

19



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

11

N° de publication :

LU102983

12

BREVET D'INVENTION

B1

21

N° de dépôt: LU102983

51

Int. Cl.:

B60G 11/16, C09J 5/06, F16F 1/12

22

Date de dépôt: 26/07/2022

30

Priorité:

72

Inventeur(s):

SPLITT Florian – Allemagne, WOYCKE Niklas –
Allemagne, Dr. GROSS Marcel – Allemagne

43

Date de mise à disposition du public: 26/01/2024

74

Mandataire(s):

thyssenkrupp Intellectual Property GmbH –
45143 Essen (Allemagne)

47

Date de délivrance: 26/01/2024

73

Titulaire(s):

thyssenkrupp AG – 45143 Essen (Allemagne),
ThyssenKrupp Federn und Stabilisatoren GmbH –
58119 Hagen (Allemagne)

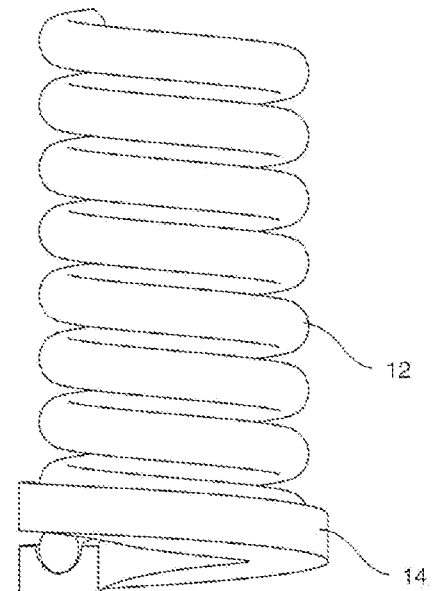
54

Verfahren zum Kleben einer Schraubenfeder auf eine Federunterlage.

57

Es ist ein Verfahren zum Kleben einer beschichteten Schraubenfeder für ein Fahrzeug auf eine Federunterlage offenbart, wobei die Schraubenfeder einen Endwindungsbereich aufweist und wobei die Federunterlage eine Aufnahme für den Endwindungsbereich der Schraubenfeder aufweist. Das Verfahren umfasst folgende Schritte: a1) Aufbringen eines warm aushärtenden Klebstoffs auf eine Klebefläche der Aufnahme für den ersten Endwindungsbereich der Federunterlage; und/oder a2) Aufbringen des warm aushärtenden Klebstoffs auf eine Klebefläche des Endwindungsbereichs der Schraubenfeder; b) Zusammenfügen des ersten Endwindungsbereichs der Schraubenfeder (12) mit der Aufnahme für den ersten Endwindungsbereich der Federunterlage, so dass sich der warm aushärtende Klebstoff (16) zwischen der Klebefläche und des Endwindungsbereichs befindet; c) Erwärmen des ersten Endwindungsbereichs der Schraubenfeder (12) auf eine Zieltemperatur, um den Klebstoff (16) indirekt durch den erwärmten Endwindungsbereich ebenfalls zu erwärmen und somit auszuhärten wobei die Schritte b) und c) in der angegebenen Reihenfolge ausgeführt werden.

Fig. 1



Verfahren zum Kleben einer Schraubenfeder auf eine Federunterlage

Beschreibung

5

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum Kleben einer beschichteten Schraubenfeder für ein Fahrzeug auf eine Federunterlage.

10

Durch das Abwälzverhalten von Schraubenfedern in ihrem Arbeitsbereich, also zwischen oberem Anschlag (LOA) und unterem Anschlag (LUA) entsteht an den Federendwindungen eine Relativbewegung zwischen Federwindung und Federunterlage. Durch die Relativbewegung entsteht ein Spalt, der das Eindringen von Schmutz (Steine/Staub/Flüssigkeiten) zwischen Windung und Unterlage erlaubt. Durch die Federbewegung wirken diese Schmutzpartikel wie eine Schleifpaste und können die Lackschicht und somit den Korrosionsschutz der Feder zerstören. Dies hat zur Folge, dass die Feder durch starken Korrosionseinfluss an den Enden eine Schwachstelle besitzt und dadurch die Lebensdauer sinkt.

15

20

Diese Nachteile werden beseitigt, indem die Feder mit der Federunterlage verklebt wird. Bei den derzeit bekannten Lösungen werden zum Verkleben der Feder mit der Federunterlage meist kaltaushärtende Klebstoffsysteme verwendet. Meist handelt es sich um 2-Komponenten-Systeme, die erst aushärten, nachdem beide Komponenten miteinander vermischt wurden. Bei Raumtemperatur benötigen solche Systeme meist einige Minuten bis zu mehreren Stunden zum Aushärten. Bei einigen Systemen führen erhöhte Aushärtetemperaturen zu verkürzten Aushärtezeiten.

25

30

Das Problem dabei ist, dass während der gesamten Aushärtezeit die Bauteile in Position gehalten werden müssen. Beim Aushärten bei Raumtemperatur müssen entsprechend Gestelle (auch als Positionierwerkzeug bezeichnet) vorgehalten werden, in denen die Federn bis zur vollständigen Aushärtung einige Minuten oder evtl. auch bis zu mehreren Stunden eingespannt bleiben. Für eine effiziente Großserienfertigung können mehrere hundert solcher Spannvorrichtungen bzw. Positionierwerkzeuge benötigt werden, um den notwendigen Durchsatz zu erreichen. Dementsprechend fallen Kosten für die Gestelle und den Lagerplatz an. Zum

Aushärten bei erhöhter Temperatur braucht es zusätzlich zu den Gestellen auch noch eine Erwärmeinrichtung, z.B. einen Ofen. Die Aushärtezeit ist dabei zwar kürzer, dafür fallen zusätzliche Energie- und Anlagenkosten an. Ein solches Aushärten offenbart z.B. die WO 2019 172 327 A1.

5

DE 10 2011 002 06 541, EP 2 697 084 B1, EP 3 109 500 B1, EP 3 724 821 B1 beschreiben entweder klassische kalt aushärtende Klebstoffe oder die Art des Aushärtens wird nicht genannt.

- 10 WO 2019 167 780 A1 offenbart ein Erwärmen der Feder für den Beschichtungsprozess. Die Restwärme wird verwendet, um den Klebstoff schneller aushärten zu lassen. Dieses Verfahren offenbart jedoch einige Mängel. Zunächst ist es nicht gut in bestehende Fertigungsprozesse integrierbar. Häufig werden beschichtete Federn vorproduziert oder von anderen Herstellern geliefert, so dass
- 15 eine Vereinigung von Beschichten und Kleben mit der Federunterlage durch Ausnutzen der Restwärme des Beschichtungsprozesses aufgrund des zeitlichen und teilweise auch räumlichen Auseinanderfallens des Beschichtens und des Klebens wenig praktikabel. Darüber hinaus benötigt der Federlack nach dem Aushärten noch einige Zeit, bis er seine letztendliche Festigkeit und Gebrauchseigenschaften
- 20 erreicht. Kleben direkt nach dem Lackieren kann den Federlack schädigen bzw. zu einer fehlerhaften Ausbildung der Klebeverbindung führen. Ferner ist die Feder hier bereits erwärmt, wenn diese in Kontakt mit dem Klebstoff kommt. D.h., der Klebstoff beginnt direkt mit großem Tempo auszuhärten und kleine Korrekturen in der Position der Feder zu der Federunterlage sind nur noch schwer möglich. Ein weiterer
- 25 negativer Effekt ist es, dass die Wärmestrahlung zu einem frühzeitigen Aushärten der Klebstoffoberfläche bzw. Klebstoffrandschicht führt, wenn die Feder bereits erwärmt ist, bevor sie mit dem Klebstoff in Kontakt kommt. Es würde sich eine (teil-)ausgehärtete Haut auf der Klebstoffraupe bilden, so dass keine adhäsive Verbindung zwischen Federlack und Klebstoff mehr hergestellt werden kann.

30

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht deshalb darin, ein verbessertes Konzept für das Kleben einer Schraubenfeder auf eine Federunterlage zu schaffen.

Die Aufgabe wird durch den Gegenstand der unabhängigen Patentansprüche gelöst. LU102983
 Weitere vorteilhafte Ausführungsformen sind der Gegenstand der abhängigen Patentansprüche.

5 Ausführungsbeispiele zeigen ein Verfahren zum Kleben einer beschichteten Schraubenfeder (nachfolgend auch kurz: Feder) für ein Fahrzeug auf eine Federunterlage. Die Feder ist mit einer Beschichtung versehen, welche die Feder vor Steinschlag und Korrosion schützen soll. Die Beschichtung kann z.B. eine Pulverbeschichtung oder eine Tauchbeschichtung sein. Als Beschichtungsmaterial
 10 kommt vorzugsweise ein geeigneter Kunststoff, insbesondere Epoxidharz, infrage. Es kann sich um eine Einfachbeschichtung, wobei die Feder zunächst zinkphosphatiert und anschließend pulverlackiert wird, oder um eine Doppelbeschichtung handeln. Auch andere Beschichtungen aus anderen geeigneten Beschichtungsmaterialien sind möglich.

15

Die Federunterlage kann aus einem elastischen Material, insbesondere einem Kunststoff, vorzugsweise aus Natur- oder synthetischem Gummi (Kautschuk), bestehen oder dieses aufweisen. Die Federunterlage kann ringartig ausgebildet sein und sich über einen Winkel von wenigstens 180° , vorzugsweise von wenigstens 270°
 20 und insbesondere von bis zu 360° erstrecken. Beträgt der Winkel weniger als 360° , so ist die Federunterlage nach Art eines geöffneten Ringes ausgeführt, und weist bei einem Winkel von 180° beispielsweise die Form eines Halbmondes auf. Beträgt der Winkel, mit dem sich die Federunterlage um eine Mittelachse herum erstreckt, beispielsweise 360° , so kann diese als geschlitzter Ring ausgeführt sein. Dabei ruht
 25 ein erster Endbereich der Federunterlage auf dem Federteller, und ein zweiter Endbereich der Federunterlage ist mit der Federwindung der Feder mitbewegt. Die Federunterlage ist nicht zu verwechseln mit dem an dem Fahrzeug angeordneten Federteller, auf dem die Federunterlage aufliegt.

30 Die Schraubenfeder weist einen hier betrachteten Endwindungsbereich auf. Die Ausführungen zu dem Endwindungsbereich können jedoch auch auf den gegenüberliegenden (zweiten) Endwindungsbereich der Schraubenfeder übertragen werden. D.h., beide Endwindungsbereiche können gleich ausgebildet sein. Als Endwindungsbereich wird ein Bereich der Schraubenfeder bezeichnet, der

beispielsweise die letzten beiden Windungen der Schraubenfeder oder einen Teil davon umfasst. Die Federunterlage weist eine Aufnahme für den Endwindungsbereich der Schraubenfeder auf.

5 Das Verfahren weist die folgenden Schritte auf:

a1) Aufbringen eines warm aushärtenden Klebstoffs auf eine Klebefläche der Aufnahme für den ersten Endwindungsbereich der Federunterlage. Die Federunterlage weist eine Klebefläche auf, an der die Federunterlage mit dem Endwindungsbereich der Schraubenfeder verklebt wird. Die Klebefläche kann die Form einer umlaufenden Vertiefung haben, in die der Endwindungsbereich einklebbar ist. Die Vertiefung kann einen etwa halbkreisförmigen Querschnitt aufweisen. Ergänzend oder alternativ kann in einem Schritt a2) der warm aushärtende Klebstoff auf die Klebefläche des Endwindungsbereichs der Schraubenfeder aufgebracht werden. In dem Schritt a1) und/oder a2) wird somit der warm aushärtende Klebstoff auf die Fläche(n) aufgebracht, die später geklebt werden sollen.

10

15

Der Klebstoff ist als ein oberhalb der Raumtemperatur aushärtender Klebstoff ausgebildet. Der Klebstoff kann ein Ein- oder Mehr-Komponentenklebstoff, beispielsweise ein Zwei-Komponentenklebstoff, sein. Als Klebstoff eignen sich beispielsweise 1- oder 2-Komponenten-Reaktionsklebstoffe, z.B. Epoxidharz- oder Polyurethan-Klebstoffe. Vorzugsweise härtet der Klebstoff oberhalb einer bestimmten Temperatur ($>50^{\circ}\text{C}$, $>75^{\circ}\text{C}$ oder $>85^{\circ}\text{C}$) innerhalb weniger Sekunden vollständig aus.

20

25

In einem Schritt b) wird der erste Endwindungsbereich der Schraubenfeder mit der Aufnahme für den ersten Endwindungsbereich der Federunterlage zusammengefügt, so dass sich der warm aushärtende Klebstoff zwischen der Klebefläche und des Endwindungsbereichs befindet.

30

Es folgt in Schritt c) ein Erwärmen des ersten Endwindungsbereichs der Schraubenfeder auf eine Zieltemperatur, um den Klebstoff, insbesondere indirekt, durch den erwärmten Endwindungsbereich ebenfalls zu erwärmen und somit

auszuhärten. Als indirektes Erwärmen wird ein mittelbares Erwärmen des Klebstoffs bezeichnet, das nicht direkt durch die zum Erwärmen eingesetzte Energie, sondern über den Kontakt zu einem erwärmten, anderen Stoff, hier der Schraubenfeder, erfolgt. Das Erwärmen der Feder kann beispielsweise mittels Induktion oder mittels
5 Strahlung, beispielsweise Infrarotstrahlung, erfolgen, so dass es sich bei dem Erwärmen um induktives Erwärmen oder Erwärmung durch Strahlung (nachfolgend kurz: Wärmebestrahlung) handelt.

Durch das induktive Erwärmen oder die Wärmebestrahlung wird der
10 Endwindungsbereich sehr effektiv und schnell erhitzt, so dass der Klebstoff durch Wärmeübergang von der Schraubenfeder an der kompletten Kontaktfläche zwischen Schraubenfeder und Klebstoff erhitzt wird. Die Wärme dringt somit genau an der Stelle in den Klebstoff ein, an der die Klebewirkung benötigt wird. Ferner erfolgt das Erwärmen des Klebstoffs großflächig und gleichmäßig, so dass der Klebstoff schnell
15 vollständig aushärtet.

Das induktive Erwärmen hat gegenüber der Wärmebestrahlung einige Vorteile. Zunächst werden durch Induktion sowohl die bedeckten als auch die unbedeckten Teile des Endwindungsbereichs erwärmt. Somit wird der Endwindungsbereich
20 schnell und gleichmäßig erwärmt.

Ferner hat das induktive Erwärmen gegenüber dem Erwärmen in einem Ofen viele Vorteile. So sind die Induktionsspulen viel kleiner als ein Ofen, der die Schraubenfeder samt Federunterlage und optional Gestell, dass Federunterlage und
25 Schraubenfeder in Position hält, aufnehmen kann. Ferner benötigen die Induktionsspulen für das Erwärmen der Feder und damit für das Aushärten des Klebstoffs weniger Energie als der Ofen und das Erwärmen der Feder geschieht deutlich schneller. Ebenso ist zu beachten, dass die Feder im Ofen nur als Ganzes erwärmt werden kann und nicht nur lokal an den Endwindungsbereichen wie mit der
30 induktiven Erwärmung. Somit können Temperaturgrenzen für das Erwärmen der Feder nicht so gut eingehalten werden, da die Wärme der Endwindungsbereiche durch das gleichmäßige Erwärmen nicht an andere Teile der Feder abgegeben werden kann. Ferner ist ein Ofen in Anschaffung und Unterhalt teurer als die Induktionsspulen.

Dem Fachmann erschließt es sich von selbst, dass die Schraubenfeder ein ferromagnetisches Material, beispielsweise Stahl, aufweisen muss, um mittels Induktion erwärmt zu werden. Die gleichen Vorteile gelten für das Erwärmen mittels Strahlung, wobei die Induktionsspulen durch eine Strahlungsquelle ersetzt werden.

Abschließend folgt optional in Schritt d) ein Halten der Zieltemperatur des Endwindungsbereichs, bis der warm aushärtende Klebstoff ausgehärtet ist und die Schraubenfeder auf der Federunterlage klebt. In einem weiteren optionalen Schritt e) kann die Schraubenfeder abgekühlt werden, wobei der Klebstoff nach dem, insbesondere vollständigen, Abkühlen der Schraubenfeder vollständig ausgehärtet ist. Die Schraubenfeder kühlt beispielsweise dann ab, wenn die Energiezufuhr zum Erwärmen der Schraubenfeder (s. Schritt c)) abgeschaltet wird und die Schraubenfeder der Umgebungstemperatur ausgesetzt ist.

Es kann ausreichend sein, wenn das Aushärten des Klebstoffs während des Haltens (Schritt d)) der Zieltemperatur nicht vollständig, sondern nur partiell erfolgt. Ebenso kann es ausreichend sein, auf das Halten der Zieltemperatur vollständig zu verzichten. Es kann möglich sein, auf das Halten zu verzichten, wenn eine eher hohe Zieltemperatur verwendet wird. Ergänzend oder alternativ kann es möglich sein, auf das Halten zu verzichten, wenn die Umgebungsbedingungen ein langsames Abkühlen der Schraubenfeder begünstigen, beispielsweise also bei einer hohen Umgebungstemperatur der Schraubenfeder. Auch ohne weitere Energiezufuhr kann die Restwärme in der Schraubenfeder dann groß genug sein, um den Klebstoff bis zum vollständigen Abkühlen der Schraubenfeder vollständig auszuhärten. Das vollständige Aushärten des Klebstoffs bis zum vollständigen Abkühlen der Schraubenfeder ist bevorzugt das Kriterium, um zu entscheiden, ob es notwendig ist, Schritt d) auszuführen oder nicht.

Zumindest die Schritte b), c) und optional d) müssen in der angegebenen Reihenfolge ausgeführt werden. Die Schritte a1) bzw. a2) werden typischerweise vor Schritt b) erfolgen. Werden die Schritte a1) und a2) zusammen ausgeführt, ist die Reihenfolge der Ausführung dieser beiden Schritte obsolet.

Idee ist es somit, bevorzugt mittels induktivem Erwärmen der Schraubenfeder, das Aushärten des Klebstoffs zu optimieren. Das Optimieren betrifft sowohl die Zeitdauer als auch den Energieeinsatz, der zum Aushärten benötigt wird. Somit wird eine schnellere und effizientere Serienfertigung bei geringerem Energieeinsatz ermöglicht.

5 Ebenso wird die Fertigung günstiger, da kein Ofen zum Erwärmen benötigt wird und es werden weniger Spanngestelle benötigt. Abschließend kann die Anlage kompakter ausgeführt werden.

10 In Ausführungsbeispielen erfolgt das Erwärmen in Schritt c) auf eine Zieltemperatur größer als 50°C, insbesondere größer als 75°C oder größer als 85°C. Bei einer Temperatur des Klebstoffs ab 50°C stellt sich eine signifikante Beschleunigung des Aushärtens von warm aushärtendem Klebstoff ein. Ab einer Temperatur von 85°C erfolgt ein homogeneres Aushärten, so dass das Aushärten nochmals schneller erfolgt. Je größer die Zieltemperatur der Schraubenfeder ist, desto schneller wird

15 auch der Klebstoff in seiner vollständigen Dicke, ausgehend von dem Bereich, der mit der Schraubenfeder in Kontakt steht, erwärmt.

In Ausführungsbeispielen erfolgt das Erwärmen in Schritt c) auf eine Zieltemperatur kleiner als 200°C, insbesondere kleiner als 150°C oder kleiner als 130°C. Zwar härtet

20 der Klebstoff bei größeren Temperaturen schneller aus, allerdings können sich bei zu hohen Temperaturen die Eigenschaften der Schraubenfeder verändern. So ist die Schraubenfeder bereits fertig angelassen, d.h. auf eine vorgegebene Festigkeit eingestellt. Die geschieht bei Anlasstemperaturen von z.B. >320°C. Dies ist jedoch auch abhängig von dem verwendeten Material für die Schraubenfeder. Wird die

25 Schraubenfeder nochmals so stark erwärmt, dass sie ähnliche Temperaturen erreicht, ändert sich die eingestellte Festigkeit und die Schraubenfeder ist für die vorgesehene Verwendung nicht mehr einsetzbar.

Ferner ist die Schraubenfeder typischerweise kugelgestrahlt. Durch das

30 Kugelstrahlen werden Druckeigenspannungen in der Schraubenfeder erzeugt. Durch eine zu hohe Temperatur können diese abgebaut werden. Dies kann bei Temperaturen ab ca. 200°C geschehen.

Ebenso kann ein Federlack, mit dem die Schraubenfeder lackiert ist, bei einer Temperatur ab ca. 160°C bis 180°C beschädigt werden.

Es ist somit beispielsweise vorteilhaft, die Zieltemperatur in einem Bereich zwischen 50°C und 200°C, insbesondere zwischen 75°C und 150°C, zwischen 75°C und 130°C, zwischen 85°C und 150°C oder zwischen 85°C und 130°C zu wählen.

In weiteren Ausführungsbeispielen werden die Schraubenfeder und die Federunterlage in Schritt b) ergänzend in einer vorbestimmten relativen Orientierung zueinander positioniert und diese Position wird bis zum Aushärten des Klebstoffs in Schritt c) und optional in Schritt d), sofern dieser ausgeführt wird, gehalten. Hierzu können die Schraubenfeder und die Federunterlage in ein Positionierwerkzeug eingelegt, insbesondere eingespannt werden.

In Ausführungsbeispielen kann die Schraubenfeder in Schritt c) und optional in Schritt d), sofern dieser ausgeführt wird, mit einer Kraft auf die Federunterlage wirken, die der Gewichtskraft der Schraubenfeder oder der Summe der Gewichtskraft der Schraubenfeder und optional einem Positionierwerkzeug zum Einstellen der relativen Orientierung entspricht. Das Gewicht des Positionierwerkzeugs wirkt beispielsweise dann ebenfalls auf die Federunterlage und somit den zwischen Federunterlage und Schraubenfeder angeordneten Klebstoff, wenn das Positionierwerkzeug fest mit der Schraubenfeder verbunden ist, die Federunterlage in dem Positionierwerkzeug jedoch beweglich in Richtung der Schraubenfeder, beispielsweise in einer Führung, angeordnet ist. Anders ausgedrückt reicht in diesem Fall die Schwerkraft aus, damit der Klebstoff die Schraubenfeder und die Federunterlage zuverlässig verbindet.

Alternativ kann die Schraubenfeder in Schritt c) und optional in Schritt d), sofern dieser ausgeführt wird, mit einer Kraft auf die Federunterlage gespannt werden, die größer ist als die Gewichtskraft der Schraubenfeder und optional dem Positionierwerkzeug zum Einstellen der relativen Orientierung. In diesem Fall kann das Positionierwerkzeug ausgebildet sein, Schraubenfeder und Federunterlage zu verspannen und eine definierte Kraft auszuüben.

Das heißt, während des Erwärm- und Aushärtvorgangs kann die Feder im Wesentlichen drucklos oder mit einer Vorspannkraft beaufschlagt sein. Mit im Wesentlichen drucklos soll insbesondere mit umfasst sein, dass die Feder aufgrund ihres Eigengewichts und gegebenenfalls des Eigengewichts eines

- 5 Positionierwerkzeugs, mit dem die Feder für die Zeit des Aushärtens des Klebstoffs gegenüber der Federaufnahme ausgerichtet wird, an die Federaufnahme angedrückt wird.

- 10 In weiteren Ausführungsbeispielen wird vor dem Schritt b) bzw. wenn der Schritt a1) ausgeführt wird vor dem Schritt a1) die Federunterlage aktiviert werden. Ergänzend oder alternativ kann vor dem Schritt b) oder wenn der Schritt a2) ausgeführt wird vor dem Schritt a2) die Schraubenfeder aktiviert werden. Durch das Aktivieren der Federunterlage wird die Adhäsion/Haftung zwischen Klebstoff und Federunterlage bzw. Federbeschichtung verbessert. Insbesondere kann die mit dem Klebstoff in
- 15 Kontakt zu bringende Oberfläche der Federunterlage aktiviert werden. So kann die Oberfläche in der umlaufenden Vertiefung der Federunterlage aktiviert werden, in die die Federwindung der Feder eingeklebt wird. Alternativ oder zusätzlich kann auch die Oberfläche der Federwindung aktiviert werden, um eine bessere Haftung des Klebstoffes auf der Oberfläche der Federwindung zu erzielen. Die Aktivierung der
- 20 Federunterlage kann vor dem Aufbringen des Klebstoffs auf die Federunterlage bzw. die Schraubenfeder erfolgen. Bei der Aktivierung kann es sich beispielsweise um eine chemische Aktivierung, eine Aktivierung durch Plasmabehandlung oder eine Aktivierung durch Laserbehandlung oder eine beliebige Kombination hieraus handeln.

25

- Gemäß weiteren Ausführungsbeispielen weist der Klebstoff eine Schichtdicke zwischen Schraubenfeder und Federunterlagen von mindestens 0,1 mm, insbesondere von mindestens 0,5 mm auf. Ferner kann der Klebstoff eine Schichtdicke zwischen Schraubenfeder und Federunterlagen von maximal 3,0 mm, insbesondere von maximal 1,5 mm oder maximal 1 mm aufweisen. Bevorzugt ist die Klebstoffschicht in einer Mindestdicke ausgeführt, die es ermöglicht, dass der vollständig ausgehärtete Klebstoff (und somit folglich auch der nicht ausgehärtete Klebstoff) etwaige Verschiebungen bis zu einem vorgegebenen Grad mitgeht und Spalte überbrücken kann. D.h., dass der Klebstoff zu einem gewissen Grad elastisch
- 30

sein sollte. Zu Dicke Schichten sind jedoch nicht vorteilhaft, da der Klebstoff dann nicht aushärtet bzw. nicht mit den gewünschten Materialeigenschaften aushärtet.

Beispielsweise kann die Federunterlage, insbesondere dessen Klebefläche, Abstandshalter zur Sicherstellung der Mindestklebstoffdicke enthalten. Die Abstandshalter können als Teil der Federunterlage integral mit dieser gefertigt sein. So können die Abstandshalter beispielsweise als Noppen ausgebildet sein, die sich auf der Klebefläche befinden. Beispielsweise wird die Federunterlage in einem Spritzgussverfahren hergestellt, so dass die Noppen Teil der Spritzform sind und mit gespritzt werden. Ebenfalls ist es möglich, dass die Abstandshalter in dem Klebstoff integriert sind. So kann der Klebstoff beispielsweise kleine Festkörperkugeln als Abstandshalter enthalten.

In Ausführungsbeispielen sind der Klebstoff (d.h. Art des Klebstoffs, Schichtdicke des Klebstoffs, etc.) und die Zieltemperatur derart ausgewählt und aufeinander abgestimmt, dass das Halten der Zieltemperatur in Schritt d) für eine Haltezeit von maximal 30 Sekunden, bevorzugt maximal 20 Sekunden oder maximal 10 Sekunden notwendig ist, um den Klebstoff, zumindest ausreichend, auszuhärten. So erfordern unterschiedliche Klebstoffe verschiedene Zieltemperaturen, um optimal auszuhärten. Die Zieltemperatur ist daher in Abhängigkeit des verwendeten Klebstoffs, insbesondere der Art des Klebstoffs und der Schichtdicke des Klebstoffs, so zu wählen, dass die genannte Aushärtezeit eingehalten wird.

Als Halten bzw. Haltezeit wird die Phase bzw. die Zeit verstanden, in der Energie zugeführt wird, um die Schraubenfeder etwa konstant auf der Zieltemperatur zu halten. Es ist jedoch nicht das Ziel, dass sich die Feder weiter erwärmt. Nach Ablauf der Haltezeit wird die Energiezufuhr abgeschaltet. Dadurch kühlt die Schraubenfeder langsam ab.

Der Klebstoff ist dann ausreichend ausgehärtet, wenn der Klebstoff bis zum vollständigen Abkühlen der Schraubenfeder vollständig ausgehärtet ist. Hierbei ist zu beachten, dass der Klebstoff auch unterhalb der Zieltemperatur noch weiter aushärtet, bis er eine Mindesttemperaturschwelle unterschreitet. Es ist demnach nicht unbedingt notwendig, dass der Klebstoff innerhalb der Haltezeit bereits

vollständig ausgehärtet ist. Insoweit reicht das ausreichende Aushärten in dieser Phase aus. Da die Abkühlzeit jedoch beispielsweise auch von der Umgebungstemperatur abhängig ist und auch das Aushärteverhalten des Klebstoffs nicht vollständig vorherzusagen ist, sollte bei der Einbeziehung der Abkühlzeit in den Aushärteprozess des Klebstoffs bevorzugt ein großzügiger Puffer vorgesehen werden. In anderen Worten sollte die Haltezeit so gewählt werden, dass der Klebstoff bereits deutlich oberhalb der Mindesttemperaturschwelle vollständig ausgehärtet ist.

Weitere Ausführungsbeispiele zeigen, dass der Klebstoff derart ausgewählt ist, dass dieser eine größere Bruchdehnung aufweist als die Federbeschichtung und die Federunterlage. Somit weist der Klebstoff eine gewisse Flexibilität auf und stellt keine Sollbruchstelle zwischen Federunterlage und Schraubenfeder dar.

In weiteren Ausführungsbeispielen weist der Klebstoff im vollständig ausgehärteten Zustand eine geringere Härte auf, als die Federbeschichtung. Dies ist vorteilhaft, da der Klebstoff im Belastungsfall einen Teil der auf die Anordnung aus Schraubenfeder und Federunterlage wirkenden Energie absorbiert. Die Belastung für Schraubenfeder und Federunterlage wird somit verringert. Insbesondere wird die Belastung in der Grenzschicht zwischen Federunterlage und Schraubenfeder durch den flexiblen Klebstoff reduziert. Somit werden auch Scherkräfte reduziert, die den Verschleiß verringern. Bei sehr hohen Belastungen verhindert der weiche Klebstoff ferner, dass die Beschichtung der Schraubenfeder beschädigt wird.

Bevorzugte Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung werden nachfolgend Bezug nehmend auf die beiliegenden Zeichnungen erläutert. Es zeigen:

Fig. 1: eine schematische perspektivische Seitenansicht einer Schraubenfeder auf einer Federunterlage;

Fig. 2: eine schematische Detailansicht eines Endwindungsbereichs der Schraubenfeder aus Fig. 1, der auf die Federunterlage aufgeklebt ist.

Bevor nachfolgend Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung im Detail anhand der Zeichnungen näher erläutert werden, wird darauf hingewiesen, dass

identische, funktionsgleiche oder gleichwirkende Elemente, Objekte und/oder
Strukturen in den unterschiedlichen Figuren mit den gleichen Bezugszeichen
versehen sind, so dass die in unterschiedlichen Ausführungsbeispielen dargestellte
Beschreibung dieser Elemente untereinander austauschbar ist bzw. aufeinander
5 angewendet werden kann.

Fig. 1 zeigt eine schematische perspektivische Seitenansicht einer Schraubenfeder
12 auf einer Federunterlage 14. Die Federunterlage 14 ist geschlitzt ausgeführt. Der
Endwindungsbereich der Schraubenfeder 12 liegt in einer umlaufenden Vertiefung
10 der Federunterlage 14.

Fig. 2 zeigt eine Detailansicht des Endwindungsbereichs bzw. einen Querschnitt
durch den Endwindungsbereich der Schraubenfeder 12 aus Fig. 1. Hier ist der
Klebstoff 16 zu erkennen, der zwischen den Klebebereichen der Schraubenfeder 12
15 und der Federunterlage 14 angeordnet ist

Obwohl manche Aspekte im Zusammenhang mit einer Vorrichtung beschrieben
wurden, versteht es sich, dass diese Aspekte auch eine Beschreibung des
entsprechenden Verfahrens darstellen, sodass ein Block oder ein Bauelement einer
20 Vorrichtung auch als ein entsprechender Verfahrensschritt oder als ein Merkmal
eines Verfahrensschrittes zu verstehen ist. Analog dazu stellen Aspekte, die im
Zusammenhang mit einem oder als ein Verfahrensschritt beschrieben wurden, auch
eine Beschreibung eines entsprechenden Blocks oder Details oder Merkmals einer
entsprechenden Vorrichtung dar.

Die oben beschriebenen Ausführungsbeispiele stellen lediglich eine
Veranschaulichung der Prinzipien der vorliegenden Erfindung dar. Es versteht sich,
dass Modifikationen und Variationen der hierin beschriebenen Anordnungen und
Einzelheiten anderen Fachleuten einleuchten werden. Deshalb ist beabsichtigt, dass
30 die Erfindung lediglich durch den Schutzzumfang der nachstehenden
Patentansprüche und nicht durch die spezifischen Einzelheiten, die anhand der
Beschreibung und der Erläuterung der Ausführungsbeispiele hierin präsentiert
wurden, beschränkt sei.

Bezugszeichenliste:

LU102983

	12	Schraubenfeder
	14	Federunterlage
5	16	Klebstoff

Patentansprüche

1. Verfahren zum Kleben einer beschichteten Schraubenfeder (12) für ein
5 Fahrzeug auf eine Federunterlage (14), wobei die Schraubenfeder (12) einen
Endwindungsbereich aufweist und wobei die Federunterlage (14) eine
Aufnahme für den Endwindungsbereich der Schraubenfeder (12) aufweist, mit
folgenden Schritten:

10 a1) Aufbringen eines warm aushärtenden Klebstoffs auf eine Klebefläche der
Aufnahme für den ersten Endwindungsbereich der Federunterlage; und/oder

a2) Aufbringen des warm aushärtenden Klebstoffs auf eine Klebefläche des
Endwindungsbereichs der Schraubenfeder;

15 b) Zusammenfügen des ersten Endwindungsbereichs der Schraubenfeder (12)
mit der Aufnahme für den ersten Endwindungsbereich der Federunterlage, so
dass sich der warm aushärtende Klebstoff (16) zwischen der Klebefläche und
dem Endwindungsbereich befindet;

20 c) Erwärmen des ersten Endwindungsbereichs der Schraubenfeder (12) auf
eine Zieltemperatur, um den Klebstoff (16) indirekt durch den erwärmten
Endwindungsbereich ebenfalls zu erwärmen und somit auszuhärten;

25 wobei die Schritte b) und c) in der angegebenen Reihenfolge ausgeführt
werden.

2. Verfahren gemäß Anspruch 1,

30 wobei das Erwärmen in Schritt c) mittels Induktion erfolgt.

3. Verfahren gemäß einem der vorherigen Ansprüche,

wobei die Schraubenfeder (12) ein ferromagnetisches Material aufweist oder daraus besteht.

- 5 4. Verfahren gemäß einem der vorherigen Ansprüche,

wobei das Erwärmen in Schritt c) auf eine Zieltemperatur größer als 50°C, insbesondere größer als 75°C oder größer als 85°C erfolgt.

10

5. Verfahren gemäß einem der vorherigen Ansprüche,

wobei das Erwärmen in Schritt c) auf eine Zieltemperatur kleiner als 200°C, insbesondere kleiner als 150°C oder kleiner als 130°C erfolgt.

15

6. Verfahren gemäß einem der vorherigen Ansprüche,

20 wobei Schraubenfeder (12) und Federunterlage (14) in Schritt b) ergänzend in einer vorbestimmten relativen Orientierung zueinander positioniert werden und diese Position bis zum Aushärten des Klebstoffs in Schritt c) gehalten wird.

7. Verfahren gemäß einem der vorherigen Ansprüche,

25

wobei Schraubenfeder (12) in Schritt c) mit einer Kraft auf die Federunterlage (14) wirkt, die der Gewichtskraft der Schraubenfeder (12) oder der Summe der Gewichtskraft der Schraubenfeder (12) und optional einem Positionierwerkzeug zum Einstellen der relativen Orientierung gemäß Anspruch 6 entspricht.

30

8. Verfahren gemäß einem der vorherigen Ansprüche,

wobei Schraubenfeder (12) in Schritt c) mit einer Kraft auf die Federunterlage (14) gespannt wird, die größer ist als die Gewichtskraft der Schraubenfeder (12) und optional einem Positionierwerkzeug zum Einstellen der relativen Orientierung gemäß Anspruch 6.

5

9. Verfahren gemäß einem der vorherigen Ansprüche,

10

wobei vor dem Schritt b), bzw. wenn der Schritt a1) ausgeführt wird vor dem Schritt a1), die Federunterlage (14) aktiviert wird.

10. Verfahren gemäß einem der vorherigen Ansprüche,

15

wobei vor dem Schritt b), bzw. wenn der Schritt a2) ausgeführt wird vor dem Schritt a2), die Schraubenfeder (12) aktiviert wird.

11. Verfahren gemäß einem der vorherigen Ansprüche,

20

wobei der Klebstoff (16) eine Schichtdicke zwischen Schraubenfeder (12) und Federunterlagen von mindestens 0,1 mm, insbesondere von mindestens 0,5 mm aufweist.

25

12. Verfahren gemäß einem der vorherigen Ansprüche,

30

wobei der Klebstoff (16) eine Schichtdicke zwischen Schraubenfeder (12) und Federunterlagen von maximal 3,0 mm, insbesondere von maximal 1,5 mm oder maximal 1 mm aufweist.

13. Verfahren gemäß einem der vorherigen Ansprüche,

wobei nach Schritt c) der Schritt

LU102983

- 5 d) Halten der Zieltemperatur des Endwindungsbereichs, bis der warm
aushärtende Klebstoff (16), insbesondere ausreichend, ausgehärtet ist
und die Schraubenfeder (12) an der Federunterlage (14) klebt

ausgeführt wird.

- 10 14. Verfahren gemäß Anspruch 13,

wobei der Klebstoff (16) und die Zieltemperatur derart ausgewählt und
aufeinander abgestimmt sind, dass das Halten der Zieltemperatur in Schritt d)
für maximal 30 Sekunden, bevorzugt maximal 20 Sekunden oder maximal 10
15 Sekunden notwendig ist, um den Klebstoff (16) auszuhärten.

15. Verfahren gemäß einem der vorherigen Ansprüche,

20 wobei der Klebstoff (16) derart ausgewählt ist, dass dieser eine größere
Bruchdehnung aufweist als die Federbeschichtung und die Federunterlage.

16. Verfahren gemäß einem der vorherigen Ansprüche,

25 wobei der Klebstoff im vollständig ausgehärteten Zustand eine geringere Härte
aufweist, als die Federbeschichtung.

- 30 17. Verfahren gemäß einem der vorherigen Ansprüche,

wobei nach Schritt c) oder sofern ausgeführt nach Schritt d) der Schritt

e) Abkühlen der Schraubenfeder, wobei der Klebstoff nach dem
Abkühlen der Schraubenfeder vollständig ausgehärtet ist

LU102983

ausgeführt wird.

Fig. 1

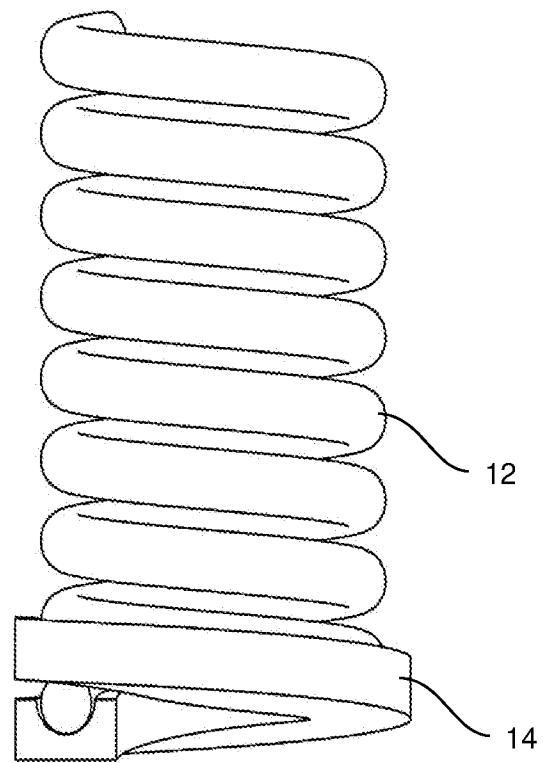


Fig. 2

