



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2007 025 631 A1** 2008.12.11

(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2007 025 631.2**

(22) Anmeldetag: **01.06.2007**

(43) Offenlegungstag: **11.12.2008**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **B62D 29/04** (2006.01)

**B62D 25/10** (2006.01)

**B29C 70/00** (2006.01)

**B62D 25/04** (2006.01)

(71) Anmelder:  
**AUDI AG, 85057 Ingolstadt, DE**

(72) Erfinder:  
**Schneidewind, Thomas, 52076 Aachen, DE;**  
**Gerbrand, Jürgen, 71737 Kirchberg, DE; Durst,**  
**Karl, 91790 Bergen, DE**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht zu ziehende Druckschriften:

**DE 44 07 731 C2**

**DE 299 24 726 U1**

**US 58 53 857 A**

**EP 13 75 310 A2**

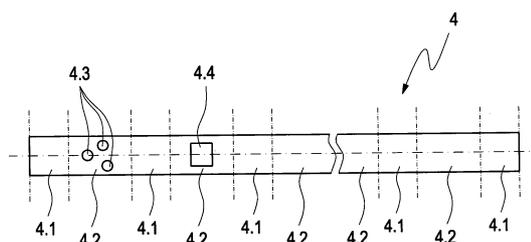
Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

Rechercheantrag gemäß § 43 Abs. 1 Satz 1 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: **Faserverbundwerkstoffprofil und Kraftfahrzeugscheibenrahmen**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Faserverbundwerkstoffprofil (4) und einen Scheibenrahmen für ein Kraftfahrzeug. Erfindungsgemäß weist das Faserverbundwerkstoffprofil (4) mindestens einen schubsteifen Bereich (4.1) und mindestens einen schubweichen Bereich (4.2) auf, der mindestens eine definierte innere Sollfehlstelle (4.3) und/oder mindestens ein definiertes inneres Sollfehlfeld aufweist, wobei der mindestens eine schubsteife Bereich (4.1) und der mindestens eine schubweiche Bereich (4.2) so angeordnet sind, dass bei einer Kräfteinwirkung zur Erhöhung der Bruchdehnung eine Gesamtverformung des Faserverbundwerkstoffprofils (4) vorgebbar ist.



## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Faserverbundwerkstoffprofil und einen zugehörigen Scheibenrahmen für ein Kraftfahrzeug.

**[0002]** Aus dem Stand der Technik ist der Einsatz von Stahl als Werkstoff im Karosseriebau insbesondere für Kraftfahrzeugscheibenrahmen bekannt. Um eine Zunahme des Fahrzeuggewichts in Folge höherer Sicherheitsanforderungen bezüglich der Steifigkeit der Fahrgastzellen von Kraftfahrzeugen und ihre Deformationseigenschaften verhindern zu können, werden in bekannter Weise Leichtbauwerkstoffe, wie zum Beispiel Aluminium, als Werkstoffe für Kraftfahrzeugscheibenrahmen verwendet. Sowohl Stahl als auch Aluminium ermöglichen als Werkstoffe für den Kraftfahrzeugscheibenrahmen eine hohe Bruchdehnung ohne Versagen der Struktur, so dass insbesondere ein seitlicher Fahrzeugscheibenrahmen Kräfte aufnehmen und auf untere Karoseriestrukturen weiterleiten kann, die bei einem Unfall auf das Fahrzeugdach wirken können. Dies erhöht die Widerstandsfähigkeit des Fahrzeugdaches gegen Eindrückung.

**[0003]** Zudem ist der Einsatz von Faserverbundwerkstoffen als Leichtbauwerkstoffe aus dem Stand der Technik bekannt, die beispielsweise mit einem so genannten RTM-Verfahren (RTM: Resin Transfer Moulding bzw. Harz-Injektionsverfahren) hergestellt werden. Die Verstärkungsfasern können beispielsweise als Gewebe, Gewirke, Vliese, Gitter Matten usw. ausgeführt sein, die beispielsweise aus Glas-, Kunststoff-, Natur- und/oder Kohlefasern hergestellt sind. Für Sandwich-Konstruktionen können Kernwerkstoffe wie Polyurethanschaum, PVC-Schaum, Balsaholz usw. verwendet werden. Neben den verschiedenen Verstärkungsfaserwerkstoffen und Sandwichwerkstoffen können beim RTM-Verfahren auch unterschiedliche Harzsysteme, wie z. B. Polyester-, Venylester-, Epoxid- oder Phenol-Harze, verwendet werden. Das RTM-Verfahren ermöglicht insbesondere die Herstellung von Teilen mit komplexer Geometrie.

**[0004]** In der Gebrauchsmusterschrift DE 299 24 726 U1 wird ein Verbundbauteil für Fahrzeugkaroserien beschrieben. Das beschriebene Verbundbauteil definiert abschnittsweise die Außenfläche des Fahrzeugs und ist insbesondere als großflächiges Verbundbauteil in Form eines Fahrzeugdachs, einer Tür, einer Klappe oder eines Deckels ausgeführt. Das beschriebene Verbundbauteil umfasst eine vor dem Schäumen separat tiefgezogene Außenhaut und eine auf der Innenseite der Außenhaut aufgeschäumte Kunststoffschicht.

**[0005]** Die tiefgezogene Außenhaut ist an den Rändern rahmenlos ausgebildet und mit einer umlaufenden Aufkantung versehen. Zudem ist über den ge-

samten Flächenbereich der Außenhaut eine an sich nicht steife Armierung aus ungeordneten Fasern, insbesondere Glasfasern, vorgesehen, mit denen der Kunststoff beladen ist, wobei die ungeordneten Fasern den Elastizitätsmodul der geschäumten Kunststoffschicht erhöhen. Die Armierung umfasst beispielsweise nichteigensteife bzw. biegeschlaffe Gewebe, Gewirke, Vliese, Gitter Matten usw., die beispielsweise aus Glas-, Kunststoff- und/oder Kohlefasern hergestellt sind.

**[0006]** Bei einem möglichen Einsatz von Faserverbundwerkstoffen als Werkstoffe für Kraftfahrzeugscheibenrahmen, die insbesondere mit Kohlenstofffasern verstärkt sind, ergibt sich das Problem, dass aufgrund der geringeren Bruchdehnung dieser Werkstoffe bei der Aufnahme und Weiterleitung der bei einem Unfall auf das Fahrzeugdach wirkenden Kräfte ein Versagen der Struktur früher als gefordert auftreten kann.

**[0007]** Aufgabe der Erfindung ist es, ein Faserverbundwerkstoffprofil und einen zugehörigen Kraftfahrzeugscheibenrahmen anzugeben, die ein geringes Gewicht und eine ausreichende Bruchdehnung aufweisen und kostengünstig hergestellt werden können.

**[0008]** Die Erfindung löst diese Aufgabe durch Bereitstellung eines Faserverbundwerkstoffprofils mit den Merkmalen der Patentansprüche 1, und durch einen Scheibenrahmen für ein Kraftfahrzeug mit den Merkmalen der Patentansprüche 9.

**[0009]** Vorteilhafte Ausführungsformen und Weiterbildungen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

**[0010]** Erfindungsgemäß weist das Faserverbundwerkstoffprofil mindestens einen schubsteifen Bereich und mindestens einen schubschwachen Bereich auf, der mindestens eine definierte innere Sollfehlstelle und/oder mindestens ein definiertes inneres Sollfehlfeld aufweist. Der mindestens eine schubsteife Bereich und der mindestens eine schubweiche Bereich sind so angeordnet, dass zur Erhöhung der Bruchdehnung bei einer Krafteinwirkung eine Gesamtverformung des Faserverbundwerkstoffprofils vorgegeben wird. Durch die Unterteilung des Faserverbundwerkstoffprofils in schubsteife und schubweiche Bereiche und die Positionierung der mindestens einen inneren Sollfehlstelle und/oder des mindestens einen definierten inneren Sollfehlfeldes kann das Verhalten des Faserverbundwerkstoffprofils bei Belastung und insbesondere bei einer Überlastung in vorteilhafter Weise vorgegeben werden, wodurch die Gesamtverformbarkeit des Faserverbundwerkstoffprofils in vorteilhafter Weise zunimmt. Durch die vorliegende Erfindung können Faserverbundwerkstoffprofile so dimensioniert werden, dass in vorteilhafter

Weise eine ausreichende Bruchdehnung erreicht werden kann. Das Faserverbundwerkstoffprofil kann beispielsweise als geschlossenes Hohlprofil ausgeführt werden.

**[0011]** Durch den Einsatz des erfindungsgemäßen Faserverbundwerkstoffprofils als Scheibenrahmen für ein Kraftfahrzeug können in vorteilhafter Weise ein geringeres Fahrzeuggewicht und dadurch ein tieferer Fahrzeugschwerpunkt erzielt werden, wodurch das Fahrverhalten bei gleich bleibendem hohen Innessenschutz verbessert werden kann. Zudem ermöglicht die Verwendung des erfindungsgemäßen Faserverbundwerkstoffprofils als Scheibenrahmen eine dünnere Ausführung der A-Säule, wodurch der Sichtwinkel in vorteilhafter Weise verbessert wird. Zudem ergeben sich durch die Verwendung des erfindungsgemäßen Faserverbundwerkstoffprofils geringerer Herstellungskosten und eine größere Designfreiheit.

**[0012]** In Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Faserverbundwerkstoffprofils sind die schubsteifen Bereiche und schubschwachen Bereiche abwechselnd angeordnet. Die mindestens eine definierte innere Sollfehlstelle und/oder das mindestens eine definierte innere Sollfehlfeld in dem mindestens einen schubweichen Bereich bilden bei einer Krafteinwirkung beispielsweise einen Riss aus, der durch den mindestens einen angrenzenden schubsteifen Bereich gestoppt wird. Durch die Ausbildung von Rissen in den schubweichen Bereichen, die durch die schubsteifen Bereiche gestoppt werden, kann das maximale Kraftniveau erhöht werden, welches das Faserverbundwerkstoffprofil aufnehmen und ohne Versagen der Struktur weiterleiten kann. Die Fasern weisen in dem mindestens einen schubweichen Bereich des Faserverbundwerkstoffprofils beispielsweise Orientierungswinkel von ungefähr  $0^\circ$  auf und weisen in dem mindestens einen schubsteifen Bereich Orientierungswinkel von ungefähr  $\pm 45^\circ$  auf.

**[0013]** In weiterer Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Faserverbundwerkstoffprofils wird die gewünschte Gesamtverformung des Kunststoffrohres über einen Kraft-Weg-Verlauf eingestellt. Der Kraft-Weg-Verlauf kann beispielsweise durch Variieren der Wandstärke des Kunststoffrohres und/oder der Faserorientierung und/oder der Abstände der schubsteifen Bereiche und/oder der schubweichen Bereiche angepasst werden.

**[0014]** Ein erfindungsgemäßer Scheibenrahmen für ein Kraftfahrzeug umfasst mindestens ein Faserverbundwerkstoffprofil, das beispielsweise als seitlicher Scheibenrahmen ausgeführt ist, wobei die auf den seitlichen Scheibenrahmen wirkende Kraft beispielsweise durch einen Überschlag des Fahrzeugs bei einem Unfall verursacht wird. Das mindestens eine Faserverbundwerkstoffprofil kann beispielsweise so

ausgerichtet bzw. angeordnet werden, dass es eine maximale Bruchdehnung gegen eine zu erwartende Krafteinwirkung bei einem Unfall aufweist.

**[0015]** Vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung sind in den Zeichnungen dargestellt und werden nachfolgend beschrieben.

**[0016]** Dabei zeigen:

**[0017]** [Fig. 1](#) eine schematische Seitenansicht eines erfindungsgemäßen seitlichen Scheibenrahmens für ein Kraftfahrzeug, und

**[0018]** [Fig. 2](#) eine schematische Seitenansicht eines erfindungsgemäßen Faserverbundwerkstoffprofils für den Scheibenrahmen aus [Fig. 1](#).

**[0019]** Wie aus [Fig. 1](#) ersichtlich ist, wird ein erfindungsgemäßes Faserverbundwerkstoffprofil **4** im dargestellten Ausführungsbeispiel als vorderer seitlicher Scheibenrahmen **2** bzw. als A-Säule für ein Kraftfahrzeug **1** verwendet, das beispielhaft als Cabriolet ausgeführt ist. Das Faserverbundwerkstoffprofil **4** ist als geschlossenes Hohlprofil ausgeführt und so dimensioniert, dass es eine ausreichende Bruchdehnung aufweist, um im Falle eines Überschlags bei einem Unfall die entstehenden Kräfte **F** ohne Versagen der Struktur, d. h. ohne Bruch, aufzunehmen bzw. an eine untere Karosseriestruktur **3** weiterzuleiten.

**[0020]** Wie aus [Fig. 2](#) ersichtlich ist, weist das Faserverbundwerkstoffprofil **4** für den Scheibenrahmen **2** eines Kraftfahrzeugs **1** mehrere abwechselnd angeordnete schubsteife Bereiche **4.1** und schubweiche Bereiche **4.2** auf. Die schubsteifen Bereiche **4.1** und die schubweichen Bereiche **4.2** sind so dimensioniert und angeordnet, dass das Faserverbundwerkstoffprofil **4** bei einer Krafteinwirkung **F** zur Erhöhung der Bruchdehnung in den schubweichen Bereichen **4.2** Risse ausbildet, deren Ausbreitung jeweils durch die schubsteifen Bereiche **4.1** gestoppt wird. Zu diesem Zweck können innerhalb der schubweichen Bereiche **4.2** definierte innere Sollfehlstellen **4.3** und/oder definierte innere Sollfehlfelder **4.4** angeordnet werden, die eine definierte lokale Delamination des Faserverbundwerkstoffes bewirken. Zudem können die Fasern in den schubweichen Bereichen **4.2** des Faserverbundwerkstoffprofils **4** Orientierungswinkel von ungefähr  $0^\circ$  aufweisen. Die Fasern in den schubsteifen Bereichen **4.1** des Faserverbundwerkstoffprofils **4** können Orientierungswinkel von ungefähr  $\pm 45^\circ$  aufweisen.

**[0021]** Durch eine derartige Ausführung des Faserverbundwerkstoffprofils **4** wird erreicht, dass im Falle einer Überlast in den schubweichen Bereichen **4.2** Risse ausgebildet werden, welche durch die schubsteifen Bereiche **4.1** gestoppt werden, die man als Knoten bezeichnen kann. Durch Anpassung der Kno-

tenabstände, der Faserorientierungen und der Wandstärken des Faserverbundwerkstoffprofils **4** können verschiedene Kraft-Weg-Verläufe realisiert werden, so dass eine gewünschte Gesamtverformung des Faserverbundwerkstoffprofils **4** vorgegeben werden kann.

**[0022]** Durch das erfindungsgemäße Faserverbundwerkstoffprofil kann bei dessen Verwendung als Scheibenrahmen die Widerstandsfähigkeit des Fahrzeugdaches gegen Eindrückung erhöht werden, so dass bei Crashtests ohne Versagen der Struktur vergleichbare Werte wie bei der Verwendung von Stahl und/oder Aluminium als Werkstoff für den Scheibenrahmen erzielt werden können.

**[0023]** Somit kann durch den Einsatz des erfindungsgemäßen Faserverbundwerkstoffprofils als Scheibenrahmen für ein Kraftfahrzeug das Fahrzeuggewicht in vorteilhafter Weise bei gleich bleibendem hohen Insassenschutz weiter verringert werden. Das geringere Fahrzeuggewicht ergibt einen tieferen Fahrzeugschwerpunkt und ermöglicht eine Verbesserung des Fahrverhaltens. Zudem kann der Scheibenrahmen bzw. die A-Säule durch die Verwendung des erfindungsgemäßen Faserverbundwerkstoffprofils dünner ausgeführt werden, wodurch der Sichtwinkel in vorteilhafter Weise verbessert wird.

#### Bezugszeichenliste

- 1** Kraftfahrzeug
- 2** Scheibenrahmen
- 3** untere Karosseriestruktur
- 4** Faserverbundwerkstoffprofil
- 4.1** schubsteifer Bereich
- 4.2** schubweicher Bereich
- 4.3** innere Sollfehlstelle
- 4.4** inneres Sollfehlfeld
- F** Kraftwirkung

**ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**Zitierte Patentliteratur**

- DE 29924726 U1 [\[0004\]](#)

**Patentansprüche**

1. Faserverbundwerkstoffprofil, insbesondere für einen Scheibenrahmen (2) eines Kraftfahrzeugs (1), **dadurch gekennzeichnet**, dass das Faserverbundwerkstoffprofil (4) mindestens einen schubsteifen Bereich (4.1) und mindestens einen schubweichen Bereich (4.2) aufweist, der mindestens eine definierte innere Sollfehlstelle (4.3) und/oder mindestens ein definiertes inneres Sollfehlfeld aufweist, wobei der mindestens eine schubsteife Bereich (4.1) und der mindestens eine schubweiche Bereich (4.2) so angeordnet sind, dass bei einer Kraffteinwirkung (F) zur Erhöhung der Bruchdehnung eine Gesamtverformung des Faserverbundwerkstoffprofils (4) vorgebar ist.

2. Faserverbundwerkstoffprofil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die schubsteifen Bereiche (4.1) und die schubweichen Bereiche (4.2) abwechselnd angeordnet sind.

3. Faserverbundwerkstoffprofil nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die mindestens eine definierte innere Sollfehlstelle (4.3) und/oder das mindestens eine definierte innere Sollfehlfeld (4.4) in dem mindestens einen schubweichen Bereich (4.2) bei einer Kraffteinwirkung einen Riss ausbilden, der durch den mindestens einen schubsteifen Bereich (4.1) gestoppt wird.

4. Faserverbundwerkstoffprofil nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Fasern in dem mindestens einen schubweichen Bereich (4.2) Orientierungswinkel von ungefähr  $0^\circ$  aufweisen.

5. Faserverbundwerkstoffprofil nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Fasern in dem mindestens einen schubsteifen Bereich (4.1) Orientierungswinkel von ungefähr  $\pm 45^\circ$  aufweisen.

6. Faserverbundwerkstoffprofil nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Gesamtverformung des Faserverbundwerkstoffprofils (4) über einen Kraft-Weg-Verlauf einstellbar ist.

7. Faserverbundwerkstoffprofil nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Kraft-Weg-Verlauf durch Variieren der Wandstärke des Faserverbundwerkstoffprofils (4) und/oder der Faserorientierung und/oder der Abstände der schubsteifen Bereiche (4.1) und/oder der schubweichen Bereiche (4.2) anpassbar ist.

8. Faserverbundwerkstoffprofil nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass das Faserverbundwerkstoffprofil (4) als geschlossenes Hohlprofil ausgeführt ist.

9. Scheibenrahmen für ein Kraftfahrzeug, dadurch gekennzeichnet, dass der Scheibenrahmen mindestens ein Faserverbundwerkstoffprofil (4) nach einem der Ansprüche 1 bis 8 umfasst.

10. Scheibenrahmen nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass das mindestens eine Faserverbundwerkstoffprofil (4) so ausgerichtet ist, dass es eine maximale Bruchdehnung gegen eine zu erwartende Kraffteinwirkung (F) aufweist.

Es folgt ein Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

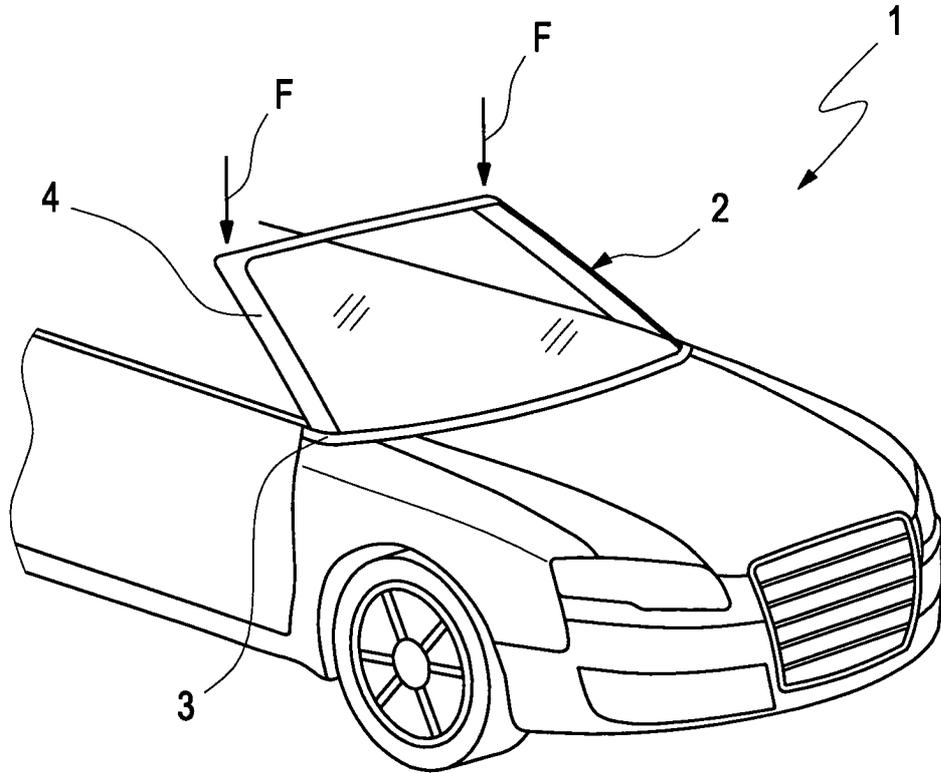


Fig. 1

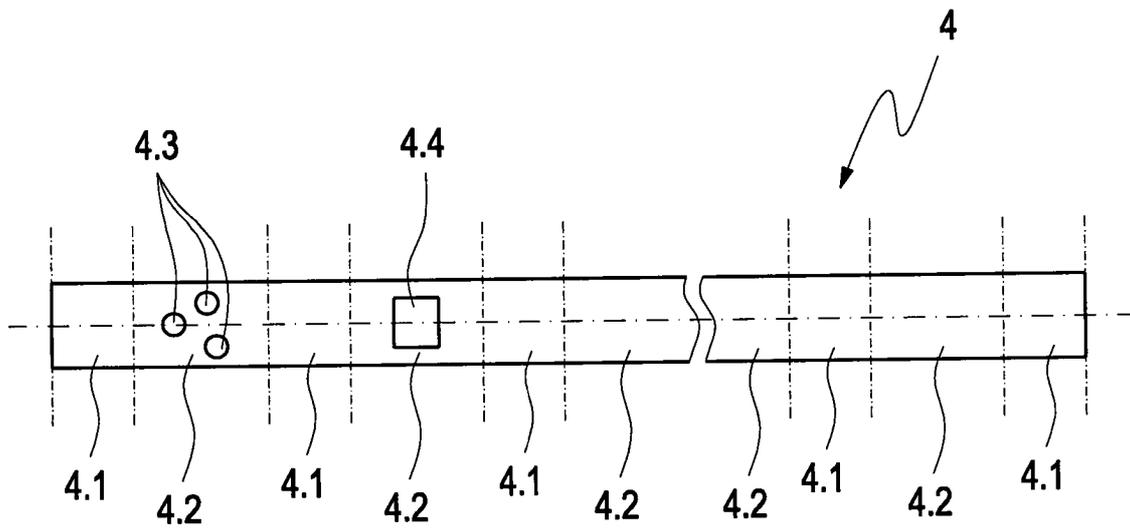


Fig. 2