

19



LE GOUVERNEMENT  
DU GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG  
Ministère de l'Économie

11

N° de publication :

LU505772

<https://patent.public.lu/fo-eregister/view/>

12

## BREVET D'INVENTION

B1

21

N° de dépôt: LU505772

51

Int. Cl.:  
F16F 1/02, F16F 1/18, H01R 4/48

22

Date de dépôt: 13/12/2023

30

Priorité:

73

Titulaire(s):  
PHOENIX CONTACT GMBH & CO. KG – 32825  
Blomberg (Deutschland)

43

Date de mise à disposition du public: 19/06/2025

72

Inventeur(s):  
HANEMANN Dominik – Deutschland

47

Date de délivrance: 19/06/2025

DX

Date d'expiration: 13/12/2043

74

Mandataire(s):  
PHOENIX CONTACT GMBH & CO. KG –  
32825 Blomberg (Deutschland)

85

Date d'entrée en phase nationale:

86

N° de dépôt de la demande internationale:

54

**Feder, Verfahren zur Herstellung einer Feder, Baugruppe umfassend eine Feder, Verfahren zur Herstellung einer Baugruppe und Federkraftklemme.**

57

Beschrieben und dargestellt ist eine Feder (1), insbesondere für den Einsatz in einer Federkraftklemme (20), wobei die Feder (1) aus einem Federstahl besteht. Die Aufgabe eine Feder anzugeben, die verbesserte Eigenschaften aufweist und die gleichzeitig besonders einfach zu fertigen ist, ist im Wesentlichen dadurch gelöst, dass die Feder (1) einen ersten Bereich (4) und einen zweiten Bereich (5) aufweist, wobei die Feder (1) im ersten Bereich (4) eine höhere Härte aufweist als in dem zweiten Bereich (5).

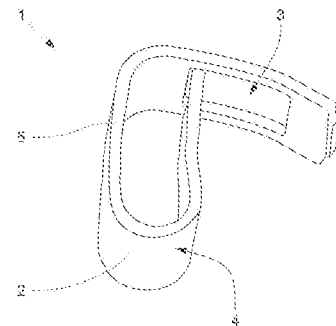


Fig. 1

**Feder, Verfahren zur Herstellung einer Feder, Baugruppe umfassend eine Feder, Verfahren zur Herstellung einer Baugruppe und Federkraftklemme**

Die Erfindung geht aus von einer Feder, insbesondere geeignet für den Einsatz in einer Federkraftklemme, wobei die Feder zumindest bereichsweise aus einem Federstahl besteht.

Zudem betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Herstellung einer Feder.

Weiterhin betrifft die Erfindung eine Baugruppe umfassend eine erfindungsgemäße Feder und ein weiteres Bauteil.

Zudem betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Herstellung einer Baugruppe.

Schließlich betrifft die Erfindung eine Federkraftklemme, die wenigstens eine erfindungsgemäß ausgebildete Feder aufweist.

Aus dem Stand der Technik ist es bekannt einfach oder mehrfach gebogene Federn in Federkraftklemmen, beispielsweise in Durchgangsklemmen oder Reihenklemmen oder auch Steckverbindern, einzusetzen. Dabei wird die Federkraft genutzt um einen anzuschließenden Leiter beispielsweise an einer Stromschiene zu fixieren.

In Federkraftklemmen eingesetzte Federn sind im Betrieb ständig wiederkehrenden Belastungen ausgesetzt. Insbesondere der Wechsel zwischen dem Auslenken und der Entspannung einer Feder belastet die Feder, was in einer Verschlechterung der Federeigenschaften und damit in einem Nachlassen der Qualität der elektrischen Verbindung resultieren kann.

Gemäß einer Ausgestaltung einer Federkraftklemme wird die Feder zur Bedienung ausgelenkt bzw. zusammengedrückt und der anzuschließende Leiter wird in die Federkraftklemme durch eine Leitereinführöffnung eingeführt. Die Feder und der Leiter sind nun in der Federkraftklemme derart angeordnet, dass der Leiter durch die Federkraft an einer Stromschiene fixiert wird.

Um diesen durch die Auslenkung hervorgerufenen Belastungen Stand zu halten, ist es aus dem Stand der Technik bekannt, die Härte derartiger Federn mittels einer Ofen-Wärmebehandlung zu erhöhen. Eine solche Wärmebehandlung verbessert einerseits das Setzverhalten, also das Maß der bleibenden Verformung bei ständig wiederkehrenden und/oder hohen Belastungen der Feder, und andererseits die Feder-Kraft-Wirkung der Feder.

Nachteilig an der Ofen-Wärmebehandlung ist, dass sie sehr aufwändig, insbesondere zeitaufwändig ist. Üblicherweise werden Federn für den genannten Anwendungsfall für einen Zeitraum von ca. 2 Stunden auf der erhöhten Temperatur gehalten.

Ausgehend von dem dargelegten Stand der Technik ist es Aufgabe der Erfindung, eine Feder anzugeben, die verbesserte Eigenschaften aufweist und die gleichzeitig besonders einfach zu fertigen ist.

Darüber hinaus ist es Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren zur Herstellung einer erfindungsgemäßen Feder anzugeben.

Zudem ist es Aufgabe der Erfindung eine Baugruppe, umfassend eine erfindungsgemäße Feder sowie ein Verfahren zur Herstellung einer solchen Baugruppe anzugeben, wobei die Baugruppe verbesserte Eigenschaften aufweist und gleichzeitig besonders einfach herzustellen ist.

Schließlich ist es Aufgabe der Erfindung, eine Federkraftklemme anzugeben, die eine verbesserte Qualität im Betrieb aufweist.

Unter verbesserten Eigenschaften einer Feder ist insbesondere ein verbessertes Setzverhalten und eine verbesserte Feder-Kraft-Wirkung zu verstehen.

Gemäß einer ersten Lehre der vorliegenden Erfindung wird die zuvor genannte Aufgabe durch eine eingangs beschriebene Feder dadurch gelöst, dass die Feder einen ersten Bereich und einen zweiten Bereich aufweist, wobei die Feder im ersten Bereich eine höhere Härte aufweist als in dem zweiten Bereich.

Besonders bevorzugt ist der erste Bereich der Feder der Bereich, der im Rahmen der Verwendung der Feder der höchsten Belastung ausgesetzt ist.

Erfindungsgemäß wurde erkannt, dass eine Verbesserung der Artikelperformance einer Feder, also eine Verbesserung des Setzverhaltens und eine Verbesserung der Feder-Kraft-Wirkung, bereits dann erreicht werden kann, wenn die Feder nur lokal, insbesondere im Bereich der höchsten Belastung, eine besonders hohe Härte aufweist. Auch eine lokale Härtung der Feder resultiert insgesamt in einer Verbesserung der Eigenschaften derart, dass die Feder langfristig ohne Qualitätsverlust verwendet werden kann.

Eine lokale Härtung der Feder in wenigstens einem Bereich verringert das Setzverhalten der Feder insgesamt. Eine mehrfache Auslenkung bzw. Beanspruchung der Feder hat eine besonders geringe bleibende Verformung zur Folge. Weiterhin ist die Federkraft bei der Auslenkung der Feder besonders hoch. Da durch die Federkraft der Feder im Betrieb eine elektrische Verbindung hergestellt wird, erhöht eine Verbesserung der Federkraft im Betrieb die Sicherheit der elektrischen Verbindung durch eine die erfindungsgemäß ausgebildete Feder aufweisende Federkraftklemme.

Eine Feder mit lokal unterschiedlicher Härte weist darüber hinaus den weiteren Vorteil auf, dass sie einerseits insbesondere im Bereich der maximalen Belastung besonders hart ist und damit hohen Belastungen Stand halten kann. Andererseits können beispielsweise die Bereiche, die ausgelenkt werden, eine geringere Härte aufweisen, sodass diese Bereiche mit weniger Kraftaufwand betätigt bzw. ausgelenkt werden können.

Weiterhin weist die erfindungsgemäße Feder den Vorteil auf, dass eine lokale Härtung auch mit anderen Behandlungsverfahren, die weniger zeitaufwändig sind als eine Ofen-Wärmebehandlung sind, durchgeführt werden kann. Beispielsweise kann ein lokaler Wärmeeintrag mittels eines Laserhärtens erfolgen. Dies weist den

Vorteil auf, dass eine Feder mit verbesserten Eigenschaften besonders schnell, effizient und auch in Bezug auf die Behandlungsparameter und damit in Bezug auf die gewünschten Härtegrade individuell hergestellt werden kann.

5 Beispielsweise weist die Feder im ersten Bereich eine Härte auf, die größer ist als 500 HV, die vorzugsweise größer ist als 510 HV, die weiter vorzugsweise größer ist als 520 HV. Besonders bevorzugt beträgt die Härte im ersten Bereich ungefähr 540 HV.

Gemäß einer Ausgestaltung beträgt die Härte im zweiten Bereich ungefähr 500 HV, vorzugsweise weist die Härte einen Wert auf, der kleiner als 500 HV ist.

10 Die zuvor genannten Werte sind insbesondere auch abhängig von dem Material, aus dem die Feder hergestellt ist. Erfindungsgemäß ist die Feder zumindest bereichsweise aus einem Federstahl ausgebildet. Vorzugsweise besteht die Feder vollständig aus Federstahl. Durch die Verwendung von Federstahl kann sowohl eine besonders hohe Festigkeit als auch eine hohe Elastizität der Feder gewähr-  
15 leistet werden.

Besonders bevorzugt ist der erste Bereich durch einen flächigen Wärmeeintrag realisiert. Erfolgt der Wärmeeintrag mittels Laserhärten, so setzt sich der oberflächlich eingebrachte Wärmeeintrag in die Feder derart fort, dass der Federquerschnitt im bestrahlten Bereich sich vollständig erwärmt. Im Ergebnis kann eine  
20 Gefügeumwandlung, die eine erhöhte Härte zur Folge hat, über den vollständigen Federquerschnitt im bestrahlten Bereich realisiert werden.

Alternativ ist der erste Bereich durch einen linienförmigen Wärmeeintrag realisiert. Beispielsweise kann die Linie einen Umriss einer definierten Fläche bilden.

25 Gemäß einer alternativen Ausgestaltung ist der erste Bereich durch einen punktförmigen Wärmeeintrag realisiert. Gemäß dieser Ausgestaltung ist der erste Bereich, der sich durch eine erhöhte Härte auszeichnet, lokal sehr begrenzt.

Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung der Feder weist die Feder wenigstens einen Federbogen auf. Wird die Feder in einer Federkraftklemme eingesetzt, so ist der wenigstens eine Federbogen der Bereich der Feder, der bei Auslenkung der Feder maximal belastet wird. Besonders bevorzugt ist daher der erste  
30 Bereich der Feder im Bereich des Federbogens angeordnet. Beispielsweise kann der erste Bereich dem Federbogen entsprechen. Zudem kann der erste Bereich auch einem Teilbereich des Federbogens entsprechen.

35 Gemäß einer Ausgestaltung weist der Federbogen einen Scheitelpunkt auf, wobei der erste Bereich der Feder den Scheitelpunkt des Federbogens umfasst.

Weist der Federbogen einen kreisbogenförmigen Querschnitt auf, so ist mit Scheitelpunkt der Punkt des Federbogens gemeint, der mittig zwischen den beiden Federschenkeln, die sich an die beiden Seiten des Federbogens anschließen, angeordnet ist.

Gemäß einer besonders bevorzugten Ausgestaltung weist die Feder genau einen ersten Bereich auf, der eine höhere Härte aufweist, wobei dieser Bereich im Bereich des Federbogens angeordnet ist. Der restliche Teil der Feder bildet den zweiten Bereich, dessen Härte geringer ist als die Härte im ersten Bereich. Diese Ausgestaltung weist den Vorteil auf, dass die Feder aufgrund der geringen Härte einfach auslenkbar ist und darüber hinaus durch die hohe Härte im Bereich des Federbogens eine gute Artikelperformance aufweist.

Wenn es heißt, dass der erste Bereich im Bereich des Federbogens angeordnet ist, so ist damit gemeint, dass der erste Bereich in einem Bereich angeordnet ist, der im Querschnitt eine Krümmung aufweist.

Gemäß einer weiteren Ausgestaltung der Feder kann der erste Bereich sowohl den Federbogen umfassen und darüber hinaus zumindest einen Teilbereich der sich an den Federbogen anschließenden Schenkel.

Gemäß einer nächsten vorteilhaften Ausgestaltung ist die Feder im ersten Bereich nach dem Umformen gehärtet worden und die Feder ist im zweiten Bereich nach dem Umformen nicht gehärtet worden. Wenn es heißt, dass die Feder bereichsweise nicht gehärtet ist, so ist damit gemeint, dass die Feder nach der Umformung, also beispielsweise nach einem Biegeprozess, keiner weiteren Härtung unterzogen worden ist. Ein Härten im Rahmen des Herstellungsprozesses eines Halbzeugs aus Federstahl ist durch die vorgenannte Ausgestaltung nicht ausgeschlossen.

Aufgrund der lokal eingebrachten Wärmebehandlung weist die Feder gemäß einer Ausgestaltung lokal, also im wärmebehandelten Bereich, Anlassfarben auf.

Gemäß einer weiteren Ausgestaltung weist die Feder wenigstens zwei Bereiche, nämlich wenigstens einen ersten Bereich und einen dritten Bereich, auf, in denen die Feder eine höhere Härte aufweist als im zweiten Bereich.

Dabei kann die Härte in den wenigstens zwei Bereichen höherer Härte gleich hoch sein. Beispielsweise kann die Feder mittels Laserhärten im ersten Bereich und im dritten Bereich mittels derselben Parameter wärmebehandelt sein. Vorzugweise bildet der zweite Bereich nach wie vor den Bereich der Feder, der eine geringere Härte aufweist, insbesondere da dieser Bereich nach dem Umformen nicht wärmebehandelt worden ist.

Alternativ kann die Härte in den wenigstens zwei Bereichen erhöhter Härte auch unterschiedlich hoch sein. Beispielsweise kann die Feder mittels Laserhärten im ersten Bereich und im dritten Bereich mittels unterschiedlicher Parameter wärmebehandelt sein. Gemäß dieser Ausgestaltung weist die Feder insgesamt wenigstens drei unterschiedliche Härtegrade auf. Insbesondere in Kombination mit der Härtung mittels eines Lasers lassen sich also Federn mit individuell eingestellten Härtebereichen für unterschiedliche Anwendungen besonders leicht herstellen.

Beispielsweise weist die Feder zwei Federbögen auf, wobei der erste Bereich im Bereich des ersten Federbogens angeordnet ist und wobei der dritte Bereich im Bereich des zweiten Federbogens angeordnet ist.

Gemäß einer zweiten Lehre der vorliegenden Erfindung, wird die eingangs dargelegte Aufgabe durch ein eingangs beschriebenes Verfahren zur Herstellung einer der zuvor beschriebenen Federn dadurch gelöst, dass das Verfahren die folgenden Schritte aufweist:

- 5 - Herstellung eines Federschnittteils und Umformung des Federschnittteils zu einer Feder, insbesondere mit einem Stanz-Biege-Verfahren
- anschließend Härten von wenigstens einem ersten Bereich der Feder durch lokales Erwärmen, insbesondere mittels Laserhärten.

10 Das Verfahren weist den Vorteil auf, dass die Feder gezielt beispielsweise an der Stelle, die im Betrieb der größten Belastung ausgesetzt ist, gehärtet werden kann, wodurch insgesamt die Artikelperformance der Feder erhöht werden kann. Die Feder ist gemäß einer der oben beschriebenen Ausgestaltungen ausgebildet.

15 Gemäß einer ersten Ausgestaltung des Verfahrens wird die Feder während des Härtens zumindest im ersten Bereich lokal auf eine Temperatur zwischen 200°C und 400°C erwärmt.

Zur Erzielung einer maximalen Härte wird die Feder lokal in zumindest dem ersten Bereich auf eine Temperatur von ca. 400 °C erhitzt.

20 Durch den Wärmeeintrag erhitzt sich die Feder lokal derart, dass durch eine Gefügewandlung sich die Härte des Federstahls im ersten Bereich erhöht. Dabei durchdringt der Wärmeeintrag den Federstahl an der bestrahlten Stelle im Wesentlichen vollständig, sodass im bestrahlten Bereich auch eine vollständige Gefügewandlung stattfinden kann.

25 Erfolgt das Härten mittels Laserhärten, so liegt die Bestrahlungsdauer der Bestrahlung der Feder mit dem Laserstrahl vorzugsweise zwischen 0,1 und 1 s, besonders bevorzugt zwischen 0,2 und 0,6 s. Beispielsweise kann der Laser zur Härtung der Feder als Diodenlaser ausgebildet sein.

Der Wärmeeintrag kann grundsätzlich punktförmig oder linienförmig oder flächig erfolgen.

30 Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung bestrahlt der Laser den ersten Bereich punktförmig. Wenn es heißt, dass der Laser den ersten Bereich punktförmig bestrahlt, so ist damit gemeint, dass weder der Laserstrahl noch die Feder während des Härtens bewegt werden. Die Ausdehnung des punktförmig eingebrachten Wärmeeintrags entspricht dem Strahldurchmesser des Laserstrahls.

35 Alternativ kann der Laserstrahl den ersten Bereich linienförmig bestrahlen bzw. abfahren. Insbesondere kann der Laserstrahl einen Umriss einer definierten Fläche abfahren.

Gemäß einer nächsten Ausgestaltung des Verfahrens bestrahlt der Laserstrahl die Feder im ersten Bereich flächig. Werden beispielsweise sowohl der Federbogen

als auch die sich an den Federbogen anschließenden Schenkel gehärtet, so kann der der Laserstrahl nacheinander die Schenkel und den Federbogen abfahren.

Weist die Feder zwei oder mehr Bereiche auf, die mittels eines Wärmeeintrags gehärtet werden, werden diese Bereiche vorzugsweise nacheinander wärmebe-  
5 handelt. Dabei können die wenigstens zwei Bereiche mit den gleichen Laserpara-  
metern behandelt werden. Alternativ können die wenigstens zwei Bereiche auch  
mit unterschiedlichen Laserparametern behandelt werden. Eine Behandlung mit  
unterschiedlichen Laserparametern, wie beispielsweise mit unterschiedlicher La-  
serleistung, hat zur Folge, dass die wenigstens zwei Bereiche anschließend unter-  
10 schiedliche Härtegrade aufweisen.

Gemäß einer besonders bevorzugten Ausgestaltung umfasst das Verfahren zur Herstellung einer Feder eine Fertigungslinie. Nach dem Herstellungsschritt und dem Umformungsschritt wird die Feder unmittelbar, vorzugsweise mittels Laserhärten, gehärtet und steht anschließend unmittelbar zur Montage zur Verfügung.

15 Im Detail kann eine lang andauernde Ofen-Wärmebehandlung mit einem anschließenden Abkühlvorgang vermieden werden. Dieses Verfahren weist den Vorteil auf, dass die Herstellung einer gehärteten Feder einerseits besonders schnell erfolgen kann. Andererseits ist es durch Anpassung von Laserparametern besonders einfach möglich, für verschiedene Anwendungsfälle individuell hergestellte  
20 Federn zu fertigen.

Gemäß einer dritten Lehre der vorliegenden Erfindung, wird die eingangs dargelegte Aufgabe durch eine Baugruppe, umfassend wenigstens eine Feder gemäß einer der zuvor beschriebenen Ausgestaltungen und weiterhin umfassend wenigstens ein weiteres Bauteil, insbesondere eine Stromschiene, gelöst, wobei die we-  
25 nigstens eine Feder und das wenigstens eine weitere Bauteil formschlüssig und/oder kraftschlüssig und/oder stoffschlüssig miteinander verbunden sind.

Die erfindungsgemäße Baugruppe weist den Vorteil auf, dass die Baugruppe insgesamt eine verbesserte Artikelperformance dadurch aufweist, dass die Feder lokal gehärtet ist. Durch ein verbessertes Setzverhalten sowie durch eine verbesserte Feder-Kraft-Wirkung ist die Baugruppe im Betrieb besonders lange ohne Qualitätsverlust einsetzbar.  
30

Grundsätzlich können die Feder und das wenigstens eine weitere Bauteil formschlüssig und/oder kraftschlüssig und/oder stoffschlüssig miteinander verbunden sein. Beispielsweise können die wenigstens eine Feder und das wenigstens eine  
35 weitere Bauteil miteinander verrastet sein.

Gemäß einer besonders bevorzugten Ausgestaltung ist das zusätzliche Bauteil als Stromschiene ausgebildet. Beispielsweise weist die Baugruppe zwei Federn und eine Stromschiene auf, wobei die Federn lokal im Bereich der maximalen Belastung eine höhere Härte aufweisen.

Gemäß einer vierten Lehre der vorliegenden Erfindung wird die eingangs dargelegte Aufgabe durch ein eingangs beschriebenes Verfahren zur Herstellung einer zuvor beschriebenen Baugruppe, dadurch gelöst, dass

dass das Verfahren die folgenden Schritte umfasst:

5 - Herstellung wenigstens eines Federschnittteils und vorzugsweise wenigstens eines weiteren Bauteilschnittteils,

- Umformung des wenigstens einen Federschnittteils zu wenigstens einer Feder und vorzugsweise Umformung des wenigstens einen weiteren Bauteilschnittteils zu wenigstens einem weiteren Bauteil, insbesondere mittels eines Stanz-  
10 Biegeverfahrens,

- Verbinden der wenigstens einen Feder und des wenigstens einen weiteren Bauteils während oder nach dem Herstellungsschritt oder dem Umformungsschritt und

- anschließendes Härten der wenigstens einen Feder in zumindest dem ersten Bereich durch lokales Erwärmen, vorzugsweise mittels Laserhärten.

15 Das Verfahren weist den Vorteil auf, dass die wenigstens eine Feder und das weitere Bauteil in einem Zustand, in dem die wenigstens eine Feder noch nicht gehärtet ist, miteinander verbunden werden können. Dadurch, dass die wenigstens eine Feder während des Verbindens noch nicht gehärtet ist, können die wenigstens eine Feder und das weitere Bauteil besonders leicht miteinander verbunden werden.  
20

Dadurch, dass die wenigstens eine Feder nur lokal gehärtet wird und der Wärmeeintrag sich nicht oder nicht wesentlich auf das weitere Bauteil auswirkt, kann die wenigstens eine Feder auch mit Bauteilen verbunden werden, die einen solchen Wärmeeintrag nicht vertragen. Beispielsweise kann das weitere Bauteil eine  
25 Stromschiene sein. Üblicherweise besteht eine solche Stromschiene aus verzinn-tem Kupfer, das einen Wärmeeintrag von ca. 400 C nicht verträgt.

Die wenigstens eine Feder und das wenigstens eine weitere Bauteil können formschlüssig und/oder kraftschlüssig und/oder stoffschlüssig miteinander verbunden werden.

30 Gemäß einer weiteren Lehre der vorliegenden Erfindung wird die eingangs dargelegte Aufgabe durch eine eingangs beschriebene Federkraftklemme gelöst, wobei Federkraftklemme wenigstens eine Feder nach der zuvor beschriebenen Ausgestaltungen, wenigstens eine Stromschiene und wenigstens ein Gehäuse aufweist. Das Gehäuse weist wenigstens eine Leitereinführöffnung auf, über die ein Leiter in  
35 das Gehäuse eingeführt werden kann. Zudem ist die wenigstens eine Feder derart ausgebildet und in dem Gehäuse angeordnet ist, dass sie einen eingeführten Leiter an der Stromschiene fixiert.

Beispielsweise wird die Feder vor oder während des Einführens des Leiters ausgelenkt und zieht oder drückt anschließend den Leiter an die Stromschiene. Die  
40 Federkraftklemme kann als Reihenklemme oder als Durchgangsklemme oder

auch als Steckverbinder ausgebildet sein. Diese Aufzählung ist nicht abschließend. Jede andere übliche Federkraftklemme mit gleicher oder ähnlicher Funktionsweise eignet sich ebenfalls im Rahmen der vorliegenden Erfindung.

5 Es gibt nun eine Vielzahl von Möglichkeiten die erfindungsgemäße Feder, die erfindungsgemäß Baugruppe, die erfindungsgemäßen Verfahren und die erfindungsgemäße Federkraftklemme auszugestalten und weiterzubilden. Hierzu wird verwiesen auf die den unabhängigen Patentansprüchen nachgeordneten Patentansprüche sowie auf die folgende Beschreibung von bevorzugten Ausführungsbeispielen in Kombination mit der Zeichnung.

10 In der Zeichnung zeigen:

Fig. 1 ein Ausführungsbeispiel einer Feder,

Fig. 2 schematisch ein Ausführungsbeispiel eines Aufbaus zum Laserhärten einer Feder,

Fig. 3 bis 5 schematisch unterschiedlich gehärtete Bereiche eines Federbogens,

15 Fig. 6 ein Ausführungsbeispiel eines Verfahrens zur Herstellung einer Feder,

Fig. 7 ein Verfahren zur Herstellung einer Baugruppe und

Fig. 8 ein Ausführungsbeispiel einer Baugruppe sowie einer Federkraftklemme.

20 Fig 1 zeigt ein Ausführungsbeispiel einer Feder 1, die in einer Federkraftklemme 20 eingesetzt werden kann. Die Feder 1 weist einen Federbogen 2 und eine Einführöffnung 3 auf, durch die im montierten Zustand ein Leiter in die Federkraftklemme 20 eingeführt werden kann.

25 Im dargestellten Zustand ist die Feder 1 ausgelenkt, also belastet. Der Federbogen 2 ist dabei der Bereich der Feder 1, der maximal belastet ist. Im übrigen Bereich der Feder 1 wirkt sich die Belastung durch die Auslenkung weniger aus. Um den durch die wiederkehrenden Auslenkungen hervorgerufenen Belastungen standhalten zu können, weist die Feder 1 einen ersten Bereich 4 und einen zweiten Bereich 5 auf, wobei die Härte der Feder 1 im ersten Bereich 4 höher ist als im  
30 zweiten Bereich 5.

Im dargestellten Ausführungsbeispiel entspricht der erste Bereich 4 dem Federbogen 2. Der zweite Bereich 5 entspricht dem übrigen Teil der Feder 1.

Die Feder 1 ist also lokal in dem Bereich, der maximal belastet ist, gehärtet und weist damit insgesamt unterschiedliche Härtegrade auf.

35 Insgesamt weist die Feder 1 bereits durch die lokale Härtung ein verbessertes Setzverhalten sowie eine verbesserte Feder-Kraft-Wirkung auf, sodass die Feder 1 im Betrieb besonders lange ohne Qualitätsverlust eingesetzt werden kann.

Fig. 2 zeigt ein schematisches Ausführungsbeispiel eines Aufbaus zum lokalen Laserhärten einer Feder 1 sowie einer Baugruppe 7 aus einer Feder 1 und einer Stromschiene 6. Die Feder 1 und die Stromschiene 6 sind als Baugruppe 7 miteinander verbunden.

5 Zudem weist die Feder 1 einen Federbogen 2 auf, der im dargestellten Ausführungsbeispiel als erster Bereich 4 der Feder 1 gehärtet wird. Weiterhin ist dargestellt ein Laser 8, dessen Laserstrahl 9 kurzzeitig den ersten Bereich 4, also den Bereich des Federbogens 2, erwärmt, sodass in dem bestrahlten Bereich eine Gefügeumwandlung passiert, die eine lokale Erhöhung der Härte zur Folge hat.

10 Der dargestellte Aufbau weist den Vorteil auf, dass die einzelnen Komponenten der Baugruppe 7 zunächst verbunden werden können und anschließend allein die Feder 1 lokal gehärtet wird, ohne dass sich der Wärmeeintrag auf die Stromschiene 6 auswirkt.

15 Im dargestellten Ausführungsbeispiel ist die Stromschiene 6 aus verzinnem Kupfer ausgebildet und damit nicht für einen Wärmeeintrag im Bereich von 400°C geeignet. Da der Wärmeeintrag und damit die Härtung der Feder 1 lediglich lokal erfolgt, ist die Tatsache, dass der Stromschiene 6 einem solchen Wärmeeintrag nicht ausgesetzt werden kann, nicht nachteilig.

20 Im Ergebnis weist die wie dargestellt behandelte Baugruppe 7 aus einer Stromschiene 6 und einer Feder 1 durch den Härtungsprozess im Bereich der höchsten Belastung der Feder 1 eine verbesserte Artikelperformance, insbesondere ein verbessertes Setzverhalten und eine verbesserte Feder-Kraft-Wirkung auf.

25 Die Fig. 3 bis 5 zeigen jeweils Ausführungsbeispiele einer lokal gehärteten Feder 1, wobei der erste Bereich 4, der eine erhöhte Härte aufweist, jeweils unterschiedlich ausgebildet ist.

In Fig. 3 ergibt sich der erste Bereich 4 dadurch, dass der Federbogen flächig erwärmt worden ist. Der Federbogen 2 ist im dargestellten Ausführungsbeispiel im Wesentlichen vollständig gehärtet.

30 In Fig. 4 ist der Federbogen 2 punktförmig erwärmt worden, woraus sich der lokal sehr begrenzte erste Bereich 4 im Bereich des Scheitelpunktes 10 des Federbogens 2 ergibt.

In Fig. 5 ist die Härtung linienförmig durchgeführt, wobei die Linie die Kontur einer festgelegten Fläche bildet.

35 Alle drei Ausführungsbeispiele weisen den Vorteil auf, dass die Feder 1 insgesamt ein verringertes Setzverhalten und eine verbesserte Kraft-Feder-Wirkung aufweist und weiterhin besonders einfach herzustellen ist.

Fig. 6 zeigt ein Ausführungsbeispiel eines Verfahrens 11 zur Herstellung einer Feder 1, wobei die Feder 1 wie in Fig. 1 gezeigt ausgebildet ist.

In einem ersten Schritt 12 wird ein Federschnittteil aus Federstahl ausgestanzt.

In einem zweiten Schritt 13 wird das Federschnittteil in die für die Anwendung der Feder 1 notwendige Form gebogen.

In einem nächsten Schritt 14 wird die Feder 1 lokal, zumindest in dem ersten Bereich 4, beispielsweise mittels Laserhärten, gehärtet.

- 5    Anschließend steht die so hergestellte Feder 1 unmittelbar zur Montage zur Verfügung. Damit ist das dargestellte Verfahren besonders effizient, da die verbesserte Feder 1 besonders schnell zur Verfügung gestellt werden kann.

Fig. 7 zeigt ein Ausführungsbeispiel eines Verfahrens 15 zur Herstellung einer Baugruppe 7 aus einer Feder 1 und einer Stromschiene 6.

- 10   In einem ersten Schritt 16 ein Federschnittteils und ein Stromschienschnittteil jeweils aus einem Halbzeug ausgestanzt.

In einem nächsten Schritt 17 wird das Federschnittteil zu einer Feder umgeformt und das Stromschienschnittteil wird zu einer Stromschiene umgeformt.

- 15   In einem weiteren Schritt 18 werden die Feder 1 und die Stromschiene miteinander formschlüssig verbunden.

In einem anschließenden Schritt 19 wird die Feder 1 in dem Bereich, der im Betrieb der maximalen Belastung ausgesetzt ist, lokal, beispielsweise mittels Laserhärten, gehärtet.

- 20   Das Verfahren weist den Vorteil auf, dass die Baugruppe in einem Zustand, in dem die einzelnen Bauteile, insbesondere die Feder noch keine erhöhten Härte-  
werte aufweist, besonders leicht miteinander verbunden werden kann.

- 25   Durch die nachträgliche lokale Wärmebehandlung kann die Artikelperformance insgesamt erhöht werden, sodass die hergestellte Baugruppe 7 einerseits besonders leicht herzustellen, insbesondere miteinander zu verbinden ist und gleichzeitig verbesserte Eigenschaften, die einen langen Einsatz ohne Qualitätsverlust garantieren, aufweist.

- 30   Fig. 8 zeigt ein Ausführungsbeispiel einer Federkraftklemme 20 in Form einer einfachen Durchgangsklemme, die zwei lokal gehärtete Federn 1 sowie eine Stromschiene 6 aufweist. Die Baugruppe aus den Federn 1 und der Stromschiene 6 sind  
in einem Gehäuse 21 angeordnet. Das Gehäuse 21 weist zwei Leitereinführungsöffnungen 22 auf, über die anzuschließenden Leiter in die Federkraftklemme 20 eingeführt werden können.

- 35   Hierzu werden zunächst die Federn 1 beispielsweise durch einen Schraubendreher, der in die Öffnungen 23 eingeführt werden kann, ausgelenkt. Sind die Federn 1 ausgelenkt, können die zu verbindenden Leiter in die Leitereinführungsöffnungen 22 und weiter durch die Einführöffnungen 3 der Federn 1 gesteckt werden.

Werden die Schraubendreher anschließend wieder entfernt, so fixieren die Federn 1 die Leiter jeweils an der Stromschiene. Aufgrund ihrer besonders hohen Federkraft-Wirkung ist die wie zuvor beschriebene realisierte elektrische Verbindung

zweier Leiter besonders sicher ausgebildet. Weiterhin können die Federn 1 aufgrund ihrer lokalen Härtung den Belastungen, denen sie durch eine wiederkehrende Auslenkung ausgesetzt sind, besonders gut standhalten. Im Detail weisen die Federn ein besonders geringes Setzverhalten auf.

- 5 Durch ein verbessertes Setzverhalten der Federn sowie durch eine verbesserte Feder-Kraft-Wirkung kann die Federkraftklemme 20 besonders lange ohne Qualitätsverlust eingesetzt werden.

### Bezugszeichen

	1	Feder
	2	Federbogen
	3	Einführöffnung
5	4	Erster Bereich
	5	Zweiter Bereich
	6	Stromschiene
	7	Baugruppe
	8	Laser
10	9	Laserstrahl
	10	Scheitelpunkt
	11	Verfahren zur Herstellung einer Feder
	12	Stanzen der Feder
	13	Biegen der Feder
15	14	Lokales Härten der Feder
	15	Verfahren zur Herstellung einer Baugruppe
	16	Stanzen der Feder und der Stromschiene
	17	Biegen der Feder und der Stromschiene
	18	Formschlüssiges Verbinden der Feder und der Stromschiene
20	19	Lokales Erwärmen der Feder
	20	Federkraftklemme
	21	Gehäuse

### Patentansprüche

1. Feder (1), insbesondere für den Einsatz in einer Federkraftklemme (20),  
wobei die Feder (1) zumindest bereichsweise aus einem Federstahl besteht,  
**dadurch gekennzeichnet,**
  - 5 dass die Feder (1) einen ersten Bereich (4) und einen zweiten Bereich (5) aufweist, wobei die Feder (1) im ersten Bereich (4) eine höhere Härte aufweist als in dem zweiten Bereich (5).
  2. Feder (1) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Feder im ersten Bereich (4) eine Härte aufweist, die größer ist als 500 HV, die vorzugsweise  
10 größer ist als 510 HV, die weiter vorzugsweise größer ist als 520 HV.
  3. Feder (1) nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Härte im zweiten Bereich (5) ungefähr 500 HV beträgt, vorzugsweise weist die Härte einen Wert auf, der kleiner als 500 HV ist.
  4. Feder (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass  
15 der erste Bereich (4) durch einen flächigen oder linienförmigen oder punktförmigen Wärmeeintrag realisiert ist.
  5. Feder (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Feder (1) wenigstens einen Federbogen (2) aufweist und dass der erste Bereich (4) der Feder (1) im Bereich des wenigstens einen Federbogens (2) angeordnet ist.  
20
  6. Feder (1) nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Federbogen (2) einen Scheitelpunkt (10) aufweist und dass der erste Bereich (4) den Scheitelpunkt des Federbogens umfasst.
  7. Feder (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass  
25 die Feder (1) im ersten Bereich (4) nach dem Umformen gehärtet worden ist und dass die Feder (1) im zweiten Bereich (5) nach dem Umformen nicht gehärtet worden ist.
  8. Feder (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Feder (1) mehr als einen Bereich (4) aufweist, in dem die Feder (1) eine höhere Härte aufweist als im zweiten Bereich (5).  
30
  9. Verfahren (11) zur Herstellung einer Feder (1) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 8,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
dass das Verfahren (1) die folgenden Schritte umfasst:
    - 35 - Herstellung (12) eines Federschnittteils und Umformung (13) des Federschnittteils zu einer Feder (1), insbesondere mit einem Stanz-Biege-Verfahren

- anschließend Härten von wenigstens einem ersten Bereich (4) der Feder (1) durch lokales Erwärmen (14), insbesondere mittels Laserhärten.

10. Verfahren (11) nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Feder (1) während des Härten zumindest im ersten Bereich (4) lokal auf eine Temperatur  
5 zwischen 200°C und 400°C erwärmt wird.

11. Verfahren (11) nach einem der Ansprüche 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, dass der Wärmeeintrag punktförmig oder linienförmig oder flächig erfolgt.

12. Verfahren (11) nach einem der Ansprüche 9 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass das Verfahren (11) eine Fertigungslinie umfasst, wobei nach dem Herstellungsschritt (12) und dem Umformungsschritt (13) die Feder (1) unmittelbar, vorzugsweise mittels Laserhärten, gehärtet wird (14) und anschließend unmittelbar zur Montage zur Verfügung steht.  
10

13. Baugruppe (7), umfassend wenigstens eine Feder (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 8 und weiterhin umfassend wenigstens ein weiteres Bauteil, insbesondere eine Stromschiene (6), wobei die wenigstens eine Feder (1) und das wenigstens eine weitere Bauteil formschlüssig und/oder kraftschlüssig und/oder stoffschlüssig miteinander verbunden sind.  
15

14. Verfahren (15) zur Herstellung einer Baugruppe (7) nach Anspruch 13

**dadurch gekennzeichnet,**

20 dass das Verfahren (15) die folgenden Schritte umfasst:

- Herstellung (16) wenigstens eines Federschnittteils und vorzugsweise wenigstens eines weiteren Bauteilschnittteils,

- Umformung (17) des wenigstens einen Federschnittteils zu wenigstens einer Feder (1) und vorzugsweise Umformung des wenigstens einen weiteren Bauteilschnittteils zu wenigstens einem weiteren Bauteil, insbesondere mittels eines Stanz-Biegeverfahrens,  
25

- Verbinden (18) der wenigstens einen Feder (1) und des wenigstens einen weiteren Bauteils während oder nach dem Herstellungsschritt oder dem Umformungsschritt und

30 - anschließendes Härten (19) der wenigstens einen Feder (1) in zumindest dem ersten Bereich (4) durch lokales Erwärmen, vorzugsweise mittels Laserhärten.

15. Federkraftklemme (20) umfassend wenigstens eine Feder (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 8, wenigstens eine Stromschiene (6) und wenigstens ein Gehäuse (21), wobei das Gehäuse (21) wenigstens eine Leitereinführöffnung (22) aufweist, über die ein Leiter in das Gehäuse (21) eingeführt werden kann und wobei die wenigstens eine Feder (1) derart ausgebildet und in dem Gehäuse (21) angeordnet ist, dass sie einen eingeführten Leiter an der Stromschiene (6) fixiert.  
35

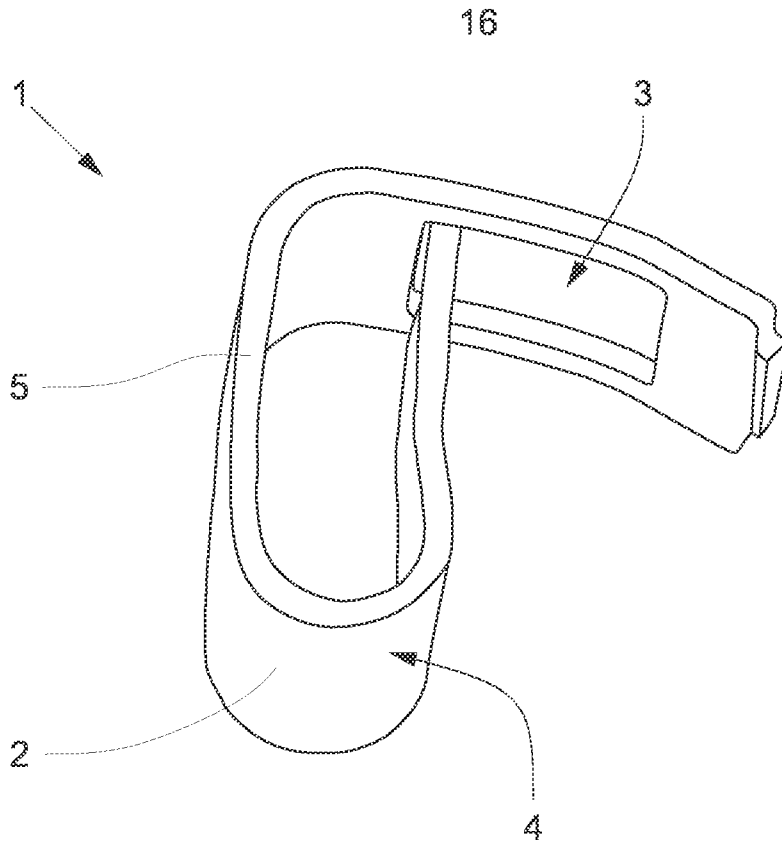


Fig. 1

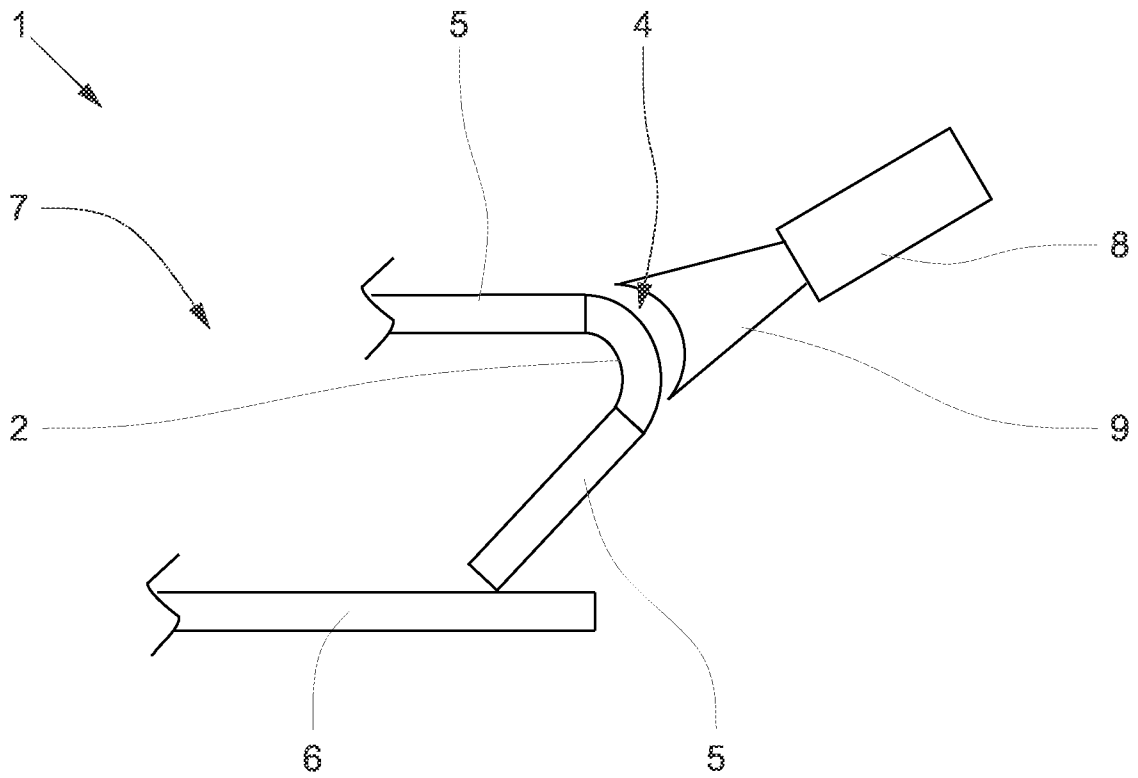


Fig. 2

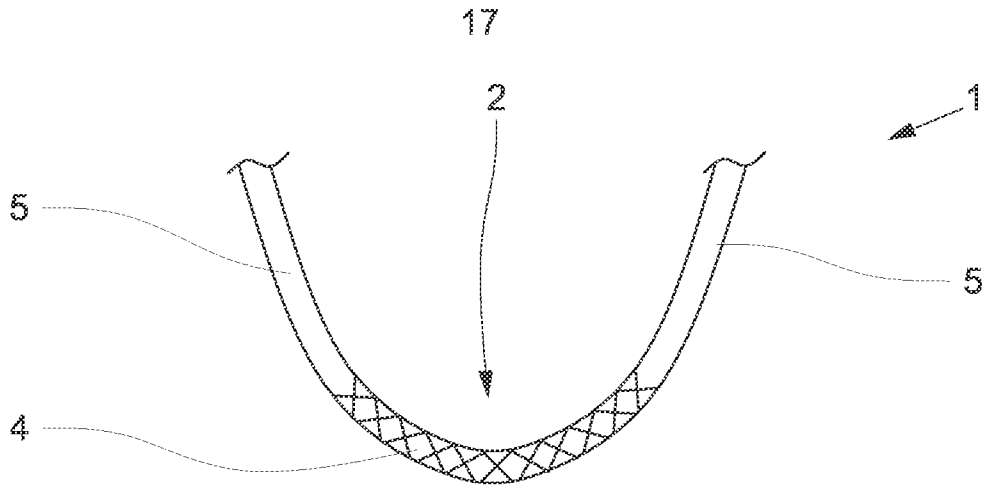


Fig. 3

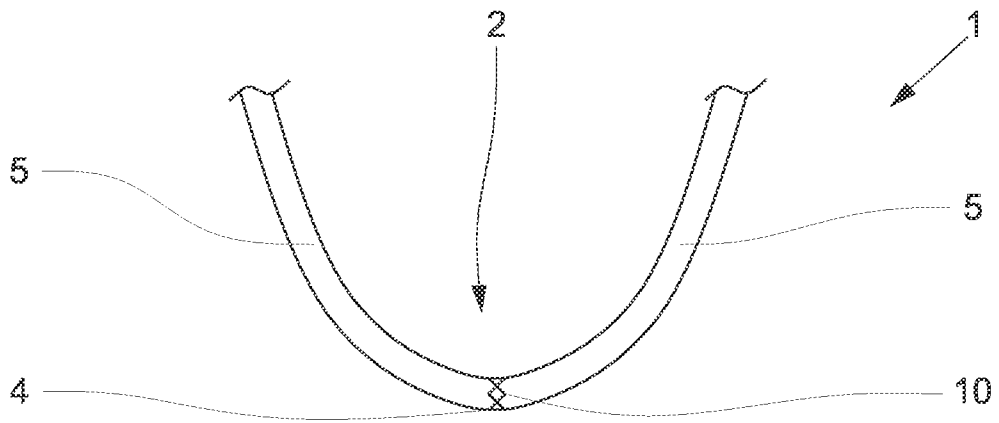


Fig. 4

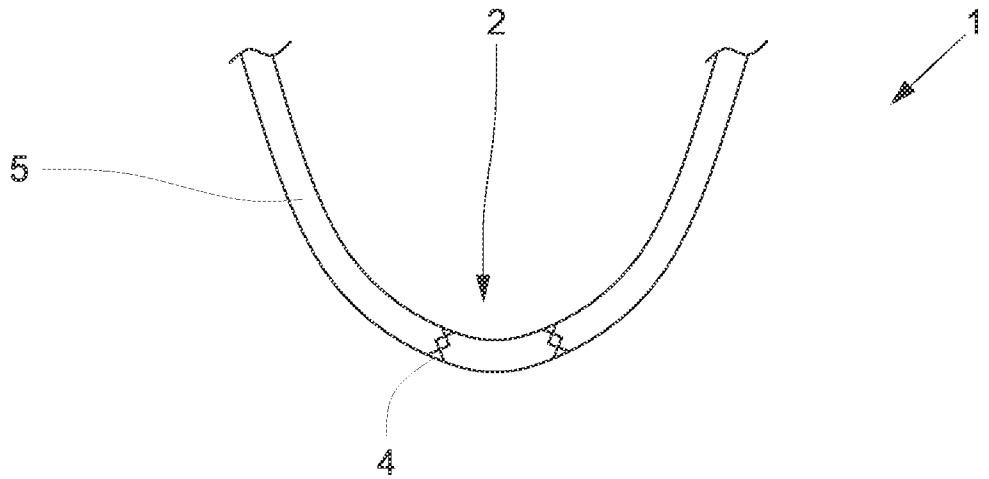


Fig. 5

18

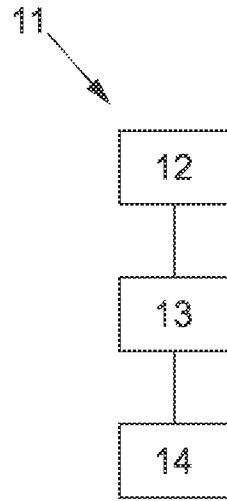


Fig. 6

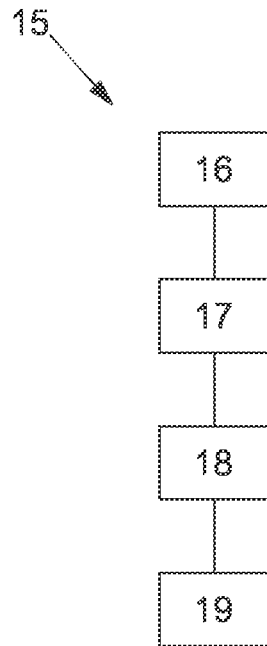


Fig. 7

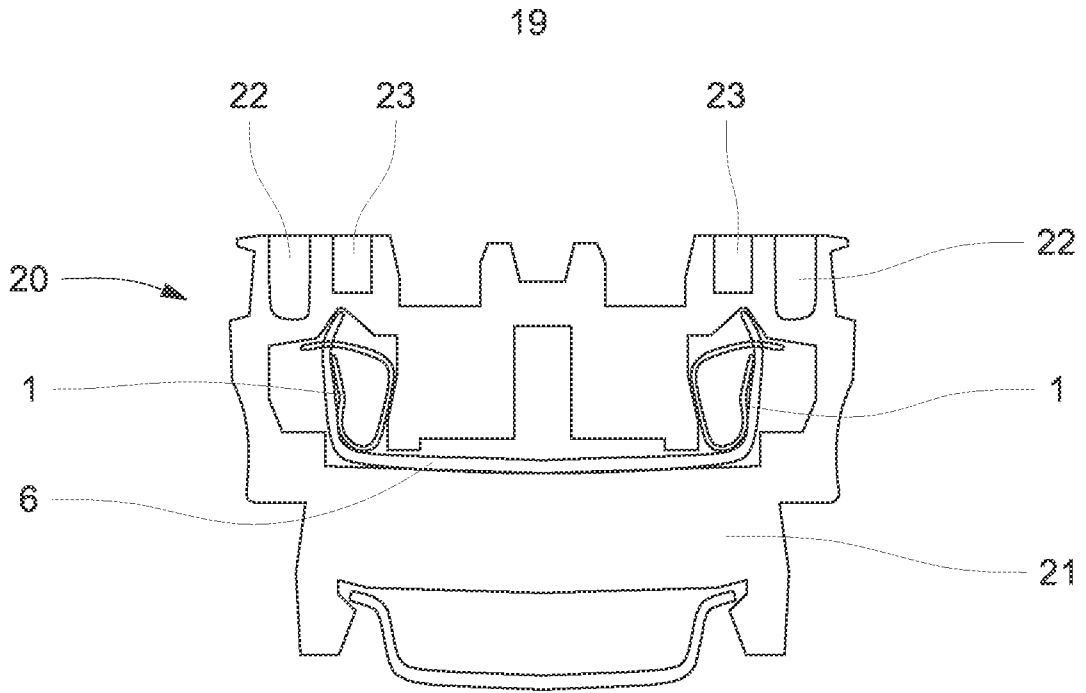


Fig. 8

Zusammenfassungsfigur

