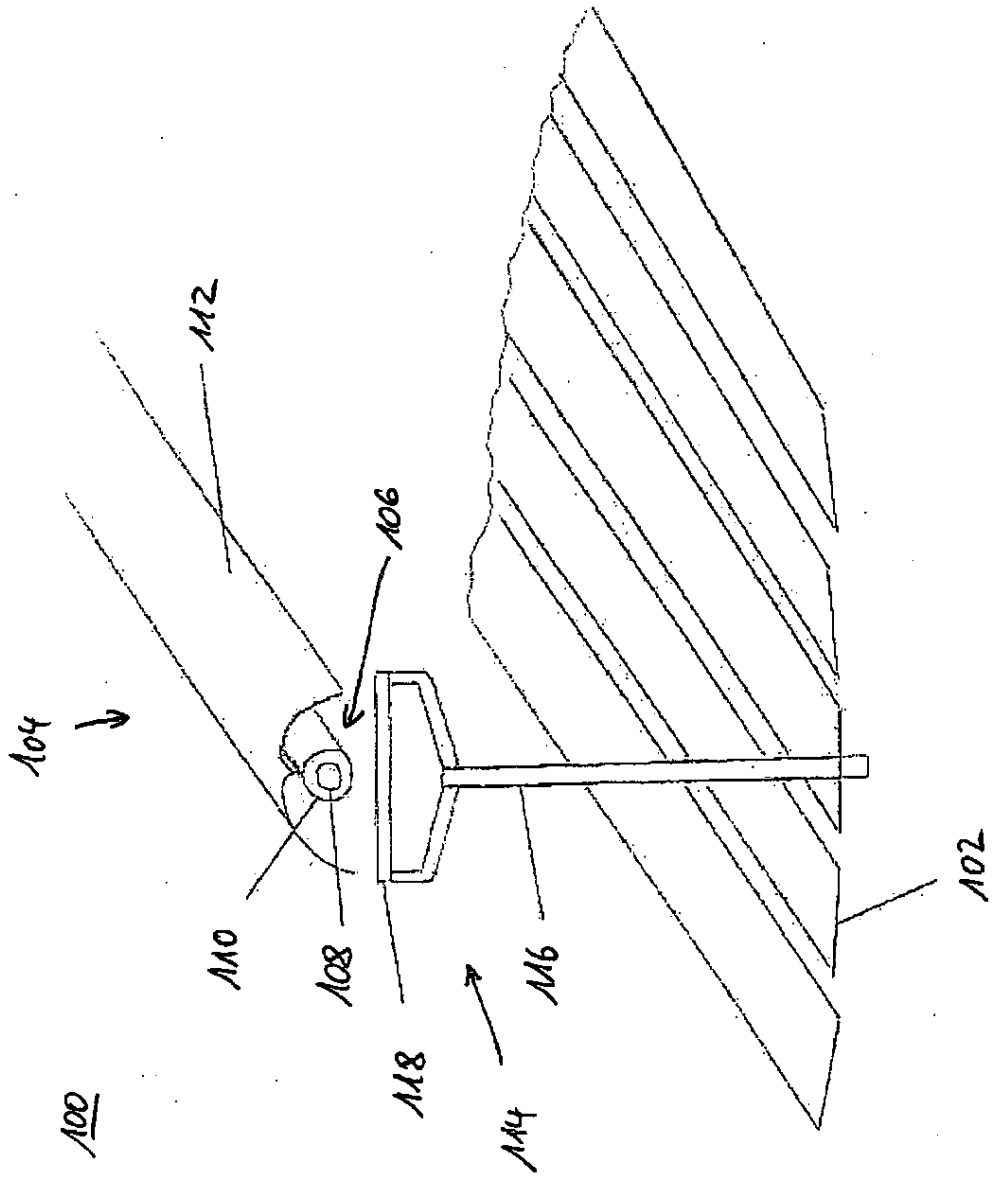

Fig. 1

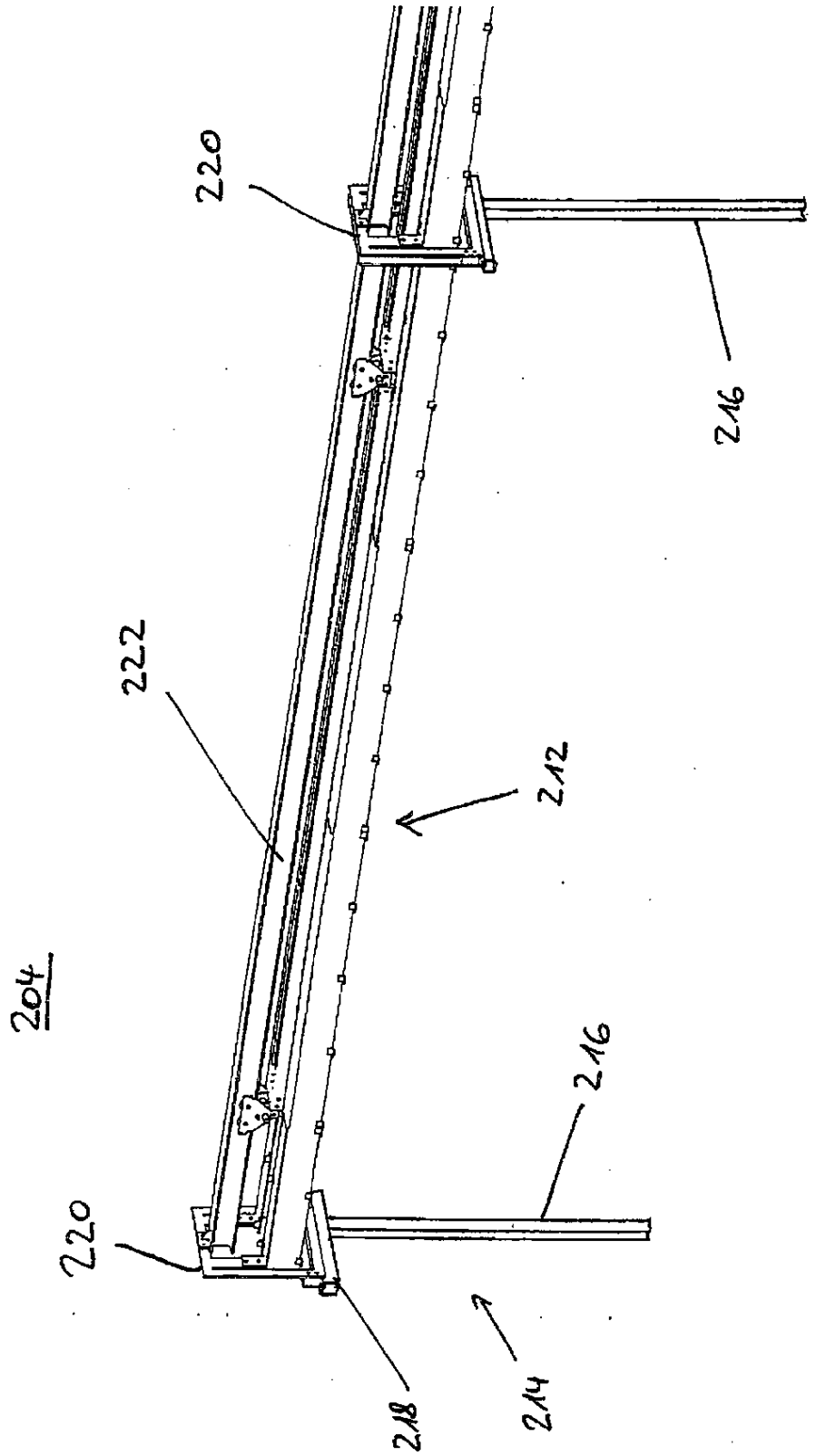

Fig. 2

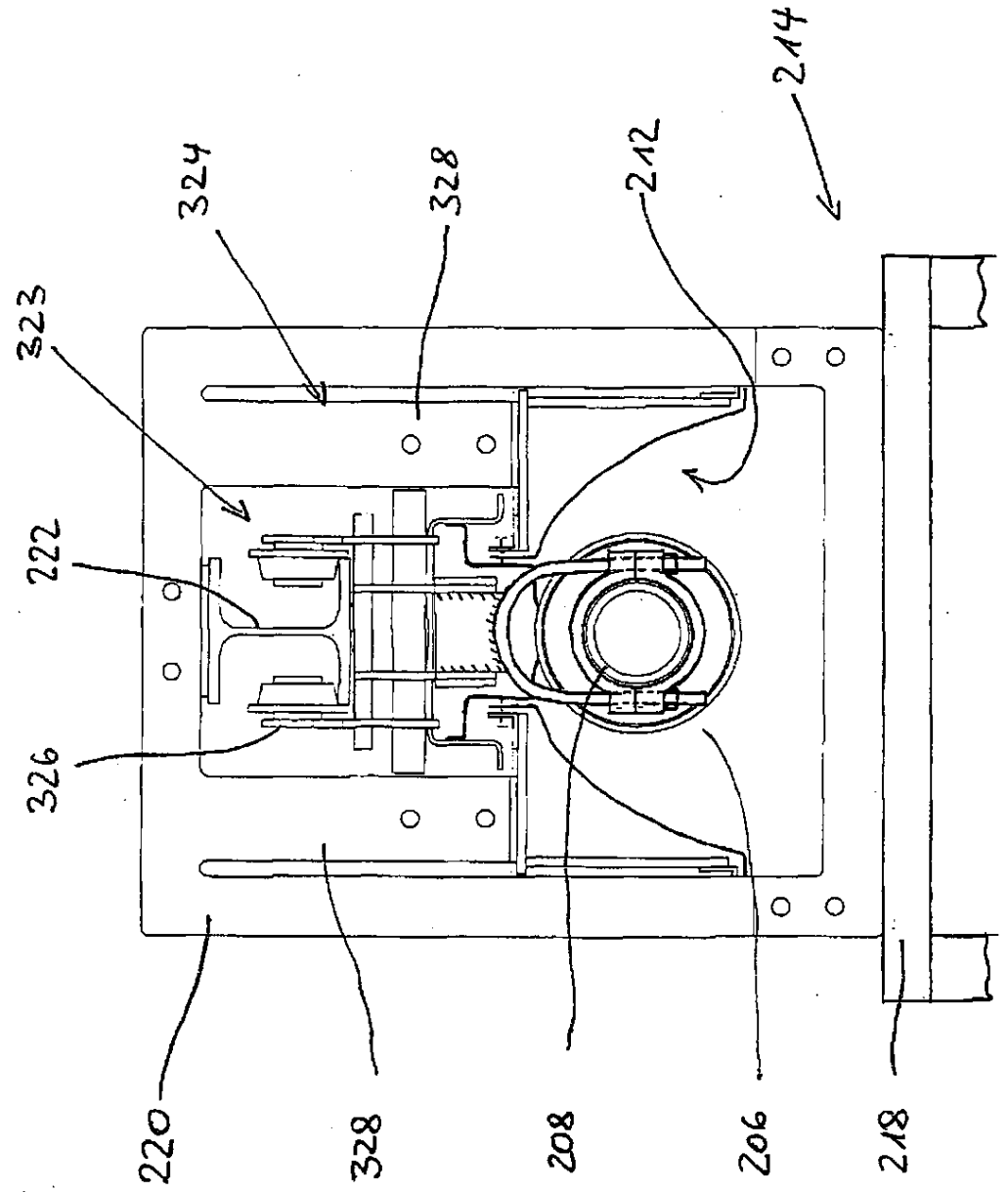

Fig. 3

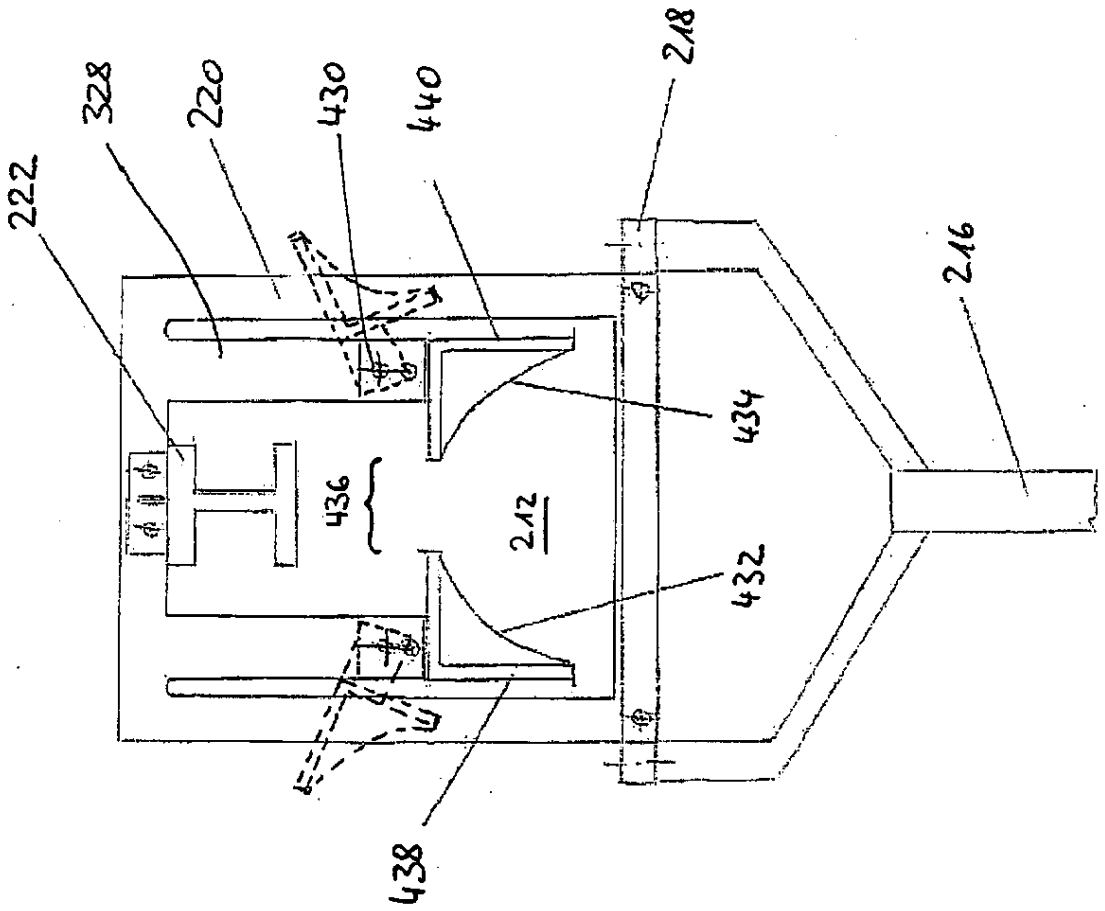

Fig. 4

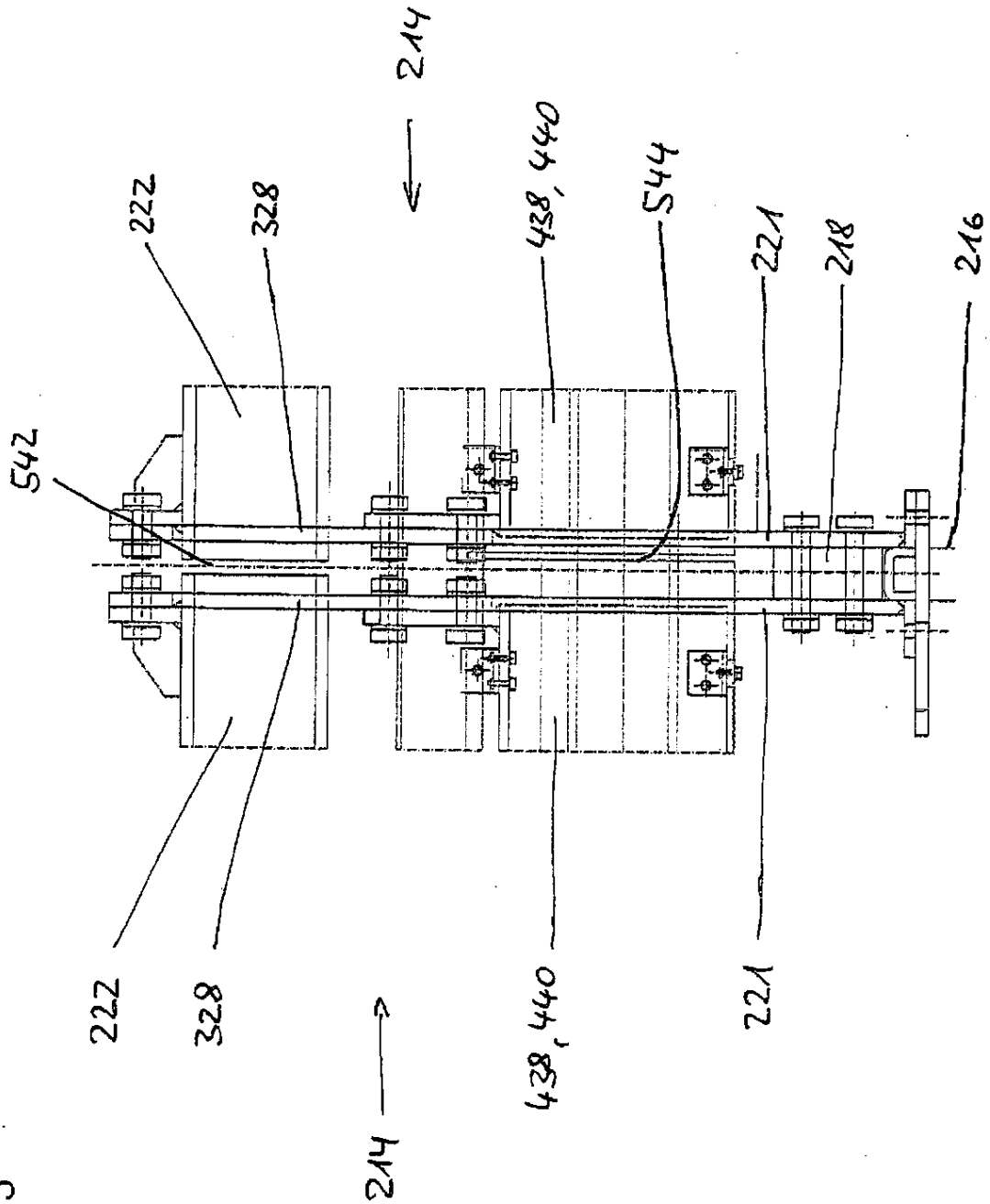

Fig. 5

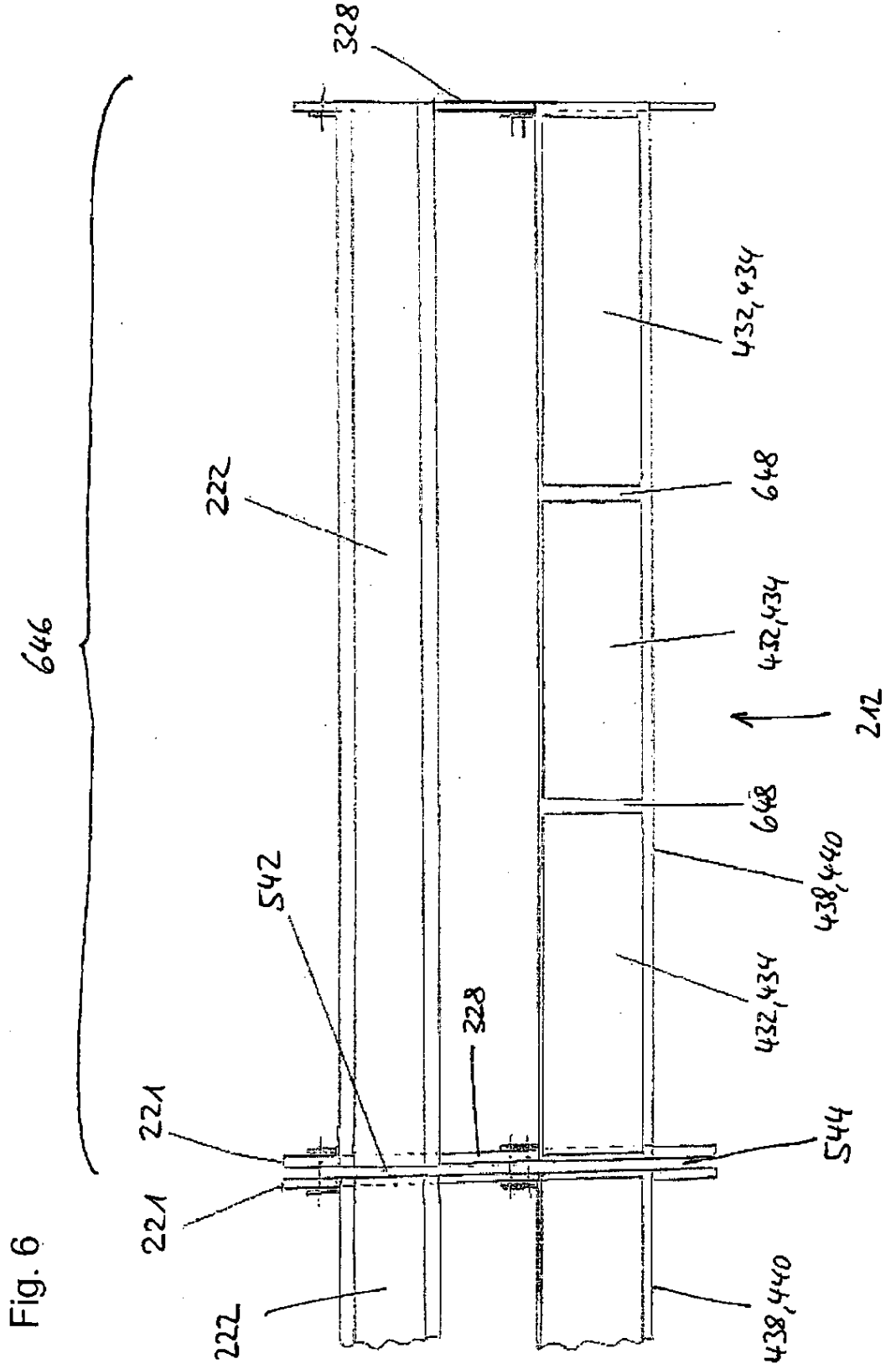
328
432, 434
222
648
646
432, 434
212
648
542
438, 440
228
432, 434
221
544
221
222
438, 440

Fig. 6

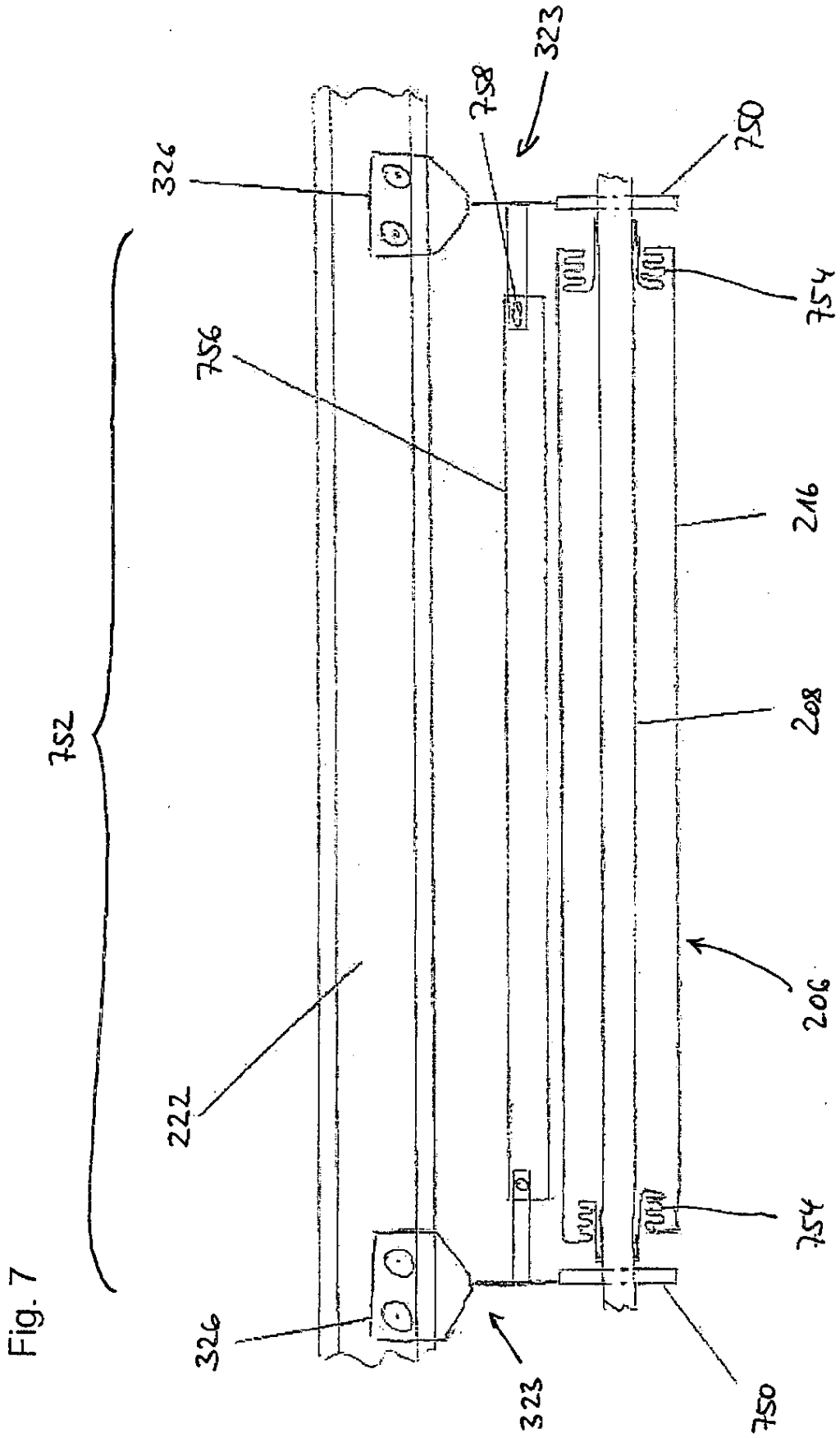

Fig. 7

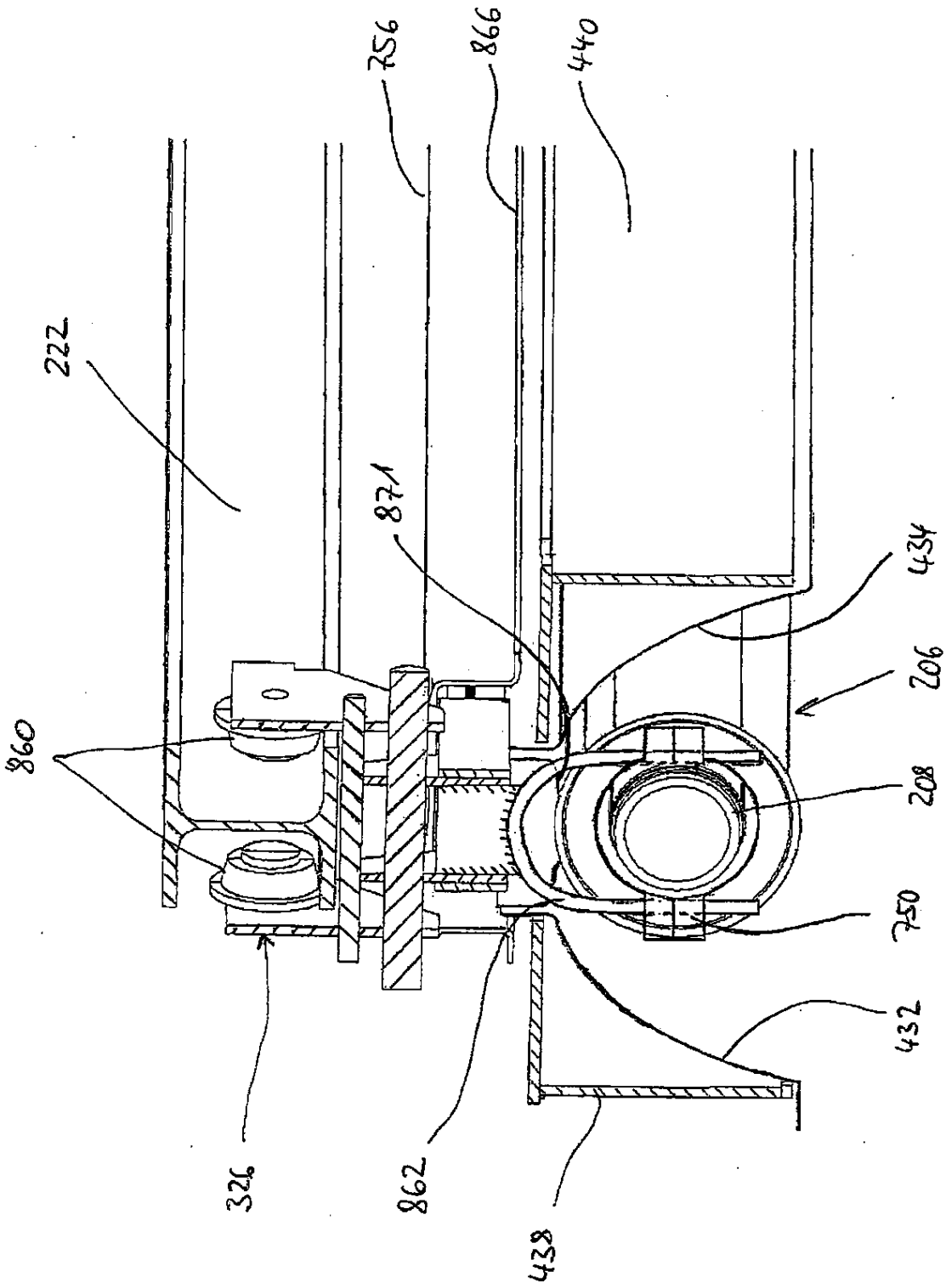

Fig. 8

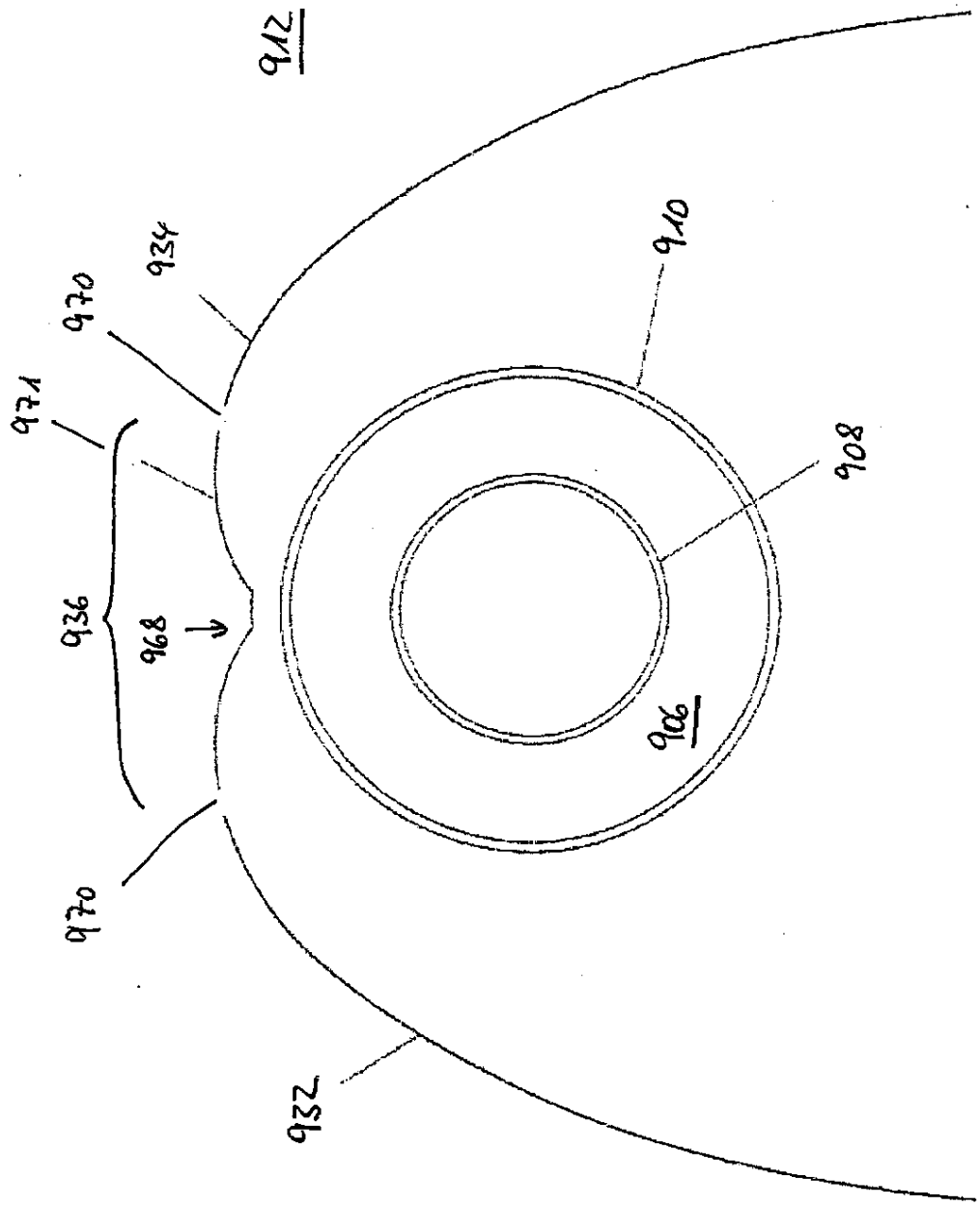

Fig. 9

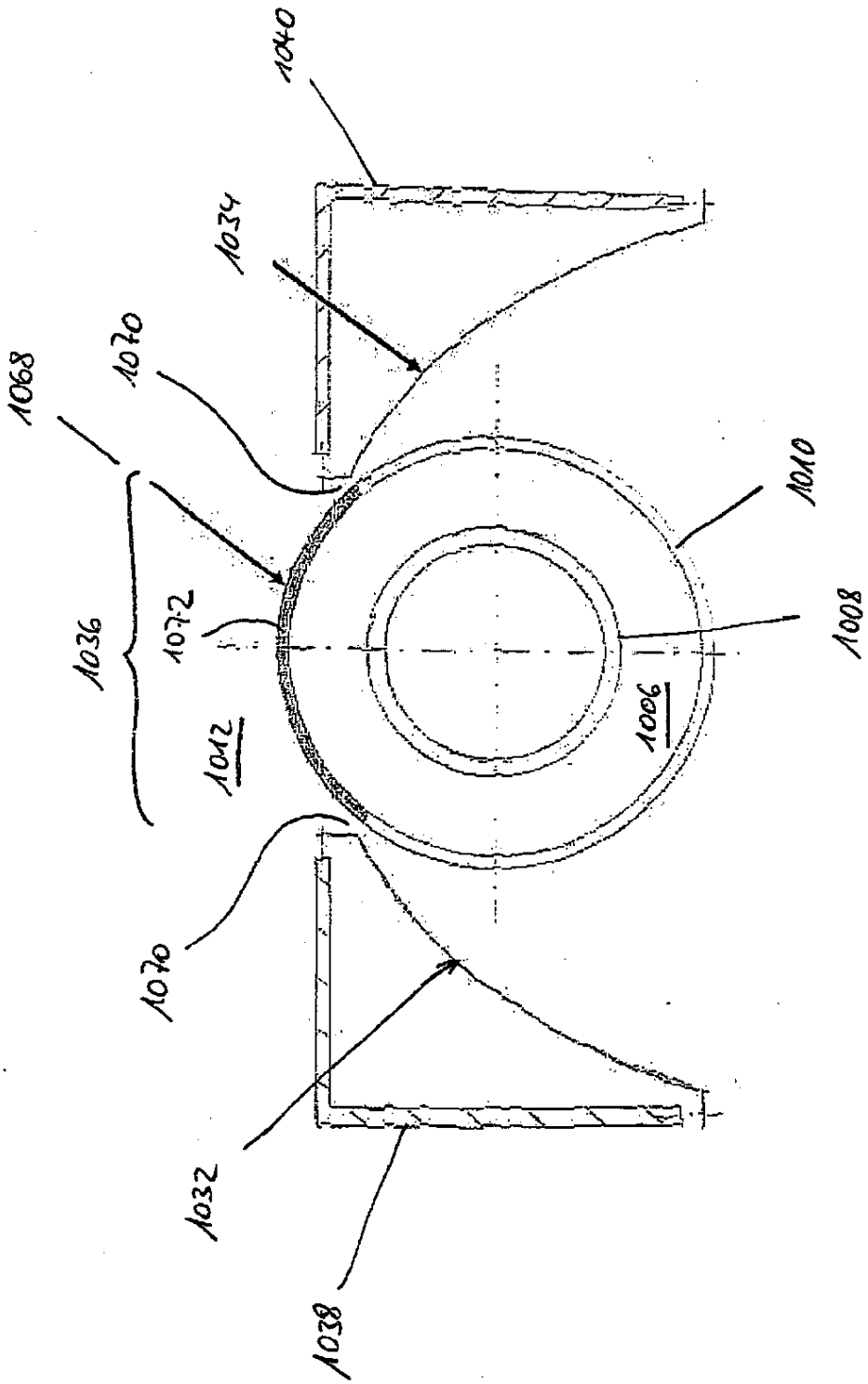
1040
1034
1070
1068
1010
1008
1036
1072
1012
1006
1070
1032
1038

Fig. 10

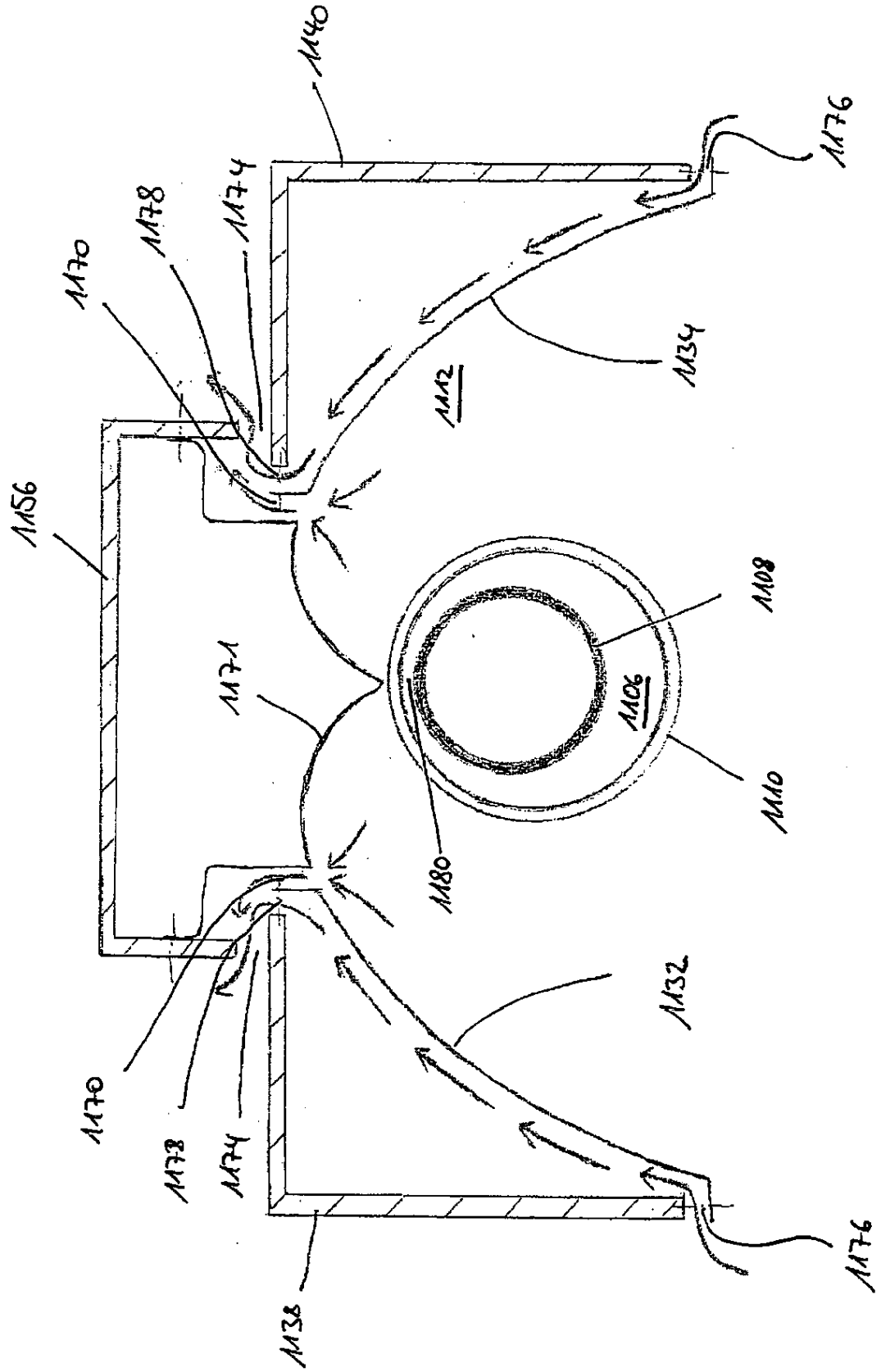
1140
1176
1178
1174
1170
1134
1112
1156
1108
1106
1171
1110
1180
1132
1170
1173
1174
1176
1138

Fig. 11

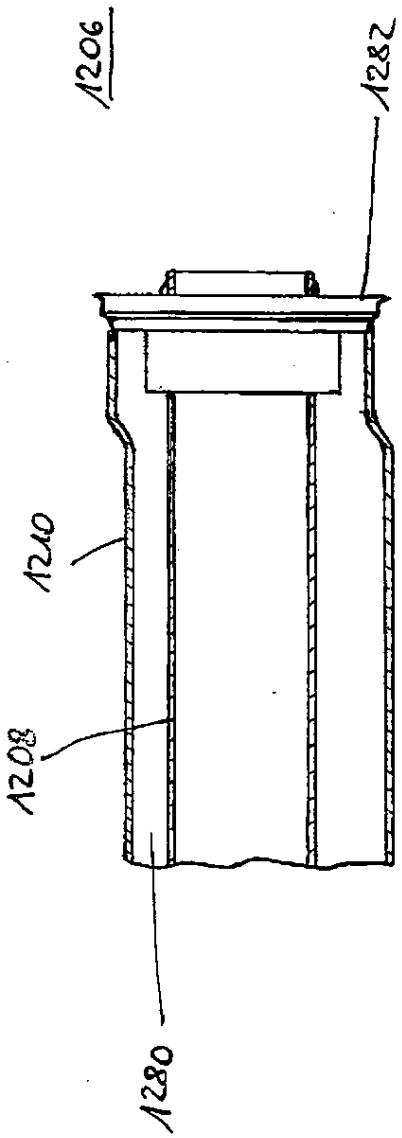

Fig. 12A

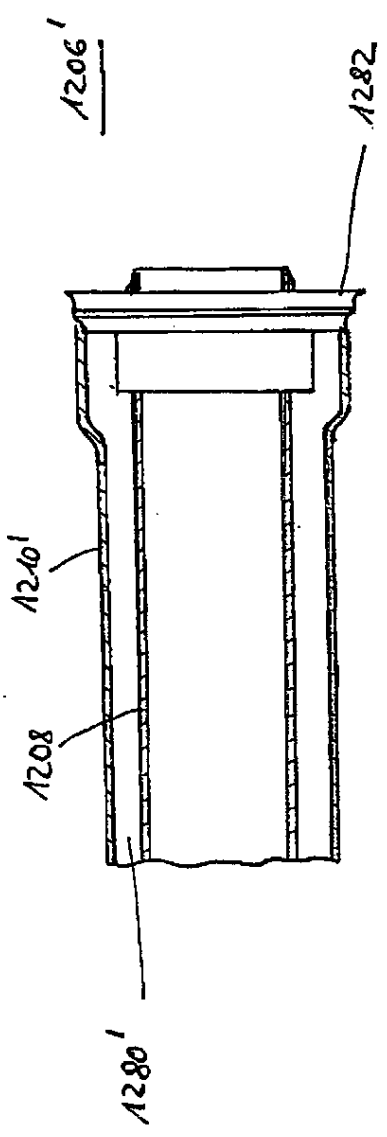

Fig. 12B