

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: A 1678/2010

(22) Anmeldetag: 07.10.2010

(43) Veröffentlicht am: 15.01.2012

(51) Int. Cl. : **F16H 63/30**

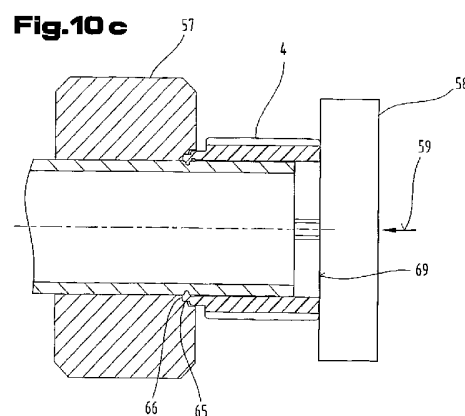
(2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:
DE 19627942 C1

(73) Patentanmelder:
STIWA HOLDING GMBH
A-4800 ATTNANG-PUCHHEIM (AT)

(54) **VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG EINER FÜGEVERBINDUNG UND SCHALTVORRICHTUNG FÜR EIN ZAHN-
RÄDERWECHSELGETRIEBE**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung einer Fügeverbindung zwischen einem aus Kunststoff vorgefertigten Funktionselement (4) und einem Trägerelement (2), bei dem das Funktionselement (4) über eine Aufnahmeöffnung (48) auf das Trägerelement (2) verbracht und in einem Montagebereich (44) durch thermisches Fügen mit dem Trägerelement (2) verbunden wird. Beim Herstellen der Fügeverbindung wird ein Hilfswerkzeug (57) verwendet, welches beim Fügevorgang das Trägerelement (2) in Umfangsrichtung umgibt und dabei eine Fügestelle (45) in axialer Richtung des Trägerelementes (2) auf einer Seite derart begrenzt, dass das vom Funktionselement (4) abgeschmolzene Kunststoffmaterial an der Fügestelle (45) verbleibt. Weiters betrifft die Erfindung eine Schaltvorrichtung für ein Zahnradwechselgetriebe, die ein Basiselement (2) und einen Grundkörper (3) aufweist. Letzterer ist durch getrennt voneinander hergestellte Schaltwangen (8a, 8b) gebildet, die jeweils einen konkav geformten Montageabschnitt (10a, 10b) ausbilden. Die Schaltwangen (8a, 8b) sind über deren Montageabschnitt (10a, 10b) relativ zum Basiselement (2) positionierbar und über stoffschlüssige Fügeverbindungen (28) mit diesem verbunden.



010551

Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung einer Fügeverbindung zwischen einem aus Kunststoff vorgefertigten Funktionselement (4) und einem Trägerelement (2), bei dem das Funktionselement (4) über eine Aufnahmeöffnung (48) auf das Trägerelement (2) verbracht und in einem Montagebereich (44) durch thermisches Fügen mit dem Trägerelement (2) verbunden wird. Beim Herstellen der Fügeverbindung wird ein Hilfswerkzeug (57) verwendet, welches beim Fügevorgang das Trägerelement (2) in Umfangsrichtung umgibt und dabei eine Fügestelle (45) in axialer Richtung des Trägerelementes (2) auf einer Seite derart begrenzt, dass das vom Funktionselement (4) abgeschmolzene Kunststoffmaterial an der Fügestelle (45) verbleibt. Weiters betrifft die Erfindung eine Schaltvorrichtung für ein Zahnräderwechselgetriebe, die ein Basiselement (2) und einen Grundkörper (3) aufweist. Letzterer ist durch getrennt voneinander hergestellte Schaltwangen (8a, 8b) gebildet, die jeweils einen konkav geformten Montageabschnitt (10a, 10b) ausbilden. Die Schaltwangen (8a, 8b) sind über deren Montageabschnitt (10a, 10b) relativ zum Basiselement (2) positionierbar und über stoffschlüssige Fügeverbindungen (28) mit diesem verbunden.

Fig. 10c

N2010/25700

010651

- 1 -

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung einer Fügeverbindung zwischen einem Funktionselement und einem Trägerelement, wie im Oberbegriff des Anspruches 1 beschrieben.

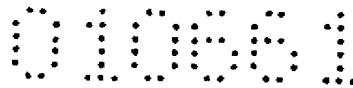
In Zahnräderwechselgetrieben sind zur axialen Verschiebung einer Schiebemuffe Schaltvorrichtungen vorgesehen. Derartige Schaltvorrichtungen sind beispielsweise als Schaltgabel für Direktschaltgetriebe bzw. Doppelkupplungsgetriebe eines Kraftfahrzeuges bekannt. Die Schaltgabel weist ein schienenartiges oder rohrförmiges Basiselement und mit diesem durch eine stoffflüssige Fügeverbindung verbundene Schaltwangen sowie am Basiselement befestigte Führungselemente auf, mittels welcher die Schaltgabel im Gehäuse des Zahnräderwechselgetriebes gelagert ist. Die Schaltwangen greifen mit Mitnehmerelementen in eine Umfangsnut der Schiebemuffe ein, wobei eine Bewegung der Schaltwange relativ zu einem Gehäuse auf die Schiebemuffe übertragen wird.

Derartige Schaltelemente sind beispielsweise aus der DE 100 45 506 A1 und DE 20 2009 017 006 U1 bekannten.

Aus der DE 101 23 962 A1 ist eine Schaltvorrichtung bekannt, welche eine Schaltschiene und ein an einem ihrer Enden aufgeschobenes, einteiliges Führungselement aufweist, das mit einer sacklochartigen Aufnahmeöffnung und mit einer diese kreuzenden Bohrung versehen ist. Die Schaltschiene besitzt ebenso eine Bohrung, sodass in der Montageposition des Führungselementes ein Sicherungsstift durch die Bohrung hindurch gesteckt werden kann.

Gemäß den Ausführungen in der DE 20 2005 014 599 U1, DE 10 2006 032 782 A1 und DE 10 2007 061 021 A1 ist die Schaltschiene mit mehrteiligen Führungselementen ausgestattet, welche jeweils aus einem ersten Führungselementteil und einem zweiten Führungselementteil bestehen, wobei die Führungselementteile um das Getriebeschaltelement herum montiert miteinander und/oder mit dem Getriebeschaltelement verbunden

N2010/25700



- 2 -

sind. Die Führungselementeile sind aus einem thermoplastischen Kunststoff und miteinander durch Reib-, Vibrations- oder Ultraschallschweißen zum Führungselement verschweißt. Das Getriebeschaltelement hat Ausformungen, in die komplementär ausgebildete Formschlussteile der Führungselementeile eingreifen, damit das Führungselement gegen eine axiale Verschiebung gesichert ist.

Nach einer anderen Ausführung ist zumindest eine Hülse aus Kunststoff als Führungselement auf das Schaltelement aufgespritzt, wie in der DE 102 02 651 A1 offenbart.

Die Aufgabe der Erfindung liegt darin, ein Verfahren zur Herstellung einer Fügeverbindung zu schaffen, bei dem das Funktionselement kostengünstig hergestellt und auf einfache Weise positionsgenau am Trägerelement befestigt werden kann.

Die Aufgabe der Erfindung wird durch die Maßnahmen im Anspruch 1 gelöst. Von Vorteil ist, dass ein Funktionselement unabhängig vom Trägerelement in einem Herstellprozess als Massenprodukt kostengünstig hergestellt und mithilfe des Hilfswerkzeuges an einer beliebigen Längsposition am Trägerelement gefügt und in exakter Montageposition befestigt werden kann. Das Hilfswerkzeug begrenzt auf zumindest einer Seite die Fügestelle und formt das Funktionselement während des thermischen Fügevorganges in einem Abschnitt derart um, dass das Funktionselement und das Trägerelement fest und dauerhaft miteinander verbunden sind. Das Funktionselement ist vorzugsweise vollständig aus Kunststoff und wird mit aus dem Stand der Technik bekannte Urformtechniken, beispielsweise im Spritzgießverfahren als Massenprodukt kostengünstig hergestellt.

Gemäß den Maßnahmen nach den Ansprüchen 2 und 3 entsteht durch das thermische Fügen zwischen dem Funktions- und Trägerelement eine Formschlussverbindung, insbesondere eine Bördelnaht, sodass das Funktionselement auch bei einem Dauerbetrieb sicher fixiert ist. Auch kann entgegen dem Stand der Technik, bei dem das Funktionselement und das Trägerelement durch Schweißen miteinander verbunden werden, eine Vorbehandlung, wie das Reinigen, Trocknen und/oder Temperieren des Trägerelementes entfallen. Ebenso hat eine unterschiedliche Materialpaarung zwischen dem Funktions- und Trägerelement (Kunststoff-Metall) keine Auswirkungen auf die Qualität der Fügeverbindung.

Von Vorteil ist auch die Maßnahme nach Anspruch 4, nach welcher am Befestigungsabschnitt ein zusätzlicher Materialbereich aus Kunststoff vorgesehen ist, welcher zumindest teilweise beim Fügen geschmolzen wird.

N2010/25700



- 3 -

Wird gemäß der Maßnahme nach Anspruch 5 das Funktionselement unter Krafteinwirkung auf das Trägerelement geschoben, wird eine exakte zentrische Führung zwischen dem Funktions- und Trägerelement erreicht.

Werden das Funktionselement und das Trägerelement noch während ihrer Relativbewegung miteinander gefügt werden, wie im Anspruch 6 beschrieben, kann die Produktionszeit, die zur Herstellung der Fügeverbindung zwischen dem Funktionselement und dem Trägerelement benötigt wird, erheblich verringert und dadurch die Herstellkosten reduziert werden. Das Funktionselement und das Trägerelement können in Richtung einerezigen Bewegungsachse miteinander gefügt werden, was einen zuverlässigen (robusten) Fügeprozess und den Einsatz einfacher Füge- und Positioniervorrichtungen erlaubt.

Eine vorteilhafte Maßnahme der Erfindung ist im Anspruch 7 beschrieben, wonach eine wulstartige Fügenaht hergestellt wird, welche hohen Belastungen Stand halten kann.

Die Maßnahmen nach Anspruch 8 ermöglichen die zuverlässige Herstellung der wulstartigen Fügenaht. In der Arbeitsstellung ist das Hilfswerkzeug mit dem Formhohlraum vorzugsweise mit einer ersten Formwand coaxial zur Fügestelle und mit einer zweiten Formwand radial zur Fügestelle positioniert, sodass die Formwände und eine Begrenzungsfläche der Fügestelle bzw. Vertiefung einen Füllraum zur Aufnahme des abgeschmolzenen Kunststoffmaterials begrenzen.

Die Erfindung betrifft ferner eine Schaltvorrichtung für ein Zahnradwechselgetriebe, wie im Oberbegriff des Anspruches 9 beschrieben.

Die US 6,164,151 A offenbart eine gattungsgemäße Schaltvorrichtung, welche ein rohrförmiges Basiselement und einen mit diesem über eine stoffschlüssige Fügeverbindung verbundenen, einteiligen Grundkörper zur axialen Verschiebung einer Schiebemuffe umfasst. Der Grundkörper bildet Schaltwangen und einen diese miteinander verbindenden, konkav geformten Montageabschnitt aus. Eine unabhängige Positionierung der Schaltwangen ist nicht möglich. Bei der bekannten Schaltvorrichtung ist sohin nach dem Fügevorgang zwischen dem Basiselement und dem Grundkörper eine Nachbearbeitung unvermeidbar, wenn die üblich geforderten Fertigungstoleranzen eingehalten werden sollen.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Schaltvorrichtung zu schaffen, die eine einfache Herstellung unter Berücksichtigung engster Fertigungstoleranzen erlaubt.

N2010/25700

010651

- 4 -

Die Aufgabe der Erfindung wird durch die Merkmale des Anspruches 9 gelöst. Von Vorteil ist, dass gegenüber solchen aus dem Stand der Technik bekannten Schaltvorrichtungen, bei denen der Grundkörper einteilig hergestellt ist, die Schaltwangen unabhängig voneinander relativ zum Basiselement positioniert werden können. Durch diese Positioniermöglichkeit können Fertigungsungenauigkeiten der miteinander zu fügenden Bauteile kompensiert werden. Eine Nachbearbeitung der Schaltvorrichtung nach dem Fügevorgang, beispielsweise ein Justieren der Schaltwangen relativ zum Basiselement ist nicht erforderlich. Sohin können nun Schaltvorrichtungen mit sehr hoher Fertigungsgenauigkeit hergestellt werden. Auch wird die konstruktive Gestaltungsfreiheit erheblich erhöht, wenn der Grundkörper aus mehreren einzelnen Schaltwangen hergestellt wird. Die Schaltwangen können außerdem aufgrund der einfacheren Formgestalt mit hoher Form- und Maßgenauigkeit hergestellt werden. Somit können die Schaltwangen sehr kostengünstig hergestellt und die technischen Anforderungen an die Werkzeuge zur Herstellung der Schaltwangen niedrig gehalten werden.

Von Vorteil ist auch die Ausbildung nach Anspruch 10, da durch das Umformen, insbesondere einer Materialstauchung, zumindest eines Teilabschnittes auf einer Seitenfläche des Montageabschnittes Gestaltabweichungen, insbesondere Formabweichungen, wie Unebenheiten, Welligkeit und dgl., und/oder eine Oberflächenrauheit, wie Rillen, Riefen und dgl., an der Fügefläche deutlich kompensiert werden können. Da das Umformen über größere Flächenabschnitte erfolgen kann und mit Werkzeugen einfacher Formgeometrie, kann der Verschleiß am Werkzeug zur Herstellung der Schaltwange(n) deutlich reduziert und die Standzeit des Werkzeugs optimiert werden. Zudem kann die Qualität der Fügeverbindung verbessert werden. Nach einer vorteilhaften Ausführung ist Schaltwange und das Basiselement aus einem metallischen Werkstoff, insbesondere Stahlblech, und durch einen im spanlosen Stanz- und Umformprozess, insbesondere Kaltumformung, aus einem dünnen Blech hergestellten Stanz- und Umformteil gebildet. Die Schaltwange kann auch mehrere durch Umformen, insbesondere eine Materialstauchung, in voneinander getrennten Teilabschnitten auf einer Seitenfläche des Montageabschnittes hergestellte Materialverformungen (Prägungen) ausbilden. Dadurch können im Fügebereich mehrere voneinander getrennte Fügeabschnitte mit verbesserter Fügeoberfläche hergestellt werden.

Natürlich ist es auch möglich, dass der Montageabschnitt und das Basiselement an ihren von den Fügeflächen abgewandten Seitenflächen jeweils zumindest eine durch Umformen, insbesondere eine Materialstauchung, hergestellte Materialverformung ausbilden, wobei die Materialverformungen der Bauteile einander gegenüberliegen. Dadurch kann

N2010/25700

010551

- 5 -

die gegenseitige Anlage der Bauteile in den gegenüberliegenden Flächenabschnitten der Materialverformungen verbessert werden.

Gemäß der Ausführung nach Anspruch 11 entsteht zwischen dem Basis- und Führungselement eine Formschlussverbindung, sodass das Führungselement auch bei einem Dauerbetrieb sicher fixiert ist.

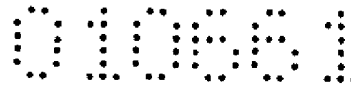
Ist das Basiselement mit einer Verbindungsvorrichtung ausgestattet, wie im Anspruch 12 beschrieben, ist eine einfache Koppelung zwischen einem im Getriebegehäuse gelagerten Stellantrieb zur Schaltbewegung der Schaltvorrichtung und dem Basiselement möglich.

Gemäß Anspruch 13 ist das rohrförmige Basiselement an der Unterseite entlang einer Symmetrieebene des Grundkörpers mit zumindest einer Durchstellung ausgestattet. Somit ist das Abdichten der offenen Enden des Basiselementes hinfällig. Das gegebenenfalls über die offenen Enden in das Basiselement eintretende Öl wird über die Durchstellung in das Getriebegehäuse zurückgeleitet, sodass keine Änderung der Massenträgheit des Basiselementes eintritt. Damit eignet sich die Schaltvorrichtung bestens für den Einsatz in Doppelkupplungsgetrieben eines Kraftfahrzeuges, bei denen die Schaltvorrichtung über einen elektrisch, mechanisch oder elektromechanisch steuerbaren Stellantrieb bewegt wird.

Die Erfindung betrifft ferner eine Schaltvorrichtung für ein Zahnräderwechselgetriebe, wie im Oberbegriff des Anspruches 14 beschrieben.

Die DE 10 2008 036 190 A1 offenbart eine Schaltvorrichtung umfassend einen gabelförmigen Grundkörper zur axialen Verschiebung einer Schiebemuffe, welcher einen Aufnahmeabschnitt mit einer Öffnung ausbildet und mit einem Führungselement (Gleitschuh) versehen ist. Der Grundkörper weist einen durch Umformung hergestellten und die Öffnung umrandenden Bund auf, welche eine gegenüber der Breite des Aufnahmeabschnittes geringere Breite und einander gegenüberliegende Führungsflächen ausbildet. Das Führungselement ist am Grundkörper im Aufnahmeabschnitt anspritzbar. Das Anspritzen des Führungselementes erfordert einen hohen Maschinenaufwand und ist auch eine Automatisierung des Fügevorganges zwischen dem Grundkörper und dem Führungselement nur mit einem hohen Maschinen- und Kostenaufwand möglich.

N2010/25700



- 6 -

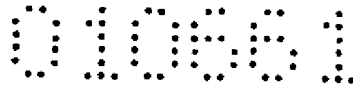
Ein Führungselement für eine Schaltvorrichtung ist aus DE 10 2007 009 120 A1 bekannt, das einen durch Umformen einstückig hergestellten Grundkörper aus Kunststoff ausbildet und an einer Basis senkrecht vorragende Schenkel und zwischen den Schenkeln ein erstes Steckelement aufweist. Die Außenkontur des ersten Steckelementes korrespondiert formschlüssig mit einer Innenkontur eines in einem Aufnahmeabschnitt für das Führungselement vorgesehenen Langloches. An den Schenkeln ragen jeweils zweite Steckelemente vor, welche stabförmig gestaltet sind. Der Aufnahmeabschnitt weist ferner trichterförmig geformte Durchgangslöcher auf, in welche die zweiten Steckelemente einführbar sind. Das Führungselement wird am Aufnahmeabschnitt der Schaltwangen befestigt, in dem dieses vorerst über die Steckelemente in das Langloch und die Durchgangslöcher eingesteckt und anschließend das freie Ende der zweiten Steckelemente durch Wärmeeintrag mittels Ultraschall verformt werden, sodass das Durchgangslloch mit dem Material des Überstands ausgefüllt und der Blechabschnitt in dem Durchgangslloch hintergriffen ist. Diese bekannte Fügeverbindung erfordert einen hohen Aufwand für die Herstellung des Führungselementes mit unterschiedlichen Steckelementen und der Aufnahmeabschnitte mit unterschiedlichen Öffnungen. Somit ist die Herstellung der Fügeverbindung zwischen dem Führungselement und dem Aufnahmeabschnitt kostspielig.

Aus der DE 10 2007 034 571 A1 ist ein Führungselement für eine Schaltvorrichtung bekannt, welches einander gegenüberliegende Führungswände, eine Sohle und einen zwischen den Führungswänden an der Sohle vorragenden zapfenartigen Befestigungsabschnitt aufweist.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Schaltvorrichtung zu schaffen, die sich kostengünstig herstellen lässt sowie einen einfachen Montage- und Fügevorgang zwischen dem Grundkörper und dem Führungselement erlaubt.

Die Aufgabe der Erfindung wird durch die Merkmale des Anspruches 14 gelöst. Von Vorteil ist, dass der Befestigungsabschnitt einerseits der Positionierung des Führungselementes am Grundkörper und andererseits der Herstellung der Fügeverbindung dient. Das Führungselement ist ausschließlich über den Befestigungsabschnitt am Grundkörper gehalten und an diesem verankert. Dadurch kann der Aufnahmeabschnitt einfach gestaltet werden. Der Aufnahmeabschnitt wird durch Umformen hergestellt, dient als Versteifung für die Schaltwange und verhindert zudem das Verdrehen des Führungselementes um die eigene Achse.

N2010/25700



- 7 -

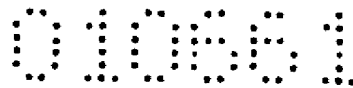
Durch die Ausführung nach Anspruch 15 wird eine noch höhere Steifigkeit für die Schaltwange erreicht.

Gemäß den Maßnahmen nach den Ansprüchen 16 und 17 entsteht durch das thermische Fügen zwischen dem Befestigungsabschnitt und der Halteaufnahme eine Formschlussverbindung, insbesondere eine Bördelnaht, sodass das Führungselement auch bei einem Dauerbetrieb sicher fixiert ist. Dabei umfasst der Befestigungsabschnitt als solcher einen durch den Wärmeeintrag aufschmelzbaren Materialbereich, welcher am vorragenden Ende des Befestigungsabschnitt ausgebildet und zum Herstellen der Fügeverbindung zwischen dem Führungselement und der Halteaufnahme dazu geeignet ist, durch Wärmeeintrag geschmolzen zu werden. Auch kann entgegen dem Stand der Technik, bei dem der Befestigungsabschnitt und die Halteaufnahme durch Schweißen miteinander verbunden werden, eine Vorbehandlung, wie das Reinigen, Trocknen und/oder Temperieren der Schaltwange entfallen. Ebenso hat eine unterschiedliche Materialpaarung zwischen dem Befestigungsabschnitt und der Halteaufnahme (Kunststoff-Metall) keine Auswirkungen auf die Qualität der Fügeverbindung.

Zum besseren Verständnis der Erfindung wird diese anhand der nachfolgenden Figuren näher erläutert.

Es zeigen jeweils in stark schematisch vereinfachter Darstellung:

- Fig. 1 eine erfindungsgemäße Schaltvorrichtung in perspektivischer Ansicht;
- Fig. 2 die Schaltvorrichtung nach Fig. 1 ohne Führungselemente in Stirnansicht;
- Fig. 3 die Schaltvorrichtung nach Fig. 1 ohne Führungselemente in perspektivischer Ansicht;
- Fig. 4 ein Führungselement (Gleitschuh) für eine Schaltwange in perspektivischer Ansicht;
- Fig. 5 das Führungselement (Gleitschuh) in montiertem Zustand auf der Schaltwange, geschnitten gemäß den Linien V – V in Fig. 1;



- 8 -

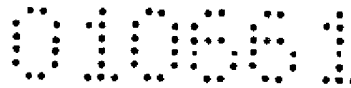
- Fig. 6 das Führungselement (Gleitschuh) in montiertem Zustand auf der Schaltwange, geschnitten gemäß den Linien VI – VI in Fig. 1;
- Fig. 7 eine Verbindungsvorrichtung für einen Gangstellerkolben im Längsschnitt;
- Fig. 8 ein Führungselement zur Lagerung der Schaltvorrichtung in einem Gehäuse, in perspektivischer Ansicht;
- Fig. 9 das Führungselement nach Fig. 8 im Längsschnitt;
- Fig. 10a bis 10d die aufeinander folgenden Verfahrensschritten zur Herstellung einer Fügeverbindung zwischen einem Führungselement und einem Basiselement.

Einführend sei festgehalten, dass in den unterschiedlich beschriebenen Ausführungsformen gleiche Teile mit gleichen Bezugszeichen bzw. gleichen Bauteilbezeichnungen versehen werden, wobei die in der gesamten Beschreibung enthaltenen Offenbarungen sinngemäß auf gleiche Teile mit gleichen Bezugszeichen bzw. gleichen Bauteilbezeichnungen übertragen werden können. Auch sind die in der Beschreibung gewählten Lageangaben, wie z.B. oben, unten, seitlich usw. auf die unmittelbar beschriebene sowie dargestellte Figur bezogen und sind bei einer Lageänderung sinngemäß auf die neue Lage zu übertragen.

In den Fig. 1 bis 3 ist eine Schaltvorrichtung 1 eines nicht gezeigten Schaltsystems für ein Kraftfahrzeug-Wechselgetriebes gezeigt. Das Schaltsystem eines Kraftfahrzeug-Wechselgetriebes weist zum Schalten von unterschiedlichen Gangstufen mehrere Schaltvorrichtungen auf.

Die Schaltvorrichtung 1 für die Schaltung zumindest einer Gangstufe eines Zahnradwechselgetriebes umfasst ein Basiselement 2, einen Grundkörper 3 zur Übertragung einer Schaltbewegung auf eine nicht dargestellte Schieberruffe in Verschieberichtung gemäß Doppelpfeil (Fig. 1), Führungselemente 4, 5 und eine Verbindungsvorrichtung 6 für einen nicht dargestellten Gangstellerkolben. Der Gangstellerkolben bildet einen Stellantrieb, mittels welchem die Schaltvorrichtung 1 eine Schaltbewegung in axialer Richtung ausführen kann. Die Schaltvorrichtung 1 ist mittels der Führungselemente 4, 5 in einem Getriebegehäuse gelagert. Das Basiselement 2 ist vom Grundkörper 3 getrennt herge-

N2010/25700



- 9 -

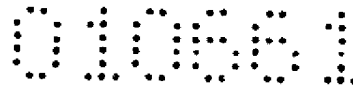
stellt. Die Führungselemente 4, 5 bilden Funktionselemente und das Basiselement 2 bildet ein Trägerelement.

Das Basiselement 2 ist ein offener oder geschlossener Profilkörper. Vorzugsweise ist der Profilkörper über einen Längsabschnitt oder über die gesamte Länge durch ein als in sich geschlossenes Rohrprofil mit rundem, ovalem oder mehreckigem Querschnitt gebildet. Nach einer ersten Ausführung ist das Rohrprofil in einem spanlosen Umformprozess, insbesondere Kaltumformung, wie Biegen/Pressen, aus einem ebenen Stahlblechabschnitt einteilig hergestellt und sind dessen einander gegenüberliegenden Längsränder in einer Teilungsebene über eine stoffschlüssige Fügeverbindung, insbesondere durch Strahlschweißen, wie Laserschweißen oder Elektronenstrahlschweißen, hergestellte Fügenaht, miteinander gefügt. Andererseits ist es nach einer zweiten Ausführung auch möglich, dass das Rohrprofil durch ein nahtlos gezogenes Rohr gebildet ist. Die Wandstärke des Basiselementes 2 beträgt maximal 6 mm, vorzugsweise zwischen 1 mm und 3 mm, beispielsweise zwischen 1,5 mm und 2,5 mm. Das Basiselement 2 kann andererseits auch durch Vollmaterial gebildet sein.

Der Grundkörper 3 umfasst nach dieser Ausführung in einer senkrecht zur Schaltachse 7 verlaufenden Querebene eine erste Schaltwange 8a, eine zweite Schaltwange 8b und gegebenenfalls eine dritte Schaltwange 8c. Die erste Schaltwange 8a und zweite Schaltwange 8b schließen zwischen sich ein Schaltmaul ein, innerhalb welchem die nicht dargestellte Schiebemuffe teilweise aufgenommen wird. An den vorragenden Enden der Schaltwange 8a, 8b, 8c sind Führungselemente 9a, 9b, 9c, so genannte Gleitschuhe befestigt, die zum Eingriff mit der Schiebemuffe dienen.

Die Schaltwangen 8a, 8b weisen jeweils einen Montageabschnitt 10a, 10b, einen Aufnahmeabschnitt 11a, 11b für das Führungselement 9a, 9b und einen diese miteinander verbindenden Verbindungsabschnitt 12a, 12b auf. Die geneigt zueinander verlaufenden Verbindungsabschnitte 12a, 12b der Schaltwangen 8a, 8b erweitern sich ausgehend vom Montageabschnitt 10a, 10b in Richtung des Aufnahmeabschnittes 11a, 11b auf ein maximales Breitenmaß zwischen den Aufnahmeabschnitten 11a, 11b. Der Montageabschnitt 10a, 10b der Schaltwangen 8a, 8b ist konkav geformt und bildet eine zum Basiselement 2 zugewandte, konkave Fügefläche 13a, 13b aus. Die Aufnahmeabschnitte 11a, 11b der Schaltwangen 8a, 8b verlaufen parallel zueinander und parallel zu einer Längsebene. Die Schaltwangen 8a, 8b bilden in Richtung ihrer Längserstreckung zwischen dem Montageabschnitt 10a, 10b und Aufnahmeabschnitt 11a, 11b ein etwa rechteckförmig gestaltetes

N2010/25700



- 10 -

Querschnittsprofil mit sich über die Längserstreckung verändernden Querschnittsabmessungen aus.

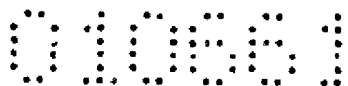
Die Schaltwange 8c ist zwischen den Schaltwangen 11a, 11b angeordnet und weist einen Montageabschnitt 10c und einen Aufnahmeabschnitt 11c für das Führungselement 9c auf. Der Montageabschnitt 10c bildet eine zum Basiselement 2 zugewandte Fügefläche 13c aus.

Die Schaltwangen 8a, 8b, 8c sind voneinander getrennt einteilig hergestellt und jeweils durch einen aus dünnem Blech spanlos geformten Stanz- und/oder Umformteil mit annähernd konstanter Wandstärke gebildet. Die Wandstärke der vorzugsweise aus dünnem Stahlblech hergestellten Schaltwangen 8a, 8b, 8c beträgt zwischen 2 mm und 6 mm, beispielsweise 4 mm oder 5 mm.

Wie in den Fig. 2 und 3 in strichlierten Linien schematisch eingetragen, ist es nach einer Ausführung auch möglich, dass die Schaltwangen 8a, 8b an ihren Montageabschnitten 10a, 10b auf einer der Fügefläche 13a, 13b gegenüberliegenden Seitenfläche mit jeweils zumindest einer durch Umformung, insbesondere Kaltumformung hergestellten Prägung 15a, 15b (plastische Materialverformung) versehen sind. Die Prägung 15a, 15b liegt einem, durch die aneinander gelegten, überlappenden Flächenabschnitte des Basiselementes 2 und der Schaltwange 8a, 8b gebildeten Fügebereich gegenüber und kann sich über die Länge und über einen Teil der Breite des Fügebereiches erstrecken. Werden je Montageabschnitt 10a, 10b mehrere Prägun gen 15a, 15b vorgesehen, verlaufen diese jeweils in den gegenüber liegenden Randbereichen des Montageabschnittes 10a, 10b über die Länge und über einen Teil der Breite des Fügebereiches, wie in den Fig. in strichlierten Linien schematisch gezeigt. Andererseits ist es auch möglich, dass die Prägung 15a, 15b der Flächenabmessung des Fügebereiches entspricht, wobei der Fügebereich durch die überlappenden Flächenabschnitte definiert wird.

Durch die Prägung 15a, 15b kann nun sichergestellt werden, dass in der Umformvorrichtung durch die mit dem Prägevorgang verbundene Materialverdrängung die Fügefläche 13a, 13b mit höchster Fertigungsgenauigkeit hergestellt werden kann. Werden die Schaltwangen 8a, 8b und das Basiselement 2 insbesondere durch Strahlschweißen ohne Zusatzwerkstoff miteinander verbunden, so darf ein Fügespalt im Fügebereich eine maximale Breite von 0,1 mm nicht übersteigen, anderenfalls die Fügeverbindung nicht mit der geforderten Qualität hergestellt werden kann. Durch die Prägung 15a, 15b können eventuelle Unebenheiten an der Fügefläche 13a, 13b ausgeglichen werden. Damit wird

N2010/25700



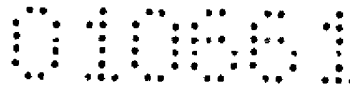
- 11 -

sichergestellt, dass der Fügespalt im Fügebereich eine Breite von maximal 0,1 mm aufweist. Natürlich kann auch die Schaltwange 8c mit zumindest einer durch Umformung, insbesondere Kaltumformung, hergestellten Prägung (plastische Materialverformung) versehen werden, wie dies jedoch nicht dargestellt ist.

Wie insbesondere in den Fig. 2 und 3 ersichtlich, weist der Grundkörper 3 an seinen Seitenwangen 8a, 8b in den Aufnahmeabschnitten 11a, 11b jeweils eine Haltaufnahme 16a, 16b auf. Die Haltaufnahme 16a, 16b, welche in einem dem Basiselement 2 abgewandten Endbereich der Schaltwange 8a, 8b angeordnet ist, wird in einem spanlosen Umformprozess, insbesondere Kaltumformung, wie Prägen, einteilig mit der Schaltwange 8a, 8b hergestellt. Nach gezeigter Ausführung wird die Haltaufnahme 16a, 16b von einer am Aufnahmeabschnitt 11a, 11b einteilig in einem Stanz- und/oder Umformprozess hergestellten Durchsetzung gebildet. Eine Höhe 17 der Durchsetzung ist annähernd gleich oder kleiner bemessen als eine Wandstärke 18 der Seitenwange 8a, 8b im Aufnahmeabschnitt 11a, 11b. Eine Breite 19 der Durchsetzung ist kleiner bemessen als eine Breite 20 der Seitenwange 8a, 8b im Aufnahmeabschnitt 11a, 11b. Die Haltaufnahme 16a, 16b bildet somit an einer dem Basiselement 2 zugewandten (inneren) ersten Seitenfläche eine Erhebung 21a, 21b und an einer dem Basiselement 2 abgewandten (äußeren) zweiten Seitenfläche eine Vertiefung 22a, 22b aus. Die Haltaufnahme 16a, 16b bildet in der Längsebene der Schaltvorrichtung 1 mit gegenseitigem Abstand parallel zueinander verlaufende erste Führungsflächen 23 und in der Querebene der Schaltvorrichtung 1 mit gegenseitigem Abstand geneigt zueinander verlaufende zweite Führungsflächen 24 aus. Die zweiten Führungsflächen 24 erweitern sich ausgehend von einer Begrenzungsfläche 25 in Richtung der ersten Seitenfläche der Schaltwangen 8a, 8b. Die Begrenzungsfläche 25 erstreckt sich zwischen den Führungsflächen 23, 24 parallel zu den Seitenflächen der Schaltwangen 8a, 8b. Ferner umfasst die Haltaufnahme 16a, 16b bzw. Durchsetzung eine sich durch diese erstreckende und gegenüber deren Oberfläche in der Querschnittsfläche kleinere Öffnung 26. Nach gezeigter Ausführung ist ein Durchmesser der Öffnung 26 kleiner als die Breite 19 der Haltaufnahme 16a, 16b. Die Längsachse der Öffnung 26 verläuft senkrecht zur Begrenzungsfläche 25 und ist als Bohrung ausgebildet.

Wie in den Fig. ersichtlich, bildet das Basiselement 2 an seiner Umfangsfläche zumindest abschnittsweise eine Fügefläche 14 aus. Das Basiselement 2 und die Schaltwangen 8a, 8b, 8c sind mit ihren einander zugewandten Fügeflächen 13a, 13b, 13c, 14 gegeneinander angelegt und in durch die aneinander gelegten, überlappenden Flächenabschnitte gebildeten Fügebereichen jeweils über durch Strahlschweißen, insbesondere Elektronen-

N2010/25700



- 12 -

strahlschweißen oder Laserschweißen, hergestellte Fügenähte 28 fest miteinander verbunden.

Die Fügenähte 28 bilden eine stoffflüssige Fügeverbindung. Die beschriebenen Fügenähte können alternativ zu den Schweißnähten auch durch Klebe- oder Lötinähte gebildet sein.

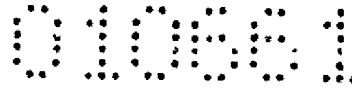
Eine besonders wirtschaftliche Herstellung der Schaltwangen 8a, 8b kann realisiert werden, wenn für jede Schaltwangen 8a, 8b ein ebener Blechstreifen, vorzugsweise endlos von einem Coil, einer Stanz- und Umformvorrichtung, insbesondere einem Folgeverbundwerkzeug, zu- und durch diese hindurchgeführt wird und schrittweise Stanz- und Umformstationen durchläuft. Dabei wird aus dem Blechstreifen in einem Stanzprozess eine Vielzahl von Rohlingen bzw. Zuschnitten ausgestanzt und diese in einem Umformprozess (Biegen, Pressen, Prägen, Kalibrieren) in einem oder mehreren aufeinander folgenden Umformschritt(en) mit dem Montageabschnitt 10a, 10b, Aufnahmeabschnitt 11a, 11b, Verbindungsabschnitt 12a, 12b, der Fügefläche 13a, 13b, der Halteaufnahme 16a, 16b und gegebenenfalls den Prägungen 15a, 15b geformt. Die Herstellung der Schaltwangen 8a, 8b kann nahezu verschnittfrei erfolgen und in den Funktionsbereichen, daher im Montageabschnitt 10a, 10b oder Aufnahmeabschnitt 11a, 11b auf die geforderte Maß- und Formtoleranz bearbeitet werden. Die Gestaltung der Schaltwangen 8a, 8b sieht vor, dass diese nach Durchführung aller Umformoperationen keinerlei mechanische Nacharbeit erfordert.

Die Schaltwange 8c kann ebenfalls nach beschriebenen Prinzip hergestellt werden, wobei für die Schaltwange 8c ein ebener Blechstreifen, vorzugsweise endlos von einem Coil, einer Stanzvorrichtung, insbesondere einem Folgeverbundwerkzeug, zu- und durch diese hindurchgeführt wird und schrittweise Stanzstationen durchläuft. Dabei wird aus dem Blechstreifen in einem Stanzprozess in einem oder mehreren aufeinander folgenden Arbeitsschritt(en) der Montageabschnitt 10c und Aufnahmeabschnitt 11c ausgestanzt.

Die konstruktive Ausgestaltung und die Befestigung der Führungselemente 9a, 9b werden anhand der Fig. 4 bis 6 beschrieben.

Das Führungselement 9a, 9b ist aus Kunststoff, insbesondere thermoplastischen Kunststoff, vorzugsweise im Spritzgießverfahren einteilig hergestellt und wird als vorgefertigtes Bauelement an der Halteaufnahme 16a, 16b befestigt. Das Führungselement 9a, 9b bildet mit Abstand einander gegenüberliegende und parallel verlaufende erste Seitenwände 29

N2010/25700



- 13 -

und diese verbindende zweite Seitenwände 30 sowie eine Sohle 31 aus. Die Seitenwände 29, 30 und die Sohle 31 begrenzen eine Aufnahmeöffnung 32, welche so bemessen ist, dass in ihr die Haltaufnahme 16a, 16b aufgenommen werden kann und die Seitenwände 29, 30 die Haltaufnahme 16a, 16b umfangsseitig umschließen. Das Führungselement 9a, 9b bildet vorzugsweise an der Sohle 31 ausschließlich einen Befestigungsabschnitt 33 aus. Dieser ist beispielsweise durch einen hohlzylindrischen Schaft gebildet. Das Führungselement 9a, 9b kann alternativ auch aus einem Verbundwerkstoff aus Metall und Kunststoff hergestellt werden, wobei dann zumindest der Befestigungsabschnitt 33 aus Kunststoff besteht.

Die ersten Seitenwände 29 bilden einerseits in der Querebene des Führungselementes 9a, 9b mit gegenseitigem Abstand einander zugewandte und parallel zueinander verlaufende innere Führungsflächen 34 und andererseits einander abgewandte und parallel zueinander verlaufende äußere Führungsflächen 35 aus. Die äußeren Führungsflächen 35 dienen zum Eingriff mit der (nicht dargestellten) Schiebemuffe. Die zweiten Seitenwände 30 bilden in der Längsebene des Führungselementes 9a, 9b mit gegenseitigem Abstand einander zugewandte und geneigt verlaufende Führungsflächen 36 aus. Die Führungsflächen 36 erweitern sich ausgehend von der Sohle 31 in Richtung der Längserstreckung des Befestigungsabschnittes 33.

Ist das Führungselement 9a, 9b an der Haltaufnahme 16a, 16b montiert, wie in den Fig. 5 und 6 ersichtlich, durchragt der Befestigungsabschnitt 33 die Öffnung 26, die Inneren Führungsflächen 34 liegen quasi „spielfrei“ gegen die Führungsflächen 23 an und die Führungsflächen 36 stützen sich an den Führungsflächen 24 ab. Durch die geneigten Führungsflächen 24, 36 wird eine Selbstzentrierung des Führungselementes 9a, 9b auf der Haltaufnahme 16a, 16b und damit in der Querebene der Schaltvorrichtung 1 eine exakte Positionierung des Führungselementes 9a, 9b relativ zur Schaltwange 8a, 8b erreicht. Dementsprechend kann die Öffnung 26 und/oder der Befestigungsabschnitt 33 mit größeren Maßtoleranzen hergestellt werden. Es muss bloß sichergestellt werden, dass das Führungselement 9a, 9b in radialer Richtung zur Längsachse der Öffnung 26 relativ zur Haltaufnahme 16a, 16b positioniert werden kann. Zudem kann über die geneigten Führungsflächen 24, 36 die Positionierung des Führungselementes 9a, 9b an der Haltaufnahme 16a, 16b in axialer Richtung des Befestigungsabschnittes 33 erreicht werden. Eine Axiallänge des Befestigungsabschnittes 33 ist so bemessen, dass dessen freies Ende unabhängig von den Fertigungstoleranzen des Führungselementes 9a, 9b und der Halt-

N2010/25700



- 14 -

aufnahme 16a, 16b stets aus der Öffnung 26 herausragt, um eine sichere Befestigung des Führungselementes 9a, 9b zu ermöglichen.

Nachdem das Führungselement 9a, 9b und die Haltaufnahme 16a, 16b über die Führungsflächen 23, 34 zueinander festgelegt sind, wird auch in der Längsebene der Schaltvorrichtung 1 eine exakte Positionierung des Führungselementes 9a, 9b relativ zur Schaltwange 8a, 8b erreicht.

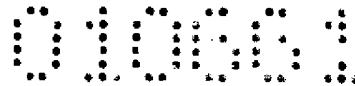
Das Führungselement 9a, 9b und die Haltaufnahme 16a, 16b sind über einen Formschluss miteinander verbunden, sodass ein Verdrehen des Führungselementes 9a, 9b relativ zur Schaltwange 8a, 8b ausgeschlossen werden kann. Die aus Metall, insbesondere Stahlblech, hergestellte Haltaufnahme 16a, 16b fungiert als Armierung für das vorzugsweise aus Kunststoff hergestellte Führungselement 9a, 9b. Das Führungselement 9a, 9b kann nunmehr hohe Schaltkräfte übertragen, da dieses primär der Gleitführung mit der Schiebemuffe und nicht der Kraftaufnahme dient. Somit kann das Führungselement 9a, 9b dünnwandig ausgebildet werden. Der Materialbedarf für die Herstellung des Führungselementes 9a, 9b ist gering und damit die Herstellung der Schaltvorrichtung 1 kostengünstig.

Auch ist von Vorteil, dass das Führungselement 9a, 9b unabhängig vom Grundkörper 3 hergestellt werden kann und das bereits vorgefertigte Führungselement 9a, 9b an der Haltaufnahme 16a, 16b montiert und befestigt wird. Dadurch vereinfacht sich die entgegen den aus dem Stand der Technik bekannten Verfahren, wo das Führungselement 9a, 9b an der Schaltwange 8a, 8b angespritzt wird, die Herstellung der Schaltvorrichtung 1.

Im nachfolgenden wird die Montage und Befestigung des Führungselementes 9a, 9b am Aufnahmeabschnitt 11a, 11b beschrieben.

Das vorgefertigte Führungselement 9a, 9b wird über den Befestigungsabschnitt 33 in die Öffnung 26 eingefädelt und auf die Haltaufnahme 16a, 16b aufgesteckt. Dabei werden das Führungselement 9a, 9b und die Haltaufnahme 16a, 16b über die Führungsflächen 23, 24, 34, 36 zueinander positioniert. Der Befestigungsabschnitt 33 weist einen durch Wärmeeintrag in einem thermischen Fügeverfahren aufschmelzbaren bzw. plastisch verformbaren Materialbereich 39 auf. Der Materialbereich 39 ist am freien Ende des Befestigungsabschnittes 33 ausgebildet. Ist das Führungselement 9a, 9b an der Haltaufnahme 16a, 16b montiert, ragt der Materialbereich 39 aus der Öffnung 26 heraus und wird dieser durch den Wärmeeintrag zumindest abschnittsweise plastisch verformt. Dabei wird die

N2010/25700



- 15 -

Vertiefung 22a, 22b teilweise mit dem Kunststoffmaterial ausgefüllt und der Aufnahmeabschnitt 11a, 11b in der Vertiefung 22a, 22b hintergriffen wird. Es entsteht nach dem Aushärten des aufgeschmolzenen Kunststoffmaterials eine Fügenaht 37 (Bördelnaht), dessen Abmessung größer bemessen ist als die Abmessung der Öffnung 26, wie in den Fig. 5 und 6 gezeigt.

Vorzugsweise wird das Führungselement 9a, 9b durch Ultraschallfügen auf den hierfür speziell ausgebildeten Halteaufnahme 16a, 16b mit den Schaltwangen 8a, 8b verbunden.

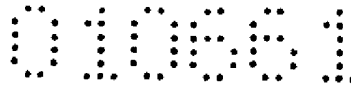
Beim Ultraschallfügen wird die zum Plastifizieren benötigte Wärme durch die Umwandlung von Ultraschallschwingungen in mechanische Schwingungen erzeugt und mit einem bestimmten Anpressdruck über eine (nicht gezeigte) Sonotrode dem zu fügenden Führungselement 9a, 9b zugeleitet. Das Führungselement 9a, 9b aus Kunststoff fungiert hier als Energieträger. Die auf das Führungselement 9a, 9b auftreffenden, mechanischen Schwingungen werden absorbiert und an der Grenzfläche reflektiert. Aufgrund der Molekularreibung entsteht Wärme, die den Kunststoff anschmelzen lässt.

Um die Fügezeit möglichst gering zu halten, sind so genannte Energierichtungsgeber 38 vorgesehen, mittels welcher eine gezielte wie auch konzentrierte Energieeinleitung auf den durch Wärmeeintrag aufschmelzbaren Materialbereich 39 erreicht wird. Der Energierichtungsgeber 38 ist am Befestigungsabschnitt 33 ausgebildet. Nach diesem Ausführungsbeispiel ist der Energierichtungsgeber 38 durch spitzwinkelige aufeinander zulaufende Begrenzungsflächen (Fig. 4) definiert, wobei die Begrenzungsflächen in einer Körperkante enden.

Das Ultraschallfügen bietet den Vorteil, dass sich dreidimensionale Fügenähte bei kurzen Schweißzyklen realisieren lassen, eine Nachbearbeitung der Fügenähte nicht notwendig ist und im Vergleich zu dem aus dem Stand der Technik bekannten, anderen thermischen Fügeverfahren nur einen Bruchteil der Energie benötigt.

Fig. 7 zeigt einen vergrößerten Abschnitt des Basiselementes 2 mit der Verbindungsvorrichtung 6 für einen nicht dargestellten Gangstellerkolben. Die Verbindungsvorrichtung 6 umfasst eine in das offene Ende des Basiselementes 2 eingesteckte und mit diesem fest verbundene Scheibe 40. Das Basiselement 2 und die Scheibe 40 sind nach dieser Ausführung über durch Strahlschweißen, insbesondere Elektronenstrahlschweißen oder Laserschweißen, hergestellte Fügenähte 41 fest miteinander verbunden. Die Fügenähte 41

N2010/25700



- 16 -

bilden eine stoffflüssige Fügeverbindung. Die beschriebenen Fügenähte können alternativ zu den Schweißnähten auch durch Klebe- oder Lötnehte gebildet sein.

Die Scheibe 40 bildet einen Gewindeabschnitt 42 aus, mit welchem der Gangstellerkolben verbindbar ist.

Andererseits ist es auch möglich, dass die Verbindungsvorrichtung 6 in einem Stanz- und/oder Umformprozess einteilig mit dem Basiselement 2 hergestellt wird.

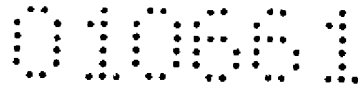
Wie in Fig. 3 eingetragen, kann das Basiselement 2 in seiner Wandung mit einer oder mehreren Durchstellung(en) 43 zum Ableiten von Öl ausgestattet werden. Die Durchstellung 43 ist an der Unterseite des Basiselementes 2 in einer mittig zwischen den Schaltwangen 8a, 8b in Richtung der Schaltachse 7 verlaufenden Längsebene der Schaltvorrichtung 1 ausgebildet. Nach gezeigter Ausführung ist das Basiselement 2 mit drei Durchstellungen 43 versehen, die jeweils einen Durchmesser von etwa 1 mm bis 2 mm aufweisen. Die Durchstellungen 43 sind an der Unterseite des Basiselementes 2 in der Längsebene der Schaltvorrichtung 1 hintereinander ausgebildet.

Diese Durchstellung 43 wird bei Schaltvorrichtungen 1 vorgesehen, welche in einem automatisierten Schaltgetriebe bzw. Doppelkupplungsgetriebe eines Kraftfahrzeuges verwendet werden kann. Derartige Schaltgetriebe benötigen eine Regelung, mit der ein Schaltvorgang zwischen den Gangstufen überwacht wird. So ist es mitunter auch erforderlich, dass die Schaltbewegung der Schaltvorrichtungen über entsprechende Sensorik und Aktoren überwacht und ausgeführt wird, wobei die Aktoren durch von der Regelung berechnete Steuersignale beaufschlagt werden. Um ein „Schwingungsverhalten“ der Regelung zu vermeiden, sollen Störgrößen schon durch die konstruktive Ausgestaltung der Schaltvorrichtungen von vornherein ausgeschaltet werden.

Eine solche Störgröße besteht, wenn das Basiselement 2 durch einen unkontrollierten Öleintritt über dessen offene Enden zu den Schaltvorgängen eine unterschiedliche Massenträgheit aufweist.

Um diesem Nachteil zu beseitigen, ist es aus dem Stand der Technik bekannt, dass das Basiselement 2, welches als Rohrprofil ausgebildet ist, an seinen offenen Enden mit Dichtelementen (öl)dicht verschlossen wird, was sehr aufwendig ist und umfangreiche Qualitätsprüfungen (Dichtheitsprüfungen) erfordert.

N2010/25700



Gemäß einer Ausführung der Erfindung wird eine alternative konstruktive Lösung zu den Dichtelementen vorgeschlagen, welche kostengünstig und einfach realisiert werden kann.

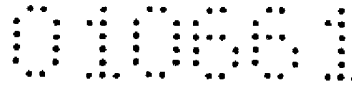
Die hierfür vorgesehene Durchstellung 43 ermöglicht nun, dass das Basiselement 2 an den offenen Enden nicht abgedichtet werden muss, sondern das über zumindest eines der offenen Enden in das Basiselement 2 eintretende Öl im Getriebegehäuse abgeleitet wird und damit keine Änderung der Massenträgheit eintritt.

Eine besonders einfache Herstellung der Schaltvorrichtung 1 kann auch dadurch erreicht werden, wenn in einer automatisierten Fügeanlage die Fügevorrichtung, insbesondere die Laserstrahl- oder Elektronenstrahlschweißvorrichtung, einerseits zum Herstellen der Fügenähte 28, 41 und andererseits zum Herstellen der Durchstellung 43 verwendet wird. Zum Herstellen der Durchstellung 43 wird der Energiestrahle von der Fügevorrichtung auf das Basiselement 2 gerichtet und die Energiedichte so gesteuert, dass in dem Basiselement 2 die Durchstellung(en) 43 herausgeschnitten wird. Eine spanabhebende Bearbeitung des Basiselementes 2 zur Herstellung der Durchstellung(en) 43 ist somit nicht erforderlich. Die Position der Durchstellung(en) 43 wird durch Regelung des Stellantriebes für die Fügevorrichtung exakt erreicht.

Ferner bildet das Basiselement 2 in Montagebereichen 44 für die Führungselemente 4, 5 jeweils eine in einem bevorzugt spanlos oder gegebenenfalls spanabhebenden Fertigungsverfahren hergestellte Fügestelle 45 aus. Die Fügestelle 45 ist nach gezeigter Ausführung durch eine Vertiefung gebildet, die durch eine Begrenzungsfläche begrenzt ist. Die Fügestelle 45 kann auch mehrere Vertiefungen ausbilden, welche über einen Flächenabschnitt des Basiselementes 2 verteilt sind.

So kann die Vertiefung der Fügestelle 45 nach einer ersten Ausführung durch eine einzige über den Umfang des Basiselementes 2 umlaufende Nut gebildet sein, die durch eine konkave Begrenzungsfläche begrenzt ist und deren Tiefe maximal 3 mm beträgt, insbesondere zwischen 0,5 mm und 2,5 mm, beispielsweise 2 mm. Nach gezeigter Ausführung beträgt die Tiefe etwa der halben Wandstärke des Basiselementes 2. Eine Breite der Nut beträgt maximal 3 mm, insbesondere zwischen 0,5 mm und 2,5 mm, beispielsweise 2 mm. Die Vertiefung wird vorzugsweise spanlos hergestellt, beispielsweise durch Rollieren.

Sind gemäß einer zweiten Ausführung über einen Flächenabschnitt des Basiselementes 2 mehrere Vertiefungen an der Fügestelle 45 vorgesehen, sind diese durch Riefen bzw. Rillen gebildet, die jeweils durch eine konkave Begrenzungsfläche begrenzt sind und de-



- 18 -

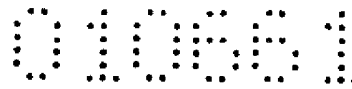
ren Tiefe jeweils maximal 2 mm beträgt, insbesondere zwischen 0,1 mm und 1,5 mm, beispielsweise 0,2 mm. Eine Breite der Riefe bzw. Rille beträgt maximal 2 mm, insbesondere zwischen 0,1 mm und 1 mm, beispielsweise 0,2 mm. Die Vertiefungen werden vorzugsweise spanlos hergestellt, beispielsweise durch Rollieren.

Auch wenn nach diesen Ausführungen die Vertiefung(en) durchgehend über den gesamten Umfang des Basiselementes 2 verläuft, ist es genauso gut möglich, dass an der Fügestelle 45 in Umfangsrichtung mehrere voneinander getrennt hergestellte nutartige Vertiefungen ausgebildet sind, welche sich jeweils nur über einen Umfangsabschnitt erstrecken.

Gemäß diesen Wertebereichen kann mit dem beschriebenen thermischen Fügeverfahren das zur Herstellung der Fügenaht 70 aufzuschmelzende Kunststoffvolumen innerhalb kurzer Zeit plastifiziert werden, sodass die Fügeverbindung kostengünstig hergestellt werden kann.

Nach einer dritten Ausführung ist es auch möglich, dass die Fügestelle 45 über einen Flächenabschnitt an der Oberfläche des Basiselementes 2 ein Oberflächenprofil (Begrenzungsfläche) aufweist. Das Oberflächenprofil ist durch über den Flächenabschnitt regelmäßig oder unregelmäßig verteilte, wiederkehrende Profilspitzen und Profiltälern gebildet. Die Profiltäler bilden jeweils eine Vertiefung, welche durch die Profilspitzen voneinander getrennt oder aber auch miteinander verbunden sein können. Das Oberflächenprofil wird durch Umformen des Materials oder Abtragen des Materials im Flächenabschnitt hergestellt. Beispielsweise ist das Oberflächenprofil eine Verzahnung mit parallel, schräg oder senkrecht zur Längsachse des Basiselementes 2 verlaufenden Zähnen, wobei die Zahnflanken benachbarter Zähne Profiltäler begrenzen. Eine Zahnhöhe bzw. Tiefe der Profiltäler beträgt maximal 2 mm, insbesondere zwischen 0,1 mm und 1 mm, beispielsweise 0,2 mm. Eine maximale Lückenweite (Breite) zwischen den Zahnflanken benachbarter Zähne beträgt maximal 20 mm, insbesondere zwischen 0,1 mm und 10 mm, beispielsweise 1 mm. Andererseits kann das Oberflächenprofil alleinig durch die Rauigkeit des Flächenabschnittes an der Oberfläche des Basiselementes 2 gebildet sein. Der Mittenrauwert Ra ist größer 50 µm, insbesondere zwischen 70 µm und 100 µm. Ist das Oberflächenprofil bereits durch die Materialoberfläche, mit der das Basiselement 2 hergestellt wird, realisiert, ist ein zusätzlicher Bearbeitungsschritt zur Herstellung des Oberflächenprofils nicht erforderlich.

N2010/25700



- 19 -

Die dritte Ausführung kann insbesondere bei dünnwandigem Basiselement 2 angewendet werden. Zudem wird durch die Vielzahl von Vertiefungen eine zuverlässige Verankerung des Führungselementes 4, 5 am Basiselement 2 erreicht.

Wie sich aus obigen Ausführungen ableiten lässt, kann die zumindest eine Vertiefung an der Fügestelle 45 mit einer Tiefe zwischen 0,1 mm und 3 mm und einer Breite zwischen 0,1 mm und 20 mm ausgeführt werden.

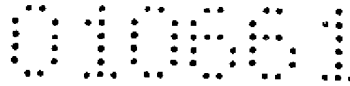
In den Fig. 8 und 9 ist das Führungselement 4, 5 in unterschiedlichen Ansichten gezeigt. Das Führungselement 4 ist aus Kunststoff, insbesondere thermoplastischen Kunststoff, vorzugsweise im Spritzgießverfahren einteilig hergestellt und umfasst einen Hülsekörper 46, einen hohlzylindrischen Befestigungsabschnitt 47 sowie eine sich durch dieses hindurch erstreckende Aufnahmeöffnung 48. Das Führungselement 4 kann gegebenenfalls auch einen Boden aufweisen, welcher die Aufnahmeöffnung 48 verschließt, wie dies jedoch nicht dargestellt ist. Das Führungselement 4, 5 kann alternativ auch aus einem Verbundwerkstoff aus Metall und Kunststoff hergestellt werden, wobei dann zumindest der Befestigungsabschnitt 47 aus Kunststoff besteht.

Der Hülsekörper 46 ist einerseits an seiner inneren Umfangsfläche mit in axialer Richtung verlaufenden, diametral gegenüberliegenden und in die Aufnahmeöffnung 48 vorragenden Führungsvorsprüngen 49 und andererseits an seiner äußeren Umfangsfläche mit in axialer Richtung verlaufenden, diametral gegenüberliegenden Nuten 50 zur Aufnahme von Öl versehen. Die Führungsvorsprünge 49 erstrecken sich nach gezeigter Ausführung über eine Teillänge des Führungselementes 4. Bevorzugt erstrecken sich die Führungsvorsprünge 49 zumindest über die Axiallänge des Hülsekörpers 46. Zwischen den in Richtung der Längsachse des Führungselementes 4 parallel verlaufenden Führungsvorsprüngen 49 ist jeweils ein Strömungskanal ausgebildet, über welchen bei der Herstellung der noch näher zu beschreibenden Fügeverbindung die zwischen dem Befestigungsabschnitt 47 und dem Hilfswerkzeug 57 eingeschlossene Luft oder der beim Fügen entstehende Dampf entweichen kann.

Das Führungselement 4 stützt sich im montierten Zustand mit den Führungsvorsprüngen 49 an der Umfangsfläche des Basiselementes 2 ab, wie in Fig. 10d ersichtlich.

Der Befestigungsabschnitt 47 weist einen durch Wärmeeintrag in einem thermischen Fügeverfahren aufschmelzbaren bzw. plastisch verformbaren Materialbereich 53 auf. Der Materialbereich 53 ist am freien Ende des Befestigungsabschnittes 47 ausgebildet.

N2010/25700



- 20 -

Mittels eines Energierichtungsgebers 51 wird eine gezielte wie auch konzentrierte Energieeinleitung auf den aufschmelzbaren Materialbereich 53 erreicht, sodass die Fügezeit gering gehalten werden kann. Der Befestigungsabschnitt 47 umfasst den Energierichtungsgeber 51, der konzentrisch zur Längsachse des Führungselementes 4 ausgebildet ist und sich über eine Teillänge des Befestigungsabschnittes 47 erstreckt. Nach diesem Ausführungsbeispiel ist der Energierichtungsgeber 38 durch spitzwinkelige aufeinander zulaufende Begrenzungsflächen definiert, wobei die Begrenzungsflächen in einer Körperkante enden.

Wie in Fig. 9 ersichtlich, kann der Befestigungsabschnitt 47 zwischen dem Hülsenkörper 46 und dem Materialbereich 53 auch einen konzentrisch zur Längsachse des Führungselementes 4 verlaufenden Bund 52 umfassen.

Das Führungselement 5 entspricht vom konstruktiven Aufbau dem beschriebenen Führungselement 4.

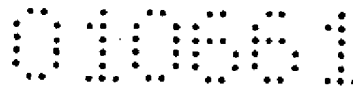
Die Fig. 10a bis 10d zeigen das Verfahren zur Herstellung einer Fügeverbindung zwischen dem in den Fig. 9 gezeigten Führungselement 4 und dem in Fig. 3 gezeigten Basiselement 2 in aufeinander folgenden Verfahrensschritten.

Die Fügeverbindung wird in einer vollautomatisierten oder teilautomatisierten (nicht dargestellten) Fügestation hergestellt. Hierzu wird in der Fügestation vorerst das vorgefertigte Führungselement 4 auf das Basiselement 2 aufgeschoben (Fig. 10a) und am Basiselement 2 befestigt, in dem im Montagebereich 44 zwischen dem Führungselement 4 und dem Basiselement 2 durch Umformen des Materialbereiches 53 mit einem thermischen Fügeverfahren eine Formschlussverbindung, insbesondere Bördelnaht, hergestellt wird (Fig. 10d).

Nach dem erfindungsgemäßen Verfahren wird das Basiselement 2 als auch das Führungselement 4 auf deren Endmaße vorgefertigt und als einzelne Bauteile in der Fügestation bereitgestellt. Noch bevor das Basiselement 2 und das Führungselement 4 in der Fügestation gefügt werden, müssen diese in deren Lage so zueinander ausgerichtet werden, dass eine Längsachse 54 des Basiselementes 2 und eine Längsachse 55 des Führungselementes 4 fluchtend verlaufen.

Hierzu wird das Basiselement 2 und das Führungselement 4 in einer ersten Fügstufe der Fügestation an (nicht gezeigten) Positioniervorrichtungen jeweils in eine zum Vorfügen

N2010/25700



- 21 -

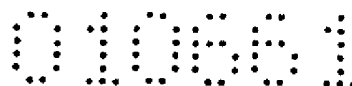
benötigte Fügeposition verbracht. Danach werden durch eine Relativbewegung das Basiselement 2 und das Führungselement 4 miteinander vorgefügt (Fig. 10a), indem das Basiselement 2 und das Führungselement 4 in einer parallel zu den Längsachsen 54, 55 verlaufenden Fügerichtung 56 aufeinander zu bewegt und dabei das Führungselement 4 vorzugsweise unter Krafteinwirkung auf das Basiselement 2 aufgeschoben wird.

Nach gezeigter Ausführung wird das Basiselement 2 an der Positioniervorrichtung in seiner Fügeposition gehalten, während das Führungselement 4 über ein (nicht dargestelltes) Fügewerkzeug, insbesondere einen Pressenstempel, unter Krafteinwirkung auf das Ende des Basiselementes 2 aufgedrückt wird.

Während dem Fügevorgang berühren sich die Führungsflächen der Führungsvorsprünge 49 und die Umfangsfläche des Basiselementes 2, sodass das Basiselement 2 und das Führungselement 4 im Wesentlichen spielfrei vorgefügt werden. Das Führungselement 4 wird durch das Fügewerkzeug mit einer Fügekraft auf das Ende des Basiselementes 2 aufgedrückt, die sich durch die Reibung zwischen den sich miteinander berührenden Führungs- und Umfangsflächen einstellt.

Danach wird in einer zweiten Fügestufe der Fügestation das Führungselement 4 durch Ultraschallfügen dauerhaft mit dem Basiselement 2 verbunden. Hierzu wird vorerst ein Hilfswerkzeug 57 in den Montagebereich 44 in eine Arbeitsstellung bewegt. Das Hilfswerkzeug 57 weist eine Aufnahmeöffnung 60 und einen in der Seitenfläche 61 vertieft ausgebildeten Formhohlraum 62 auf, wobei die Aufnahmeöffnung 60 im Durchmesser durch eine Mantelfläche 63 begrenzt ist. Der Durchmesser der Aufnahmeöffnung 60 ist geringfügig größer bemessen als ein Außendurchmesser des Basiselementes 2. Der Formhohlraum 62 bildet in Tiefenrichtung zwischen der Seitenfläche 61 und der Mantelfläche 63 eine Formkontur 64 aus, welche der Herstellung der Fügeverbindung zwischen dem Basiselement 2 und dem Führungselement 4 dient. Der Formhohlraum 62 ist durch eine in Richtung der Längsachse des Hilfswerkzeuges 57 axial verlaufende Formwand 65 und eine radial zur Längsachse des Hilfswerkzeuges 57 verlaufende Formwand 66 begrenzt. Die Formwände 65, 66 bilden die Formkontur 64 und begrenzen einen Füllraum. Zusätzlich kann das Hilfswerkzeug 57 zwischen der Seitenfläche 61 und dem Formhohlraum 62 eine um die Längsachse des Hilfswerkzeuges 57 konzentrisch verlaufende und in der Seitenfläche 61 vertieft ausgebildete Ausnehmung 67 zur Aufnahme des Bundes 52 ausbilden. Das Hilfswerkzeug 57 kann einteilig oder durch mehrere radial zur Längsachse 54 des Basiselementes 2 verstellbare Segmente gebildet sein.

N2010/25700

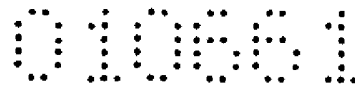


Das Hilfswerkzeug 57 ist nach einer bevorzugten Ausführung auf einer (nicht dargestellten) elektronisch geregelten Antriebseinheit gelagert, welche zumindest einen elektrischen Antrieb, insbesondere stufenlos steuerbaren Servomotor, aufweist. Der Antrieb ist an eine elektronische Steuerung angeschlossen, welche ihrerseits eine elektronische Auswerteeinheit, insbesondere einen Regler, aufweist. Diese kann eine Fügekraft und/oder einen Verfahrweg des Hilfswerkzeuges 57 auswerten. Hierzu wird das ausgeübte Drehmoment bzw. der Motorstrom des stufenlos steuerbaren Elektromotors erfasst und der Istwert der Fügekraft und/oder Istwert des Verfahrweges des Hilfswerkzeuges 57 ermittelt. Der Verfahrweg des Hilfswerkzeuges 57 wird über ein (nicht dargestelltes) Wegmesssystem ermittelt. In der Auswerteeinheit wird ein Soll-Ist-Vergleich der Fügekraft und/oder des Verfahrweges durchgeführt.

In der Arbeitsstellung (Fig. 10, 10c) ist das Hilfswerkzeug 57 mit dem Formhohlraum 62 koaxial zur Fügestelle 45 positioniert und umschließt mit deren Formkontur 64 den an die Fügestelle 45 angrenzenden Umfangsabschnitt des Basiselementes 2. Dabei kann das Hilfswerkzeug 57 das Basiselement 2 in Umfangsrichtung nur über einen Umfangsabschnitt oder vollständig umschließen.

Um eine exakte Positionierung der Formkontur 64 relativ zur Fügestelle 45 zu erreichen, erweist es sich von Vorteil, wenn die Positionslage der Fügestelle 45 ermittelt und die Arbeitsstellung des Hilfswerkzeuges 57 von der Steuerung durch die Ist-Positionslage der Fügestelle 45 festgelegt wird. Die Ist-Positionslage kann nach einer Ausführung über ein (nicht dargestelltes) Messsystem, beispielsweise durch einen Messtaster oder ein optoelektronisches Messsystem, insbesondere Laser- oder Infrarotmesssystem oder Triangulationssensor und dgl., oder durch ein Ultraschallmesssystem, ermittelt werden.

Andererseits ist es auch möglich, dass das Basiselement 2 mit einer der Stirnseite gegen eine Referenzfläche in der Fügestation, beispielsweise an einer Spanneinheit, positioniert und die Positionslage der Fügestelle 45 von einer Steuerung als Festwert festgelegt wird. Nachdem der Festwert und die Ist-Positionslage aufgrund der üblichen Herstelltoleranzen des Basiselementes 2 geringfügig voneinander abweichen können, ist es nun vorgesehen, dass der Regler mit einem Korrekturwert beaufschlagt und das Hilfswerkzeug 57 in eine von der Steuerung festgelegte Arbeitsstellung bewegt wird. So kann die korrigierte Arbeitsstellung des Hilfswerkzeuges 57 aus der Differenz zwischen dem Festwert für die Positionslage der Fügestelle 45 und einem relativ zur Fügestelle 45 in axialer Richtung festgelegten Versatzmaß berechnet werden. Das Versatzmaß ist dabei größer als die



- 23 -

Bandbreite jener Herstelltoleranzen des Basiselementes 2, welche in axialer Richtung zu einer Abweichung zwischen dem Festwert für die Positionslage und die Ist-Positionslage führt. Mit anderen Worten, wirken sich die Herstelltoleranzen an der Stirnseite und/oder der Fügestelle 45 des Basiselementes 2 auf die Positionslage der Fügestelle 45 aus.

So kann das Versatzmaß relativ zur Fügestelle 45 in axialer Richtung des Basiselementes 2 beispielsweise zwischen 1 mm und 6 mm, insbesondere zwischen 2 mm und 4 mm betragen. Das Versatzmaß wird abhängig von dem Materialvolumen, welches durch Wärmeeintrag vom Befestigungsabschnitt 47 abgeschmolzen wird und den Formhohlraum 62 füllt, variieren. Daher kann das Versatzmaß mit zunehmenden Füllvolumen des Formhohlraumes 62 vergrößert werden.

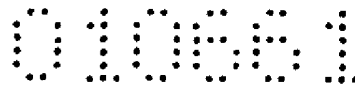
Die beschriebene Ausführung hat den Vorteil, dass der messtechnische Aufwand entfällt und damit die Fügestation einfach aufgebaut werden kann.

Wurde nun das Hilfswerkzeug 57 in die Arbeitsstellung positioniert, wird in der zweiten Fügestufe das Basiselement 2 mit dem Führungselement 4 und das Fügewerkzeug 58, insbesondere eine Sonotrode in einer parallel zu den Längsachsen 54, 55 verlaufenden Fügerichtung 59 relativ zueinander verstellt und dabei das Führungselement 4 auf dem Basiselement 2 in den Montagebereich 44 bewegt, wie in Fig. 10b eingetragen.

Das Fügewerkzeug 58 ist nach einer bevorzugten Ausführung auf einer (nicht dargestellten) elektronisch geregelten Antriebseinheit gelagert, welche zumindest einen elektrischen Antrieb, insbesondere stufenlos steuerbaren Servomotor, aufweist. Der Antrieb ist an eine elektronische Steuerung angeschlossen, welche ihrerseits eine elektronische Auswerteeinheit, insbesondere einen Regler, aufweist. Diese kann eine Fügekraft und/oder einen Verfahrweg des Fügewerkzeuges 58 auswerten. Hierzu wird das ausgeübte Drehmoment bzw. der Motorstrom des stufenlos steuerbaren Elektromotors erfasst und der Istwert der Fügekraft und/oder Istwert des Verfahrweges des Fügewerkzeuges 58 ermittelt. Der Verfahrweg des Fügewerkzeuges 58 wird über ein (nicht dargestelltes) Wegmesssystem ermittelt. In der Auswerteeinheit wird ein Soll-Ist-Vergleich der Fügekraft und/oder des Verfahrweges durchgeführt.

Vorzugsweise wird das Führungselement 4 am Montagebereich 44 derart positioniert, dass eine Stirnkante 68 (Fig. 9), welche dem in die Arbeitsstellung positionierten Hilfswerkzeug 57 zugewandt ist, gegen die radiale Formwand 66 aufläuft. Durch Auswertung der Fügekraft und/oder des Verfahrweges des Fügewerkzeuges 58 kann ein Startzeit-

N2010/25700



- 24 -

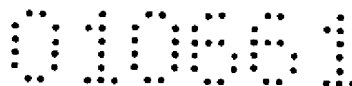
punkt für den Beginn des Fügevorganges von der Steuerung festgelegt werden. Beispielsweise wird ein Grenzwert für die Fügekraft und/oder den Verfahrensweg von der Steuerung festgelegt. Erreicht der Istwert der Fügekraft und/oder Istwert des Verfahrensweges den Grenzwert, wird von der Steuerung ein Steuersignal erzeugt, welches der Antriebseinheit für das Fügewerkzeug 58 aufgeprägt und der Fügevorgang gestartet wird.

Während dem Fügevorgang durch das Fügewerkzeug 58 im Befestigungsabschnitt 47 Wärme erzeugt, so dass das Kunststoffmaterial des Materialbereiches 53 zu schmelzen beginnt. Es wird solange Wärme zugeführt und Kunststoffmaterial abgeschmolzen, bis der Füllraum der Fügestelle 45 und der Formhohlraum 62 des Hilfswerkzeuges 57 mit der Kunststoffschmelze vollständig ausgefüllt sind, wie in Fig. 10c gezeigt. Es entsteht somit eine Bördelnaht, die durch thermische Umformung erzeugt wird. Die Schmelze kann bei Materialüberschuss gegebenenfalls bis in die an den Formhohlraum 62 angrenzende Ausnehmung 67 fließen. Durch die fortwährende Relativbewegung zwischen dem Basiselement 2 und dem Führungselement 4 wird das abgeschmolzene Material in die Füllräume mit Druck eingepresst. Das Hilfswerkzeug 57 wird während dem Fügevorgang vorzugsweise nicht bewegt und in der Arbeitsstellung gehalten.

Befindet sich das Führungselement 4 in seiner in Fig. 10c gezeigten, endgültigen Montageposition relativ zur Fügerichtung 59, wird der Wärmeeintrag beendet und das flüssige (teigige) Kunststoffmaterial erstarrt im Füllraum und Formhohlraum 62. Das Basiselement 2 und das Führungselement 4 werden dabei in ihren Fügepositionen relativ zur Fügerichtung 59 positionsgenau gehalten und kühlt das geschmolzene Material unter Krafteinwirkung durch das Fügewerkzeug 58 ab. Die Montageposition für das Führungselement 4 ergibt sich dabei vorzugsweise aus der Auswertung der Fügekraft und/oder des Verfahrensweges des Fügewerkzeuges 58. Wurde beispielsweise das Fügewerkzeug 58 bis zu einem von der Steuerung festgelegten Grenzwert für den Verfahrensweg verstellt, befindet sich das Führungselement 4 in seiner Soll-Montageposition, und wird die Relativbewegung zwischen dem Basiselement 2 und dem Führungselement 4 gestoppt.

Nach dem Aushärten des aufgeschmolzenen Kunststoffmaterials wird das Hilfswerkzeug 57 wieder aus dem Montagebereich 44 wegbewegt. Es entsteht eine am Außenumfang des Basiselementes 2 vorspringende bundartige Fügenaht 70 (Bördelnaht), deren Innenabmessung kleiner bemessen ist als die Außenabmessung des Basiselementes 2. Wie in Fig. 10d gezeigt, sind das Basiselement 2 und das Führungselement 4 über eine Formschlussverbindung dauerhaft miteinander verbunden.

N2010/25700



- 25 -

Nach einer bevorzugten Ausführung wird das Basiselement 2 an der (nicht dargestellten) Positioniervorrichtung in seiner Fügeposition gehalten, während das Führungselement 4 über das schematisch dargestellte Fügewerkzeug 58 (Sonotrode) unter Kraft- und Wärmeeinwirkung auf das Basiselement 2 aufgeschoben wird. Während dem Füge- und Fügevorgang berühren sich die jeweils einander gegenüberliegenden Führungsflächen der Führungsvorsprünge 49 und die Umfangsfläche des Basiselementes 2, sodass das Basiselement 2 und das Führungselement 4 im Wesentlichen spielfrei zueinander geführt sind. Das Führungselement 4 wird durch das Fügewerkzeug 58 mit einer Fügekraft auf das Basiselement 2 aufgedrückt, die sich durch die Reibung zwischen den Führungsvorsprüngen 49 und der Umfangsfläche des Basiselementes 2 und die vom Schmelzebad auf das Führungselement 4 entgegen der Fügerichtung 59 resultierenden Gegenkraft einstellt.

Durch Auswertung der Fügekraft und/oder des Verfahrensweges kann eine Qualitätskontrolle erfolgen, insbesondere die Maßgenauigkeit des Basiselementes 2 und Führungselementes 4 festgestellt und der Fügevorgang, beispielsweise das Aufschmelzen des Materialbereiches oder das Ende des Fügevorganges überwacht werden. So wird beim Aufschieben des Führungselementes 4 auf das Basiselement 2 die Fügekraft überwacht.

Wird beispielsweise ein Materialbereich nicht ordnungsgemäß abgeschmolzen, wird dies durch Ermittlung der Fügekraft und dem in der Auswerteeinheit vollzogenen Soll-Ist-Wert-Vergleich der Fügekraft erfasst und das Basiselement 2 mit dem Führungselement 4 aus dem Produktionsprozess durch eine von der Auswerteeinheit angesteuerte Ausschleusvorrichtung als Ausschussteil(e) ausgeschleust.

Über den Verfahrensweg des Fügewerkzeuges 58 kann die Montageposition des Führungselementes 4 beim Aufschieben auf das Basiselement 2 überwacht werden. Das Führungselement 4 wird dabei soweit in Fügerichtung 59 auf das Basiselement 2 aufgeschoben, bis der Ist-Wert einen Soll-Wert (Grenzwert) erreicht. Erfolgt die Auswertung der Montageposition über die Fügekraft, wird die Soll-Montageposition durch Auswertung des Kraftanstieges beim Anlaufen der Stirnkante 68 an der Formwand 66 eruiert.

Das Führungselement 4 kann in Fügerichtung 59 maximal soweit auf das Basiselement 2 aufgeschoben werden, bis der Bund 52 gegen den Boden der Ausnehmung 67 anstößt. Wird nun die Fügekraft ausgewertet, kann durch den starken Kraftanstieg nach dem Anstoßen des Bundes 52 gegen den Boden von der Steuerung erkannt werden, dass bei-

N2010/25700



- 26 -

spielsweise die Arbeitsstellung des Hilfswerkzeuges 57 relativ zur Fügestelle 45 korrigiert werden muss.

Durch die Auswertung der Fügekraft und des Verfahrensweges kann somit sowohl der ordnungsgemäße Fügevorgang als auch die Montageposition des Führungselementes 4 am Basiselement 2 überwacht werden.

In einer bevorzugten Ausführung erfolgt das Fügen durch Ultraschall, bei dem eine so genannte Sonotrode (Fügewerkzeug) auf die Stirnkante 69 aufgesetzt sowie das Basiselement 2 mit dem Führungselement 4 und die Sonotrode relativ zueinander bewegt werden. Durch die Sonotrode werden im Führungselement 4 die Moleküle in Schwingungen versetzt und durch die innere Reibung Wärme erzeugt und der Materialbereich geschmolzen. Durch die gezielte Energieeinleitung in den Energierichtungsgeber 51, schmilzt im Materialbereich 53 sehr rasch das Kunststoffmaterial an. Es entsteht somit durch thermische Umformung hergestellte plastische Materialverformung.

Auf gleiche Weise wird auch das Basiselement 2 und das vorgefertigte Führungselement 5 miteinander gefügt.

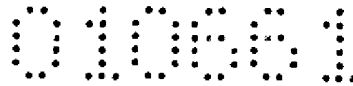
Auch wenn nach den oben beschriebenen Ausführungen die Fügeverbindung zwischen dem Basiselement 2 und dem Führungselement 4, 5 bzw. der Schaltwange 8a, 8b und dem Führungselement 9a, 9b durch Ultraschall hergestellt wird, kann die Fügeverbindung auch durch andere thermisch wirkende Fügeverfahren, die mit Laserlicht, Elektronenstrahl oder Schallwellen mit einer Frequenz kleiner 20 KHz arbeiten, oder durch ein Prägeverfahren unter Temperatureinwirkung zumindest auf den plastisch verformbaren Materialbereich 39, 53 des Führungselementes 4, 5 bzw. 9a, 9b hergestellt werden.

Im nachfolgenden wird das Verfahren zur Herstellung der Schaltvorrichtung 1 beschrieben. Wie oben beschrieben werden vorerst das Basiselement 2, die Schaltwangen 8a, 8b, 8c des Grundkörpers 3, die Führungselemente 4, 5, 9a, 9b vorgefertigt und danach in einer nicht dargestellten Fügeanlage zur Schaltvorrichtung 1 gefügt.

Die Herstellung der Schaltvorrichtung 1 erfolgt in aufeinander folgenden Positionier- und Fügeprozessen.

In einem ersten Positionier- und Fügeprozess wird der Grundkörper 3 und das Basiselement 2 miteinander verbunden. Hierzu werden die erste Schaltwange 8a und zweite Schaltwange 8b (in einer ersten Richtung) in der Querebene der Schaltvorrichtung 1 auf

N2010/25700



- 27 -

ein gefordertes Abstandsmaß (Schaltmaulbreite) zwischen den Führungselementen 9a, 9b und (in einer zweiten Richtung) in der Längsebene der Schaltvorrichtung 1 in eine fluchtende Positionslage relativ zueinander positioniert sowie in deren ausgerichteten Relativpositionen miteinander gefügt. Die Schaltwangen 8a, 8b werden beim Positioniervorgang relativ zum Basiselement 2 mit deren Fügeflächen 13a, 13b gegen die Fügefläche 14 des Basiselementes 2 angelegt, wobei durch die hohe Fertigungsgenauigkeit der Fügeflächen 13a, 13b, 14 auch in einer radialen Richtung zur Längsachse des Basiselementes 2 eine ausreichende Positioniergenauigkeit (in einer dritten Richtung) gegeben ist.

Die Positionierung der Schaltwangen 8a, 8b kann über eine nicht dargestellte Positioniervorrichtung erfolgen, welche motorisch verstellbare Positionierelemente, wie Positionierstifte mit einer zylindrischen Eingriffsfläche oder Positionierstempel mit einer sphärischen Eingriffsfläche, aufweist, die beim Positionier- und Fügeprozess in ein (nicht gezeigtes) Positioniermittel, beispielsweise eine Bohrung im Verbindungsabschnitt 12a, 12b, an den Schaltwangen 8a, 8b eingreifen können.

Sind die vorgefertigten Schaltwangen 8a, 8b in den drei Raumrichtungen und zueinander positioniert, werden die Schaltwangen 8a, 8b über stoffschlüssige Fügeverbindungen, insbesondere die Fügenähte 28 mit dem Basiselement 2 fest verbunden.

In einem zweiten Positionier- und Fügeprozess wird die dritte Schaltwange 8c (in einer ersten Richtung) in der Querebene der Schaltvorrichtung 1 relativ gegenüber dem Basiselement 2 und (in einer zweiten Richtung) in der Längsebene der Schaltvorrichtung 1 in eine fluchtende Positionslage relativ zu den Schaltwangen 8a, 8b positioniert sowie in deren ausgerichteten Relativposition über die Fügenähte 28 mit dem Basiselement 2 gefügt. Die dritte Schaltwange 8c wird beim Positioniervorgang relativ zum Basiselement 2 mit der Fügefläche 13c gegen die Fügefläche 14 des Basiselementes 2 angelegt, wobei durch die hohe Fertigungsgenauigkeit der Fügeflächen 13c, 14 auch in einer radialen Richtung zur Längsachse des Basiselementes 2 eine ausreichende Positioniergenauigkeit (in einer dritten Richtung) gegeben ist.

In einem dritten Positionier- und Fügeprozess wird die Scheibe 40 der Verbindungsvorrichtung 6 in axialer Richtung relativ zum Basiselement 2 positioniert und über die Fügenähte 41 mit dem Basiselement 2 gefügt.

N2010/25700



- 28 -

In einem vierten Positionier- und Fügeprozess werden die Führungselemente 4, 5 in oben beschriebener Weise mit dem Basiselement 2 entweder vor dem oder nach dem Fügen der Schaltwangen 8a, 8b, 8c mit dem Basiselement 2 gefügt.

Die Führungselemente 9a, 9b werden in einem fünften Positionier- und Fügeprozess in oben beschriebener Weise mit den Schaltwangen 8a, 8b entweder vor dem oder nach dem Fügen der Schaltwangen 8a, 8b mit dem Basiselement 2 gefügt.

Natürlich kann die Reihenfolge der Positionier- und Fügeprozesse beliebig gewählt werden.

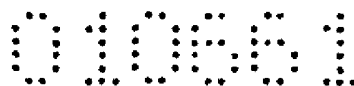
Ein Schaltsystem kann mehrere Schaltvorrichtungen der oben beschriebenen Bauart umfassen, wobei sich die Schaltvorrichtungen nur dadurch unterscheiden, dass die Grundkörper an unterschiedlichen Längspositionen an den Basiselementen befestigt sind und die Basiselemente gegebenenfalls unterschiedliche Axiallängen aufweisen. Die Grundkörper, Basiselemente und Führungselemente können identisch ausgebildet werden. Dadurch müssen nur wenig verschiedene Teile in der Fertigung hergestellt werden, sodass sich die Herstellung gut automatisieren lässt. Ebenso ist eine einfache und kostengünstige Herstellung in der Großserienproduktion möglich. Die Anzahl der Schaltvorrichtungen variiert abhängig von der Anzahl der zu schaltenden Gangstufen.

Bevorzugt werden sämtliche, oben beschriebenen und durch Strahlschweißen realisierten Fügeverbindungen ohne Zusatzwerkstoff hergestellt.

Sämtliche Angaben zu Wertebereichen in gegenständlicher Beschreibung sind so zu verstehen, dass diese beliebige und alle Teilbereiche daraus mit umfassen, z.B. ist die Angabe zwischen 0,5 und 2,5 so zu verstehen, dass sämtliche Teilbereiche, ausgehend von der unteren Grenze 0,5 und der oberen Grenze 2,5 mitumfasst sind, d.h. sämtliche Teilbereich beginnen mit einer unteren Grenze von 0,5 oder größer und enden bei einer oberen Grenze von 2,5 oder weniger, z.B. 0,5 bis 1,7, oder 2 bis 2,5.

Die Ausführungsbeispiele zeigen mögliche Ausführungsvarianten der Schaltvorrichtung 1, wobei an dieser Stelle bemerkt sei, dass die Erfindung nicht auf die speziell dargestellten Ausführungsvarianten derselben eingeschränkt ist, sondern vielmehr auch diverse Kombinationen der einzelnen Ausführungsvarianten untereinander möglich sind und diese Variationsmöglichkeit aufgrund der Lehre zum technischen Handeln durch gegenständliche Erfindung im Können des auf diesem technischen Gebiet tätigen Fachmannes liegt.

N2010/25700

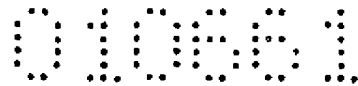


- 29 -

Es sind also auch sämtliche denkbaren Ausführungsvarianten, die durch Kombinationen einzelner Details der dargestellten und beschriebenen Ausführungsvariante möglich sind, vom Schutzzumfang mit umfasst.

Der Ordnung halber sei abschließend darauf hingewiesen, dass zum besseren Verständnis des Aufbaus der Schaltvorrichtung 1 diese bzw. deren Bestandteile teilweise unmaßstäblich und/oder vergrößert und/oder verkleinert dargestellt wurden.

Vor allem können die einzelnen in den Fig. 1 bis 10 gezeigten Ausführungen den Gegenstand von eigenständigen, erfindungsgemäßen Lösungen bilden.



Bezugszeichenaufstellung

1 Schaltvorrichtung	41 Fügenaht
2 Basiselement	42 Gewindeabschnitt
3 Grundkörper	43 Durchstellung
4 Führungselement	44 Montagebereich
5 Führungselement	45 Fügestelle
6 Verbindungsvorrichtung	46 Hülsenkörper
7 Schaltachse	47 Befestigungsabschnitt
8a, 8b, 8c Schaltwange	48 Durchgangsöffnung
9a, 9b, 9c Führungselement	49 Führungsvorsprung
10a, 10b, 10c Montageabschnitt	50 Nut
11a, 11b, 11c Aufnahmeabschnitt	51 Energierichtungsgeber
12a, 12b, 12c Verbindungsabschnitt	52 Bund
13a, 13b, 13c Fügefläche	53 Materialbereich
14 Fügefläche	54 Längsachse
15a, 15b Prägung	55 Längsachse
16a, 16b Haltaufnahme	56 Fügerichtung
17 Höhe	57 Hilfswerkzeug
18 Wandstärke	58 Fügewerkzeug
19 Breite	59 Fügerichtung
20 Breite	60 Aufnahmeöffnung
21a, 21b Erhebung	61 Seitenfläche
22a, 22b Vertiefung	62 Formhohlraum
23 Führungsfläche	63 Mantelfläche
24 Führungsfläche	64 Formkontur
25 Begrenzungsfläche	65 Formwand
26 Öffnung	66 Formwand
27	67 Ausnehmung
28 Fügenaht	68 Stirnkante
29 Seitenwand	69 Stirnkante
30 Seitenwand	70 Fügenaht
31 Sohle	
32 Aufnahmeöffnung	
33 Befestigungsabschnitt	
34 Führungsfläche	
35 Führungsfläche	
36 Führungsfläche	
37 Fügenaht	
38 Energierichtungsgeber	
39 Materialbereich	
40 Scheibe	

N2010/25700

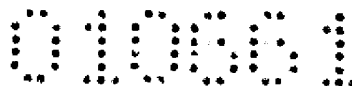
010651

- 1 -

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung einer Fügeverbindung zwischen einem zumindest teilweise aus Kunststoff vorgefertigten Funktionselement (4, 5) und einem Trägerelement (2), insbesondere eines Getriebebauteiles, wie eine Schaltvorrichtung (1), bei dem zumindest ein Funktionselement (4, 5) über eine in diesem ausgebildete Aufnahmeöffnung (48) auf das Trägerelement (2) verbracht und in einem Montagebereich (44) durch thermisches Fügen mit dem Trägerelement (2) fest verbunden wird, dadurch gekennzeichnet, dass beim Herstellen der Fügeverbindung ein Hilfswerkzeug (57) verwendet wird, welches beim Fügevorgang das Trägerelement (2) in Umfangsrichtung umgibt und dabei eine Fügestelle (45) in axialer Richtung des Trägerelementes (2) auf zumindest einer Seite derart begrenzt, dass das beim Fügen vom Funktionselement (4, 5) abgeschmolzene Kunststoffmaterial an der Fügestelle (45) verbleibt.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Funktionselement (4, 5) durch Wärmeeintrag in einem Materialbereich (53) plastisch verformt und an der Fügestelle (45) durch eine Formschlussverbindung am Trägerelement (2) verankert wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass am Trägerelement (2) an der Fügestelle (45) zumindest eine Vertiefung, insbesondere eine Nut, Oberflächenstruktur oder Riefen, vorhanden ist, insbesondere hergestellt wird, welche das beim thermisches Fügen geschmolzene Kunststoffmaterial zumindest teilweise aufnimmt, sodass nach dem Aushärten des Kunststoffmaterials eine Formschlussverbindung, insbesondere eine Bördelnaht, zwischen dem Funktions- und Trägerelement (2, 4, 5) entsteht.
4. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Funktionselement (4, 5) einen Befestigungsabschnitt (33) mit einem Materialbereich (53) aus Kunststoff, insbesondere thermoplastischen Kunststoff, aufweist, welcher durch den Wärmeeintrag beim Fügen geschmolzen wird.

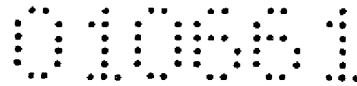
N2010/25700



- 2 -

5. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Funktionselement (4, 5) in einer zur Längserstreckung des Trägerelementes (2) parallel verlaufenden Fügerichtung (56, 59) unter Krafteinwirkung auf den Montagebereich (44) des Trägerelementes (2) geschoben wird.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass während der Relativbewegung zwischen dem Führungselement (4, 5) und dem Trägerelement (2) das Führungselement (4, 5) mit dem Basiselement (2) gefügt wird.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass das Hilfswerkzeug (57) einen Formhohlraum (62) aufweist, mittels welchem eine an der Fügestelle (45) gegenüber dem Trägerelement (2) radial vorspringende Fügenaht (70) hergestellt wird.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass das Hilfswerkzeug (57) in den Montagebereich (44) in eine Arbeitsstellung bewegt wird und dabei der Formhohlraum (62) mit einer Formkontur (64) relativ zur Fügestelle (45) positioniert wird, sodass die Formkontur (64) und eine Begrenzungsfläche der Fügestelle (45) einen Füllraum zur Aufnahme des abgeschmolzenen Kunststoffmaterials begrenzen.
9. Schaltvorrichtung (1) für ein Zahnräderwechselgetriebe, umfassend ein rohrförmiges Basiselement (2) und einen mit diesem über eine stoffschlüssige Fügeverbindung verbundenen Grundkörper (3) zur axialen Verschiebung einer Schiebemuffe, dadurch gekennzeichnet, dass der Grundkörper (3) getrennt voneinander hergestellte Schaltwangen (8a, 8b) aufweist und dass das Basiselement (2) über einen Umfangsabschnitt eine Fügefläche (14) und die Schaltwangen (8a, 8b) jeweils einen sich über einen Umfangsabschnitt des Basiselementes (2) erstreckenden und konkav geformten Montageabschnitt (10a, 10b) ausbilden, wobei die Schaltwangen (8a, 8b) über deren Montageabschnitt (10a, 10b) relativ zur Fügefläche (14) positionierbar und über stoffschlüssige Fügeverbindungen (28) mit dem Basiselement (2) verbunden sind.
10. Schaltvorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass der Montageabschnitt (10a, 10b) auf einer der Fügefläche (14) abgewandten Seitenfläche

N2010/25700



- 3 -

und/oder das Basiselement (2) mit zumindest einer plastischen Materialverformung (15a, 15b), insbesondere Prägung, versehen ist.

11. Schaltvorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass das rohrförmige Basiselement (2) in einem Montagebereich (44) für ein Führungselement (4, 5) mit einer Fügestelle (45), insbesondere einer Vertiefung, ausgestattet ist.

12. Schaltvorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass das rohrförmige Basiselement (2) mit einer Verbindungsvorrichtung (6) für einen Stellantrieb zur Schaltbewegung der Schaltvorrichtung (1) ausgestattet ist.

13. Schaltvorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass das rohrförmige Basiselement (2) in seiner Wandung mit zumindest einer Durchstellung (43) zum Ableiten von Öl ausgestattet ist.

14. Schaltvorrichtung (1) für ein Zahnräderwechselgetriebe, umfassend einen Grundkörper (3) zur axialen Verschiebung einer Schiebemuffe, der zumindest einen Aufnahmeabschnitt (11a, 11b) ausbildet und mit zumindest einem Führungselement (9a, 9b) versehen ist, welches am Aufnahmeabschnitt (11a, 11b) durch eine Fügeverbindung befestigt ist, wobei der Aufnahmeabschnitt (11a, 11b) eine mit dem Grundkörper (3) durch Umformung spanlos hergestellte Halteaufnahme (16a, 16b) aufweist, welche eine gegenüber der Breite (20) des Aufnahmeabschnittes (11a, 11b) geringere Breite (19) und in Verschieberichtung einander gegenüberliegende Führungsflächen (23) ausbildet, dadurch gekennzeichnet, dass ein vorgefertigtes, einteiliges Führungselement (9a, 9b) mit einander gegenüberliegenden Führungswände (29) und einem zwischen diesen angeordneten Befestigungsabschnitt (33) vorgesehen ist, welches in auf dem Aufnahmeabschnitt (11a, 11b) montiertem Zustand mit seinen Führungswandungen (29) gegen die Führungsflächen (23) der Halteaufnahme (16a, 16b) abgestützt und mittels des Befestigungsabschnittes (33) relativ zum Grundkörper (3) gehalten ist, wobei das Führungselement (9a, 9b) durch bereichsweise plastische Verformung des Befestigungsabschnittes (33) mit der Halteaufnahme (16a, 16b) fest verbunden ist.

N2010/25700

010551

- 4 -

15. Schaltvorrichtung nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Halteaufnahme (16a, 16b) eine Durchsetzung ausbildet.

16. Schaltvorrichtung nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass der Befestigungsabschnitt (33) einen durch Wärmeeintrag plastisch verformbaren Materialbereich (39) aufweist, über welchen der Befestigungsabschnitt (33) nach seiner Verformung als Formschlussverbindung an der Halteaufnahme (16a, 16b) verankerbar ist.

17. Schaltvorrichtung nach einem der Ansprüche 14 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass der Befestigungsabschnitt (33) durch eine Öffnung (26) in der Halteaufnahme (16a, 16b) hindurch gesteckt und der aus der Öffnung (26) heraus ragende Materialbereich (39) durch Wärmeeintrag plastisch verformt wird, sodass eine im Aufnahmeabschnitt (11a, 11b) ausgebildete Vertiefung (22a, 22b) mit dem am Befestigungsabschnitt (33) vom Materialbereich (39) abgeschmolzene Material teilweise ausgefüllt wird und der Aufnahmeabschnitt (11a, 11b) hintergriffen ist.

STIWA Holding GmbH

durch



Anwälte Burger & Partner

Rechtsanwalt GmbH

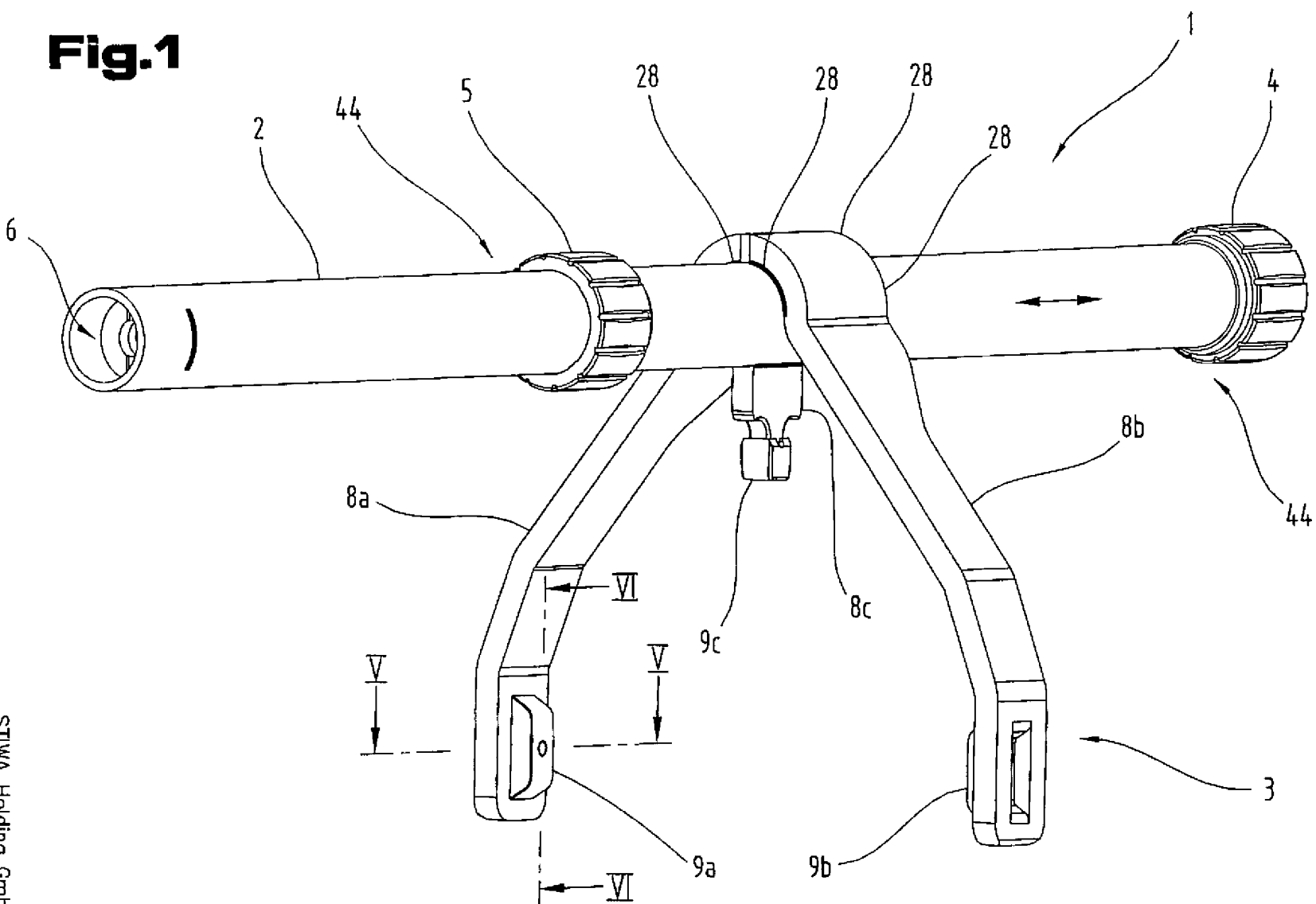
N2010/25700

030501

15:08:34 07-10-2010

40/47

Fig.1



STIWA Holding GmbH

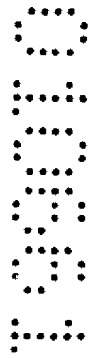


Fig.7

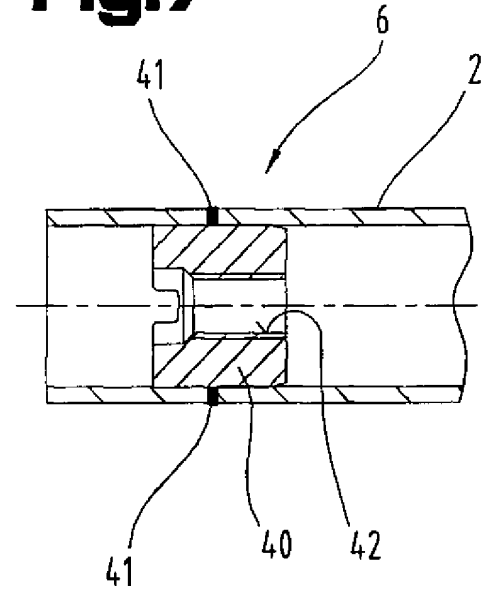
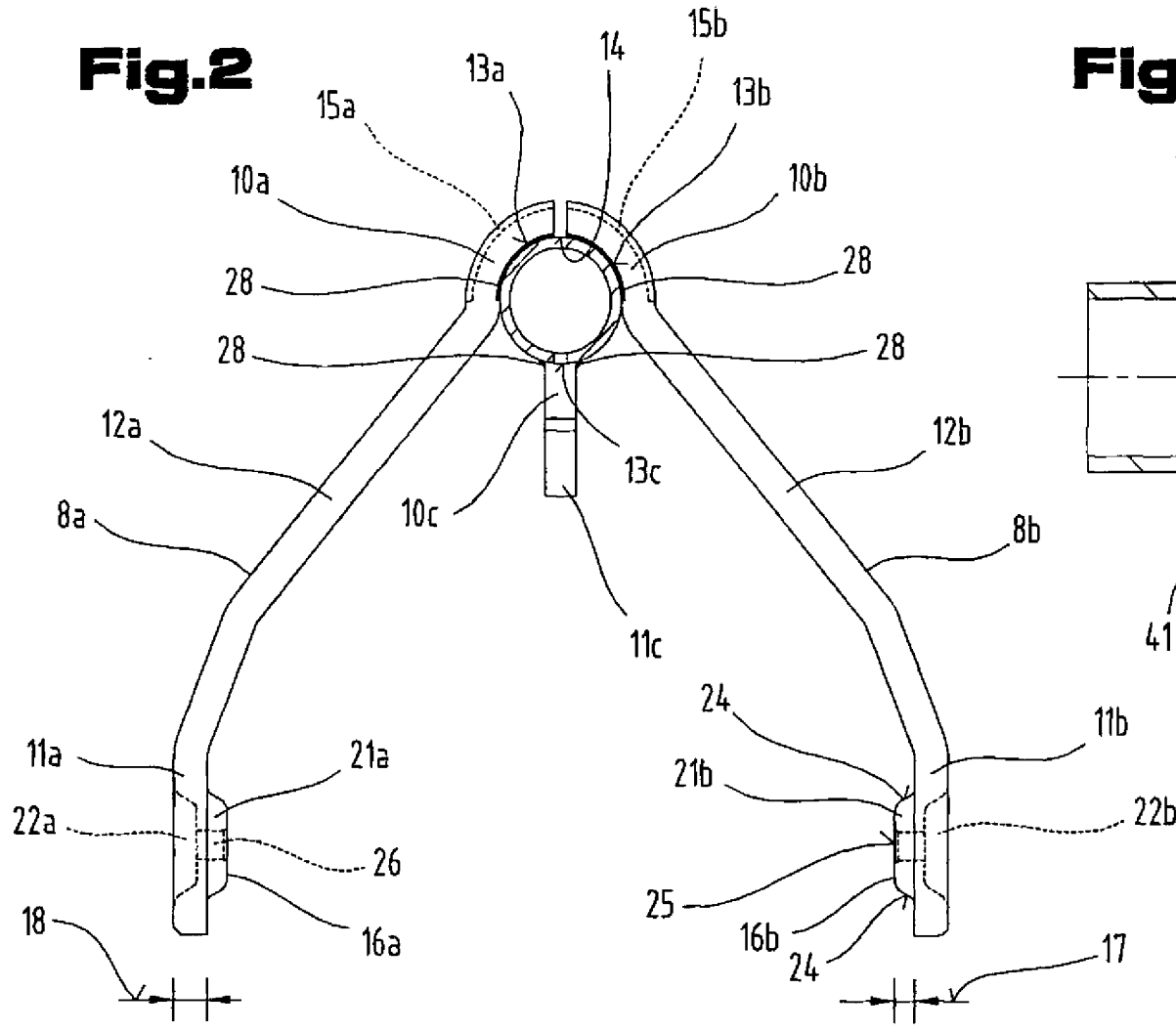


Fig.2



STWA Holding GmbH

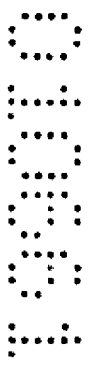


Fig.6

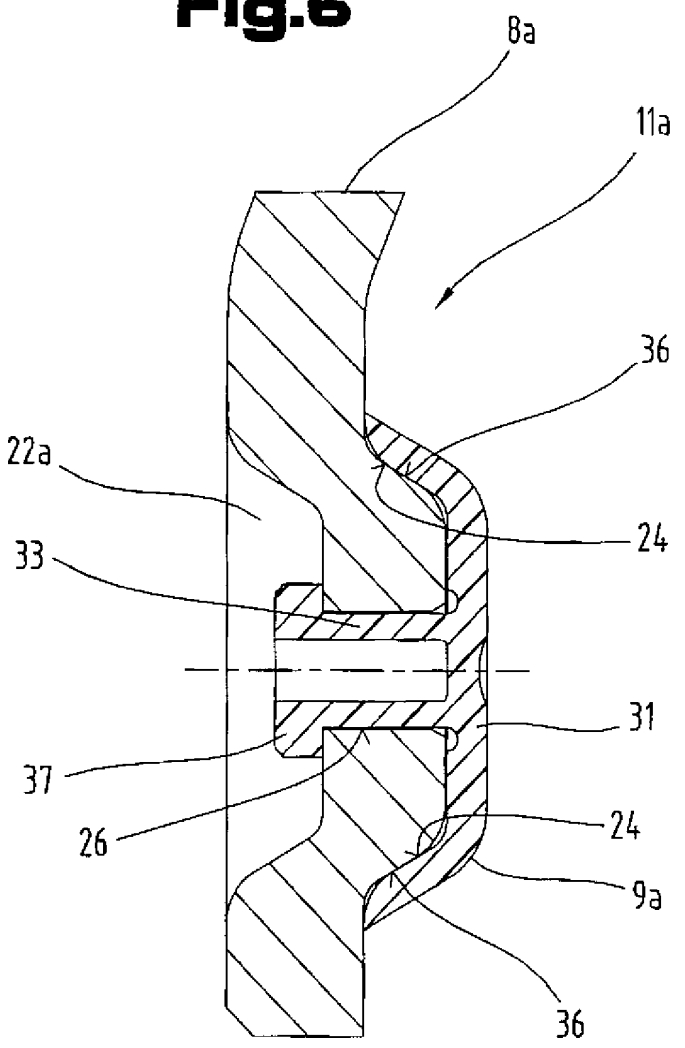


Fig.4

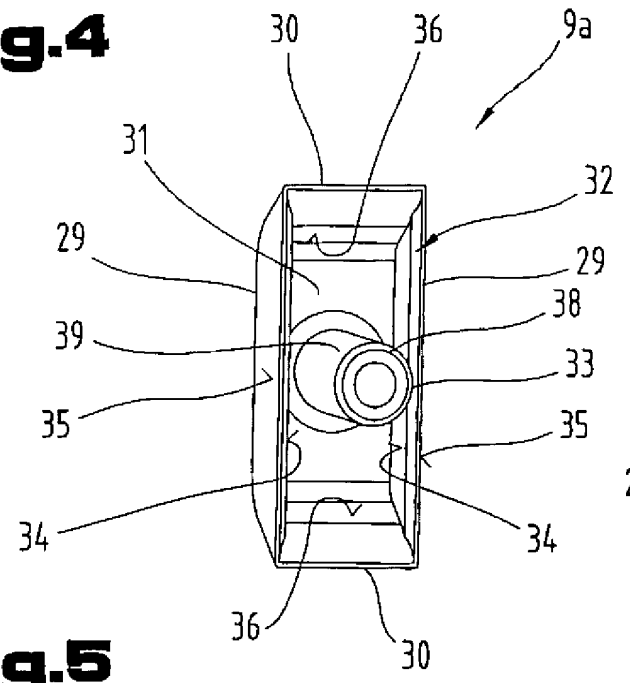
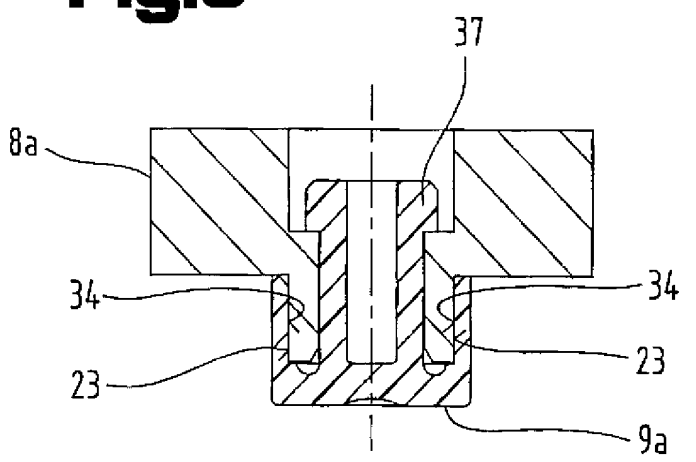


Fig.5



STWA Holding GmbH

000000

Fig.9

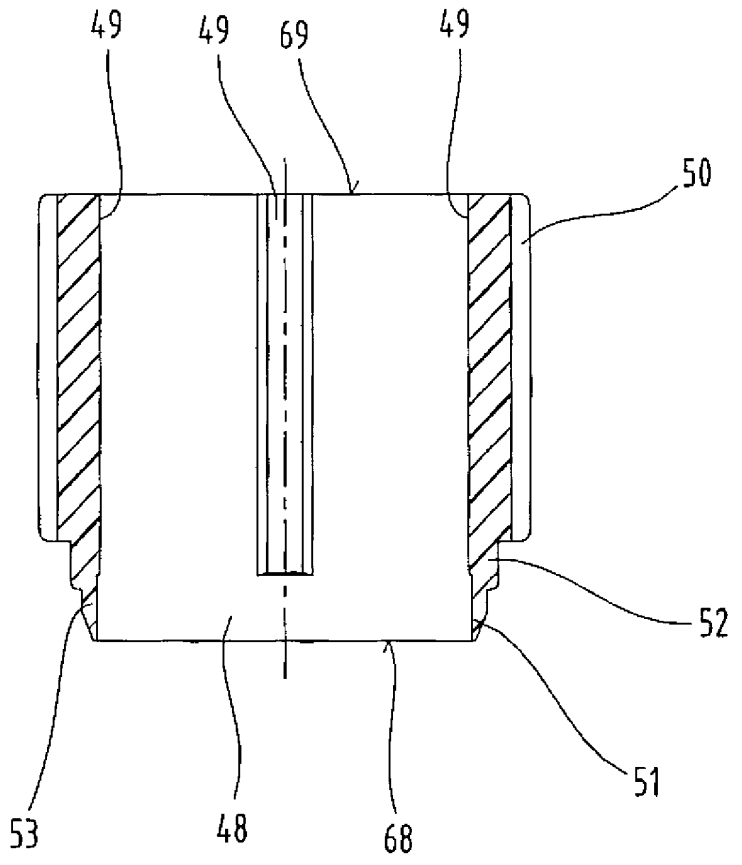
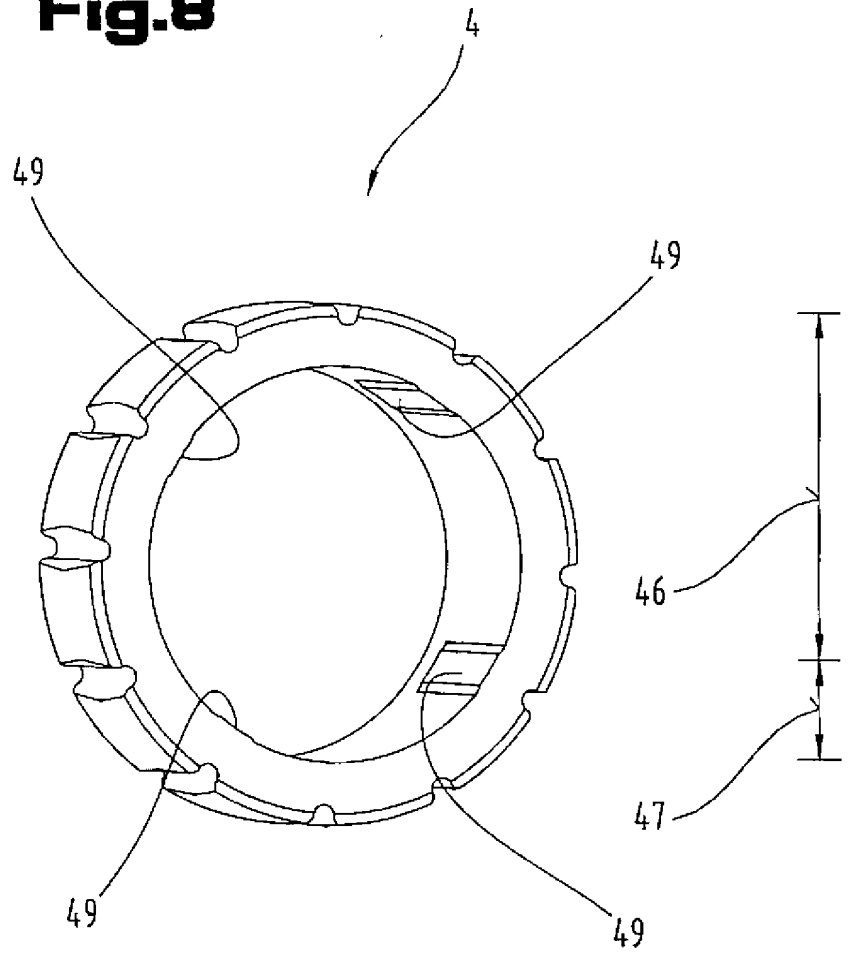
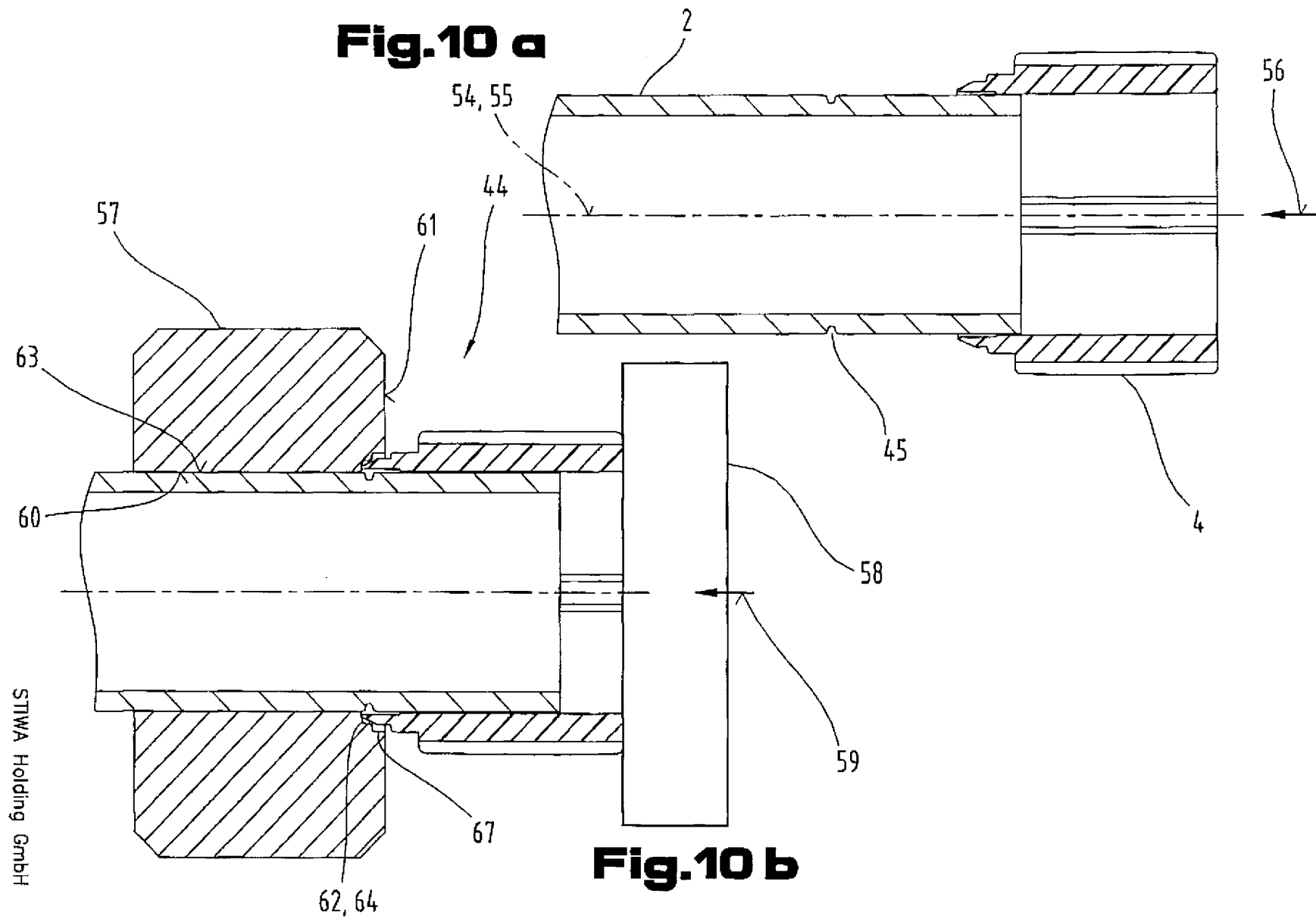


Fig.8



STWA Holding GmbH

030503

Fig.10 a

STWA Holding GmbH

Figure 1 consists of five sub-diagrams labeled (a) through (e), each showing a different configuration of particles (represented by small black dots) on a grid. (a) shows a single particle. (b) shows two particles. (c) shows a cluster of four particles arranged in a 2x2 square. (d) shows a cluster of eight particles arranged in a 3x3 square with the center empty. (e) shows a cluster of sixteen particles arranged in a 4x4 square.

