



(11) **EP 3 299 089 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
28.03.2018 Patentblatt 2018/13

(51) Int Cl.:
B06B 3/00 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **17191641.4**

(22) Anmeldetag: **18.09.2017**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
Benannte Validierungsstaaten:
MA MD

(71) Anmelder: **SONOTRONIC Nagel GmbH**
76307 Karlsbad-Ittersbach (DE)

(72) Erfinder:
• **Der Erfinder hat auf sein Recht verzichtet, als solcher bekannt gemacht zu werden.**

(74) Vertreter: **Weickmann & Weickmann PartmbB**
Postfach 860 820
81635 München (DE)

(30) Priorität: **20.09.2016 DE 102016117689**

(54) **SONOTRODENEINHEIT SOWIE VERFAHREN ZU IHRER HERSTELLUNG**

(57) Die Befestigung der zu Kippverhinderung außenseitig zwischen Sonotrode (1) und Sonotrodenträger (2) angeordneten Stützboosters (3) am Sonotrodenträger (2) soll das Einleiten von Schwingungen von der Sonotrode (1) über die Stützbooster (3) in den Sonotrodenträger (2) verhindern, und gleichzeitig sollen die Stützbooster (3) in axialer Richtung möglichst stabil ausgebildet sein, um ein der Sonotrodenfläche aus der vorgesehenen Ebene oder gar ein Verwinden der Sonotrodenfläche zu vermeiden. Statt der bisherigen Lösungen, wie elastischen Stützboostern oder der Befestigung von massiven Stehbolzen als Stützbooster durch Verklammern mittels einseitig angelegter Spannpratzen am Sonotrodenträger (2), wird eine Verklammerung mittels Überwurfmutter (4) vorgeschlagen, die neben der rotations-symmetrischen Ausbildung und Einleitung von Kräften einen Abbau von Restschwingungen zwischen Klemmstelle und Sonotrodenträger (2) in dieser Richtung angeordneten Gewinde (12), bietet, indem aufgrund der Ausbildung als Feingewinde (12) die Gewindegänge selbst elastisch sowie geringfügig plastisch verformbar sind.

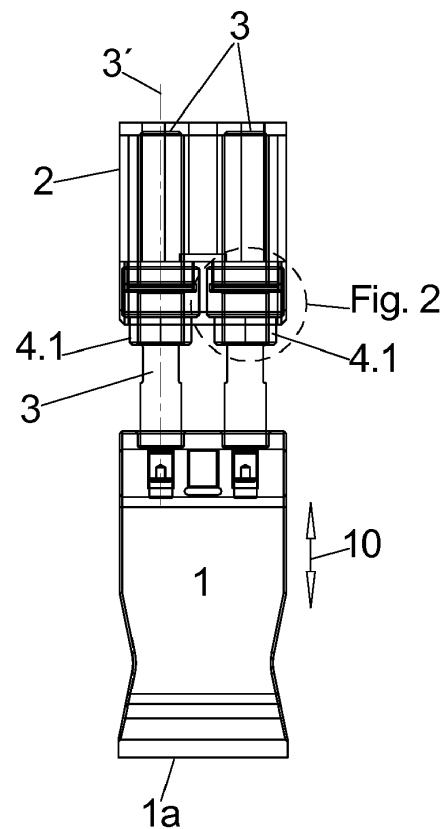


Fig. 1b

Beschreibung

I. Anwendungsgebiet

[0001] Die Erfindung betrifft eine Sonotrodenhalterung zur schwingfähigen Befestigung einer Sonotrode in einer Sonotrodeneinheit.

II. Technischer Hintergrund

[0002] Eine in der Regel mit Ultraschall-Schwingungen schwingende Sonotrode wird von einem Ultraschall-Erzeuger, dem Konverter, mit den Ultraschallschwingungen beaufschlagt. Die Sonotrode ist direkt oder mit einem dazwischen angeordneten sogenannten Antriebs-Booster, der die vom Konverter erzeugten Schwingungen verstärkt, am Konverter befestigt.

[0003] Da für das z.B. Ultraschall-Verschweißen von Materialien mittels einer aufgesetzten, schwingenden Sonotrode teilweise erhebliche Kräfte auf das zu verschmelzende Material, bis hin zu mehreren kN, aufgebracht werden müssen, ist es insbesondere bei Sonotroden mit einer großflächigen Kontaktfläche sinnvoll, die Sonotrode nicht ausschließlich an dem Schwingungserzeuger, dem Konverter, insbesondere über einen Antriebsbooster, zu befestigen - der meist in der Aufsicht betrachtet in der Mitte der Sonotrode an einer Kontaktfläche der Sonotrode angreift - sondern zusätzlich näher am äußeren Rand der Sonotrode diese mit Hilfe von Stehbolzen, den sogenannten Stützboostern, an einem zusätzlichen Sonotrodenträger zu befestigen, über den die gesamte Sonotrodeneinheit z.B. am Gestell einer Maschine befestigt werden kann, wodurch auch vermieden wird, dass die Sonotrode um ihren einzigen Befestigungspunkt gegenüber dem zentralen Antriebsbooster verkippen kann und nicht über ihre gesamte Fläche den gleichen Anpressdruck aufbringt.

[0004] Dieser Sonotrodenträger besitzt daher in aller Regel die gleiche oder etwas kleinere Grundfläche wie die Kontaktfläche der Sonotrode, sodass der Konverter, insbesondere dessen Antriebsbooster, in eine entsprechende Ausnehmung oder Durchgangsöffnung des Sonotrodenträgers eintaucht oder diesen sogar durchdringt, jedoch ohne Kontakt zu dem Sonotrodenträger, der ja möglichst nicht von Schwingungen beaufschlagt sein soll.

[0005] Aus diesem Grund wird auch angestrebt, dass die Schwingungen der Sonotrode nicht über die Stützbooster zurück in den Sonotrodenträger übertragen werden, sondern die Stützbooster eine Schwingungs-Entkopplung bewirken.

[0006] Zu diesem Zweck sind unterschiedliche Vorgehensweisen - die auch kombiniert werden können - bekannt:

Eine erste Möglichkeit besteht darin, die Stützbooster in ihrer Längserstreckung, die in der Regel auch die Schwingungsrichtung der Sonotrode ist, elas-

tisch und dämpfend auszubilden, und dadurch das Einleiten von aus der Sonotrode stammenden Schwingungen in den Sonotrodenträger zu minimieren oder ganz zu beseitigen.

[0007] Diese erste Methode hat den Nachteil, dass die Sonotrode selbst nicht sehr genau positionierbar ist aufgrund der elastischen, dämpfenden Aufhängung, jedoch wegen der hohen von der Sonotrode auf das Material aufzubringenden Kräfte eine sehr stabile und positionsgenaue Fixierung der Sonotrode und insbesondere deren Kontaktfläche notwendig wäre gegenüber der Befestigungsebene der gesamten Einheit an einem ortsfesten Maschinenteil, und zwar bis auf etwa 2 µm genau.

[0008] Eine andere, am häufigsten angewandte, Methode besteht darin, die Befestigung des Sonotrodenträgers an den Stützboostern an einer solchen Stelle von dessen Längserstreckung vorzunehmen, an der sich ein Schwingungsknoten, also ein Nulldurchgang, der in dem Stützbooster abseits der Befestigungsstelle zur Sonotrode hin vorliegenden, von der Sonotrode her eingeleiteten Schwingung befindet. Wenn man dies exakt bewerkstelligen kann, wird keine Schwingung von dem Stützbooster aus an den Sonotrodenträger weitergegeben.

[0009] Da diese Befestigungsposition jedoch in der Praxis nicht 100-prozentig exakt erreicht werden kann, verbleiben Schwingungs-Reste, die von dem Stützbooster in den Sonotrodenträger eingebracht werden, und vor Einleitung in den Sonotrodenträger nach Möglichkeit beseitigt oder minimiert werden müssen.

[0010] Eine weitere bekannte Lösung sind labyrinthartige Ausbildungen der Stützbooster, die aufgrund ihrer labyrinthartigen Ausbildung mit geringen Wandstärken elastisch in axialer Richtung, insbesondere der Schwingungsrichtung, sind.

[0011] Es ist ferner bekannt, die Sonotrode mit seitlich vorstehenden, ebenfalls elastischen, Halterungen, die also quer zur Schwingungsrichtung der Sonotrode abstreben, zu versehen und darüber mit einem ortsfesten Bauteil zu verbinden. Dies bewirkt jedoch ebenfalls eine mangelnde Stabilität der Sonotrode in Schwingungsrichtung, da die quer zur Schwingungsrichtung abstrebbenden Halterungen sich besonders leicht in Schwingungsrichtung verbiegen können.

[0012] Darüber hinaus ist ferner eine Befestigung der Stützbooster an dem Sonotrodenträger bekannt, bei der diese beiden Bauteile an quer zur Erstreckungsrichtung der Stützbooster liegenden Anlageflächen aneinander anliegen und mittels Spannpratzen gegeneinander gepresst werden. Die Spannpratzen liegen jedoch nur mit einer relativ geringen Kontaktfläche an dem Stützbooster an.

[0013] Diese Lösung erzeugt somit hohe Flächenpressungen zwischen den Spannpratzen und dem Stützbooster, dementsprechend eine hohe Kerbwirkung an der Kante der Kontaktfläche und damit unter Umständen eine unerwünschte Verlagerung der Stützbooster oder gar eine Beschädigung der Stützbooster an der Kontakt-

stelle der Spannpratzen.

III. Darstellung der Erfindung

a) Technische Aufgabe

[0014] Es ist daher die Aufgabe gemäß der Erfindung, eine Sonotrodeneinheit mit Stützboostern zur Verfügung zu stellen, bei der die Eintragung von Schwingungen in den Sonotrodenträger vermieden oder wenigstens minimiert wird, sowie ein Verfahren zur Herstellung einer solchen Sonotrodeneinheit.

b) Lösung der Aufgabe

[0015] Diese Aufgabe wird durch die Merkmale der Ansprüche 1 und 19 gelöst.

[0016] Hinsichtlich der Sonotrodeneinheit wird diese Aufgabe dadurch gelöst, dass die Klemmflächen, mit denen Booster - die Stützbooster oder falls es diese nicht gibt der eine, meist zentrale, Antriebsbooster - und Sonotrodenträger aneinander anliegen, mit Hilfe einer Schraubverbindung gegeneinander gepresst werden, deren Gewinde vorzugsweise konzentrisch um die axiale Richtung des jeweiligen Boosters umlaufen.

[0017] Durch die im Vergleich zur Klemmung unabhängige Befestigung des Boosters, insbesondere der Stützbooster, wird der Einfluss durch ein nicht gleichmäßiges, insbesondere nicht über den Umfang gleichmäßiges, Schwingen an den Klemmflächen minimiert.

[0018] Da die axiale Richtung des etwa stabförmigen Boosters, insbesondere des Stützboosters, also die Haupt-Erstreckungsrichtung des Boosters, insbesondere des Stützboosters weist in Richtung seiner größten Erstreckung, zumindest eine Richtungskomponente auf, die mit der Schwingungsrichtung übereinstimmt, und ist insbesondere identisch mit der Schwingungsrichtung.

[0019] Im Folgenden wird nur von der Verbindung des jeweiligen Stützboosters mit dem Sonotrodenträger über die erfindungsgemäße Schraubverbindung gesprochen, jedoch soll klargestellt werden, dass die gleichen Aussagen auch für eine Schraubverbindung gelten soll, die - falls Stützbooster nicht vorhanden sind - den Antriebsbooster mit dem Sonotrodenträger verbindet.

[0020] Das Gegeneinanderpressen der Klemmflächen wird bewirkt, indem ein Paar von aneinander pressbaren Kontaktflächen vorhanden ist, deren Flächen zunächst einmal vorzugsweise eben sind und / oder lotrecht zur Schwingungsrichtung der Sonotrode liegen.

[0021] Eine solche Schraubverbindung zwischen Sonotrodenträger und dem jeweiligen Stützbooster kann an unterschiedlichen Stellen der Sonotrodeneinheit angeordnet werden:

Abhängig davon befindet sich die eine Kontaktfläche an einer Mutter oder einer Schraube, die Bestandteil der Schraubverbindung ist, und die andere Kontaktfläche an dem Stützbooster oder dem Sonotroden-

träger.

[0022] Ebenso kann eines der beiden zusammenwirkenden Gewinde der Schraubverbindung ein Innengewinde in einer Mutter oder Außengewinde an einer Schraube sein, und das jeweils andere Gewinde an dem Stützbooster oder dem Sonotrodenträger ausgebildet sein.

[0023] Die Kontaktflächen sind - eine oder vorzugsweise beide - um die Längsachse der Schraubverbindung und / oder die axiale Richtung des jeweiligen Stützboosters herum angeordnet, insbesondere konzentrisch hierzu. Vorzugsweise läuft wenigstens eine, insbesondere beide der Kontaktflächen ringförmig geschlossen umlaufend um die Längsachse der Schraubverbindung und / oder die axiale Richtung des jeweiligen Stützboosters um.

[0024] Dadurch werden die Anpresskräfte gleichmäßig verteilt um die Längsachse herum in den Stützbooster eingebracht, und darüber hinaus mit einer wesentlich größeren Kontaktfläche als bei den bisherigen Lösungen.

[0025] Zum einen werden dadurch Kerbwirkungen, wie sie bei nur einseitiger Krafteinleitung beanstandet zur Längsachse auftreten, vermieden, des weiteren auch Kippmomente um eine quer zu Längsachse liegende Kippachse, die den Stützbooster unsymmetrisch belasten würden.

[0026] Darüber hinaus verringert sich aufgrund der größeren Kontaktfläche die Flächenpressung an den Kontaktflächen, so dass der Teil des Stützboosters, zum Beispiel ein radial vorstehende Klemmflansch, an dem diese Kontaktfläche ausgebildet werden muss, mechanisch weniger stabil sein kann, also beispielsweise eine geringere Erstreckung in axialer Richtung aufweisen kann. Genau dies verringert jedoch den Abstand der Kontaktflächen vom Schwingungsknoten, der in den gegenüberliegenden Klemmflächen liegt, und damit die eventuell noch vorhandenen Restschwingungen, die dann noch eliminiert werden müssten.

[0027] Im gegeneinander gepressten Zustand sind die Kontaktflächen vorzugsweise deckungsgleich, betrachtet in der Lotrechten auf die Ebene der Kontaktflächen. Auch dies dient der Vermeidung von Kerbwirkungen.

[0028] Unter diesen Prämissen sind mehrere konkrete Ausbildungen und Positionierungen der Schraubverbindung möglich:

Eine erste Möglichkeit besteht darin, dass die Schraubverbindung auf der zur Sonotrode hin weisenden Seite des Sonotrodenträgers angeordnet ist:

Dann besitzt der Stützbooster einen radial nach Außen vorstehenden Klemmflansch, der vorzugsweise ringförmig geschlossen umlaufend ausgebildet ist, und der im montierten Zustand auf der Sonotrodenseite des Sonotrodenträgers anliegt.

[0029] Die eine Klemmfläche ist also die zum Sonotroden­träger hin weisende Fläche des Klemmflansches, die andere Klemmfläche diejenige Fläche des Sonotroden­trägers, an der der Klemmflansch anliegt.

[0030] Für die Schraubverbindung ist die eine Kontakt­fläche, die vom Sonotroden­träger weg und zur Sonotrode hin weisende Fläche des Klemmflansches, und die andere Kontaktfläche ist in dem nach Innen weisenden ring­förmigen Vorsprung einer vorzugsweise als Überwurf­mutter ausgebildeten Mutter vorhanden, deren Innenge­winde auf ein an ein dem Sonotroden­träger ausgebilde­ten Außengewinde so aufschraubbar ist, dass die Über­wurfmutter den Klemmflansch gegen den Sonotroden­träger presst, vorzugsweise ohne dass die Mutter oder Überwurfmutter dabei selbst mit ihrer vorderen, zum So­notroden­träger hin gerichteten, Stirnfläche den Sonotro­den­träger erreicht.

[0031] Das Außengewinde am Sonotroden­träger be­findet sich dabei vorzugsweise an einem auf der Sono­troden­seite des Sonotroden­trägers ausgebildeten Rohr­flansch, der vorzugsweise einstückig zusammen mit dem Sonotroden­träger ausgebildet ist, und dessen vordere, der Sonotrode und damit dem Klemmflansch zugewand­te Stirnfläche die am Sonotroden­träger ausgebildete Klemmfläche bildet.

[0032] Vorzugsweise besitzt dabei die freie Stirnfläche des Rohrflansches den gleichen Außendurchmesser wie der Außendurchmesser des Klemmflansches des Stütz­boosters, oder diese differieren um maximal 10%, besser maximal nur 5%, besser maximal nur 3%.

[0033] Vorzugsweise erstreckt sich der Stützbooster über den Klemmflansch hinaus in Richtung Sonotroden­träger und zumindest ins Innere des Rohrflansches und / oder des Sonotroden­trägers hinein.

[0034] Vorzugsweise ist die axiale Länge des Über­standes des Stützboosters über den Klemmflansch hin­aus in Richtung Sonotroden­träger und vorzugsweise in diesen hinein so groß, dass das freie Ende des Stütz­boosters wiederum auf einem Schwingungsknoten der Schwingung entlang des Stützboosters liegt, ebenso wie die aneinander anliegenden Kontaktflächen.

[0035] Dabei wird die Dicke des Klemmflansches so gering wie möglich gewählt, sodass gerade noch eine ausreichende mechanische Stabilität im Schwingungs­betrieb der Sonotrode erreicht wird, also der Klemm­flansch nicht vom Stützbooster abreißt.

[0036] Dabei ist es zu empfehlen, dass mit zunehmen­der Schwingungsfrequenz der im Betrieb befindlichen Sonotrode die in axialer Richtung gemessene Flansch­dicke dünner gewählt wird.

[0037] Denn der Flansch "atmet" in Schwingungsrich­tung, die in der Regel die axiale Richtung des Stützboost­ers ist, im Schwingungsbetrieb der Sonotrodeneinheit, d.h. seine in axialer Richtung gemessene Dicke verän­dert sich periodisch mit der Schwingung. Die gegenein­ander gepressten Klemmflächen, also die Verbindungs­stelle zwischen dem Klemmflansch und dem Sonotro­den­träger, ist möglichst exakt in einem Schwingungskno-

ten, also einem Nulldurchgang in der im Stützbooster von der Sonotrode aus initiierten, stehenden Welle angeordnet.

[0038] Da der Klemmflansch jedoch eine Dicke auf­weist, die sich somit abseits der Schwingungsknoten be­finden, treten in dem Klemmflansch notwendigerweise Restschwingungen auf, die jedoch umso geringer sind, je dünner der Klemmflansch in axialer Richtung ist. Je weniger Restschwingungen auftreten, umso weniger Restschwingungen müssen über die Schraubverbindun­gen eliminiert werden, weshalb die Dicke des Klemm­flansches so gering wie möglich gewählt wird.

[0039] Diese Eliminierung der Restschwingungen ge­chieht dadurch, dass zum einen durch eine möglichst große und in Umfangsrichtung um die Axialrichtung des Stützboosters gleichmäßig verteilte Kontaktfläche zwi­schen dem Klemmflansch des Stützboosters und der Überwurfmutter eine umfänglich gleichmäßige und vor allem vollständige Weitergabe der Restschwingungen vom Klemmflansch an die Überwurfmutter erfolgt.

[0040] In der Überwurfmutter selbst werden diese Restschwingungen bereits entlang des Weges von der nach Innen radial vorstehenden Mutterflansch und der dortigen Kontaktfläche zum Klemmflansch hin in Rich­tung Gewinde gedämpft, und vor allem in der Schraub­verbindung zwischen den beiden Gewinden selbst wei­terhin gedämpft, vorzugsweise vollständig eliminiert:

Zu diesem Zweck ist das Gewinde möglichst fein ausgebildet, insbesondere ein Feingewinde gemäß DIN-Norm und / oder ein metrisches Gewinde mit einer Steigung von höchstens zwischen **0,5** und **1,5**mm, besser zwischen **0,9** und **1,1** mm Steigung pro Gewindegang.

[0041] Ferner hat es sich gezeigt, dass die Steigung des Feingewindes unter Beachtung der obigen Kriterien unabhängig von der Frequenz der Schwingung immer gleich gewählt werden kann.

[0042] Mit steigender Schwingungsfrequenz sollte je­doch unter Beachtung der obigen Kriterien der Durch­messer des Feingewindes, also des Stützboosters, ab­nehmend gewählt werden, da dies eine verbesserte Funktion ergab.

[0043] Dadurch ergibt sich zum einen eine sehr große Kontaktfläche zwischen den beiden ineinander greifen­den Gewinden, zum anderen ist der Querschnitt der ein­zelnen Gewindegänge so gering, dass - abhängig von der Frequenz und Amplitude der eingebrachten Schwin­gung sowie des Anzug-Drehmomentes der Schraubver­bindung - die Gewindegänge geringfügig elastisch ver­formbar sind und bei Extrembelastung auch plastisch verformbar sind, was jedoch nicht zwingend notwendig ist. Allein durch die elastische Verformbarkeit der Gewin­degänge werden dort ankommende Restschwingungen sehr stark reduziert oder vollständig eliminiert.

[0044] Weiterhin wird der radiale Überstand des Klemmflansches über den Außenumfang des Stützboost-

ters in der Umgebung des Klemmflansche so gering wie möglich gewählt, sodass die für die Materialpaarung der beiden Kontaktflächen, also am Klemmflansch einerseits und an der Überwurfmutter andererseits, maximal zulässige Flächenpressung bei dem benötigten Anzugs-Drehmoment gerade noch nicht erreicht wird.

[0045] Denn zum einen steigt mit zunehmenden radialen Überstand auch die Dicke der darüber zu stülpenden Überwurfmutter, und da bei einer z.B. viereckigen Sonotrodenfläche die Stützbooster möglichst weit außen in den Ecken der Sonotrode angeordnet werden, bewirken die Überwurfmutter mit zunehmenden Außenumfang eine zunehmende Beabstandung der Mittelpunkte der Stützbooster von den Außenkanten der Sonotrodenfläche, betrachtet in Schwingungsrichtung der Sonotrode bzw. in Verlaufsrichtung der Stützbooster.

[0046] Des Weiteren ermöglicht ein zunehmender radialer Überstand des Klemmflansches, dass dieser selbst in Schwingung gerät, weshalb mit zunehmender Frequenz der Schwingung der Sonotrode der radiale Überstand immer geringer gewählt wird.

[0047] Generell sollte daher der radiale Überstand zwischen 2mm + 7mm betragen, besser zwischen 3mm + 6mm. Konkret wird empfohlen, bei einer Schwingungsfrequenz der Sonotrode von 20 kHz den radialen Überstand zwischen 4 mm und 5 mm zu wählen und bei einer Frequenz von Schwingungsfrequenz von 35 kHz zwischen 2,5 und 3,5mm.

[0048] Ferner ist sehr zu empfehlen, dass der Außenumfang des Stützboosters an der Stelle, an der er den Innenumfang des Pressflansches der Überwurfmutter durchdringt, zu diesem einen Abstand einhält, um an dieser Stelle das Einleiten von Schwingungen direkt von dem Stützbooster in den Pressflansch der Überwurfmutter zu vermeiden. Der Abstand muss natürlich in allen Betriebszuständen der im Betrieb schwingenden Sonotrodeneinheit eingehalten werden.

[0049] Sofern - unabhängig vom Anbringungsort - die Schraubverbindung eine Mutter umfasst, sollte die Wandstärke der Mutter, insbesondere auch einer Überwurfmutter, im axialen Bereich ihres Innengewindes so gering wie möglich sein, damit gerade noch eine ausreichende mechanische Stabilität gegeben ist um das benötigte Anzugs-Drehmoment aufnehmen zu können, und zwar insbesondere im Schwingungsbetrieb der Sonotrode.

[0050] Um hinsichtlich des Ortes der Anordnung der Sonotrodeneinheit in größere Maschinenmodule möglichst frei zu sein, sollte der Außenumfang der Mutter und in diesem Zusammenhang ggfs. auch die Wandstärke der Mutter - abhängig von der Montageposition in radialer Richtung an dem Sonotrodenträger - so gering wie möglich gewählt werden, um zu vermeiden, dass im montierten Zustand die Muttern in axialer Richtung betrachtet seitlich über die Fläche der Sonotrode und / oder des Sonotrodenträgers vorstehen. So sollte bei einer Schwingungsfrequenz von 20 bis 35 kHz die Wandstärke der Überwurfmutter im Bereich des Innengewindes ein-

schließlich der radialen Erstreckung des Gewindes zwischen 1 mm und 5 mm betragen, vorzugsweise bei 20 kHz die radiale Erstreckung ca. 2 mm betragen.

[0051] Die zweite Möglichkeit besteht darin, die Schraubverbindung auf der vom Sonotrodenträger 2 abgewandten Rückseite anzuordnen.

[0052] Die Ausbildung und Funktion des Klemmflansches am Stützbooster auf der Sonotrodenseite und deren Zusammenwirken mittels der Klemmflächen und Ausbildung des Sonotrodenträgers auf der Sonotrodenseite kann die gleiche sein wie bei der zuvor beschriebenen ersten Möglichkeit.

[0053] Eine erste Untervariante dieser zweiten Möglichkeit besteht darin, dass der Stützbooster über den Klemmflansch hinaus soweit vorsteht, dass er nicht nur in den Sonotrodenträger hineinragt, sondern diesen durch eine Durchgangsöffnung hindurch im Abstand zu deren Innenumfangsflächen vollständig durchläuft und auf der Rückseite des Sonotrodenträgers vorsteht.

[0054] Dadurch kann auf dem Außenumfang des Stützboosters im über die Rückseite des Sonotrodenträgers überstehenden Bereich ein Außengewinde aufgebracht sein, auf welches eine Mutter aufgeschraubt ist, die zusammen die Schraubverbindung darstellen:

Indem sich die Mutter mit ihrer vorderen, unteren Stirnfläche auf der Rückseite des Sonotrodenträgers abstützt, zieht sie den Stützbooster an den Sonotrodenträger heran, wodurch dessen gegen den Sonotrodenträger gerichtete Klemmfläche des Klemmflansches des Stützboosters gegen die entgegen gerichtete Klemmfläche an der Unterseite des Sonotrodenträgers gepresst wird.

[0055] Dies kann eine ebene Unterseite des Sonotrodenträgers sein oder wiederum eine im Querschnittsbereich des Klemmflansches über die Vorderseite, die Sonotrodenseite des Sonotrodenträgers vorstehende Rohrhülse.

[0056] Eine zweite Untervariante der zweiten Möglichkeit besteht darin, dass in der von der Sonotrode wegweisenden hinteren Stirnfläche des Stützboosters eine Sackloch-Gewindebohrung vorhanden ist, in die von der Rückseite her in axialer Richtung eine Schraube einschraubbar ist, und dadurch die Schraubverbindung gebildet wird.

[0057] Die Schraube hat einen so breiten Kopf, dass sie sich wiederum mit ihrer unteren, vorderen Planfläche an der Rückseite, hier der Oberseite, des Sonotrodenträgers abstützt und wiederum den Stützbooster in Richtung Sonotrodenträger ziehen kann mit dem gleichen Ergebnis wie bei der ersten Variante.

[0058] In beiden Untervarianten gelten die zur ersten Möglichkeit erläuterten Optionen betreffend der Ausbildung des Gewindes der Schraubverbindung als Feingewinde und die dadurch erzielbaren Vorteile.

[0059] Der generelle Vorteil der zweiten Möglichkeit besteht darin, dass die Lauflänge der Restschwingungen

vom Klemmflansch bis zur Schraubverbindung größer ist als bei der ersten Möglichkeit, nämlich entlang des gesamten Überstandes des Stützboosters über den Klemmflansch hinaus in Richtung Sonotrodenträger und in diesen hinein.

[0060] Unabhängig von der gewählten Anordnungsmöglichkeit und konkreten Bauform gibt es weitere Möglichkeiten, eine solche Sonotrodeneinheit zu optimieren:

Im Bereich der Schraubverbindung sollten die beiden Bauteile, an denen die beiden zusammenwirkenden Gewinde der Schraubverbindung ausgebildet sind, wenigstens im Bereich des Gewindes, vorzugsweise vollständig, einerseits aus Edelstahl und andererseits aus einer davon abweichenden Metalllegierung, insbesondere aus Titan, bestehen.

[0061] Dies vermeidet ein Festfressen der Schraubverbindung ohne die Anwendung von Schmiermitteln oder Montagepasten.

[0062] Indem die Schraubverbindung mit einem so hohen Drehmoment festgezogen wird, dass auch im Betrieb, also beim Tisch Schwingen der Sonotrode, die Anlageflächen in keinem Betriebszustand drucklos aneinander anliegen oder gar voneinander abheben können, wird erreicht, dass jederzeit während des Betriebs der Sonotrode diese zuverlässig von den Stützboostern in ihrer Soll-Lage gehalten wird.

[0063] Eine der beiden ansonsten ringförmig umlaufenden, ebenen Kontaktflächen kann durch radial verlaufende Vertiefungen unterbrochen sein in ihrem ringförmigen Umlauf, sodass sich in Umfangsrichtung beabstandet aneinander anschließende, segmentförmige Teil-Kontaktflächen ergeben.

[0064] Dies ist dann zu empfehlen, wenn die ohne diese Vertiefungen ringförmig geschlossen umlaufende Kontaktfläche - abhängig von anderen vorgegebenen Parametern - größer wäre, als es für das Unterschreiten der maximal zulässigen Flächenpressung bei der vorliegenden Materialpaarung und dem vorgegebenen Anzugs-Drehmoment notwendig wäre, denn eine zu große Flächenpressung bewirkt eine zu geringe Übertragung der Ultraschall-Schwingungen.

[0065] Die Stützbooster sind an ihrem sonotrodenseitigen Ende in der Regel an der Sonotrode befestigt, indem Sie dort ein Außengewinde, das sogenannte Sonotroden-Gewinde, aufweisen und mit diesem in ein Sacklochgewinde in der Rückseite, meist der Oberseite, der Sonotrode eingeschraubt sind.

[0066] In diesem Fall empfiehlt es sich, dass das am Sonotrodenträger angeordnete oder am Stützbooster angeordnete Gewinde, welches zusammen mit der beschriebenen Mutter oder Schraube die Verschraubung des Stützboosters am Sonotrodenträger darstellt, eine gegenläufige Steigung wie die Steigung des Sonotroden-Gewindes des Stützboosters besitzt. Dies erleichtert die Montage der Sonotrodeneinheit erheblich.

[0067] Funktionsbedingt muss bei sich in den Sono-

trodenräger hinein erstreckendem Stützbooster oder sogar hindurch erstreckenden Stützbooster im Eintauchbereich bzw. Durchgangsbereich der Außendurchmesser des Stützboosters zum Innenumfang der Sacklochbohrung oder Durchgangsbohrung im Sonotrodenträger einen Abstand einhalten, der die Kontaktierung dieser beiden Bauteile auch im Schwingungsbetrieb der Sonotrodeneinheit verhindert.

[0068] Es hat sich jedoch gezeigt, dass auch die Größe dieses radialen Abstandes für die Optimierung der Funktion der Sonotrodeneinheit von Bedeutung ist, und bevorzugt der radiale Abstand maximal **1,2 mm**, besser maximal **1,0 mm**, besser maximal **0,5 mm**, besser maximal **0,2 mm** beträgt, jedoch mindestens **0,05 mm**, besser **0,1 mm**.

[0069] Hinsichtlich der Vorgehensweise beim Herstellen der Sonotrodeneinheit wird die bestehende Aufgabe generell dadurch gelöst, dass das Verkleben der beiden Klemmflächen zwischen Stützbooster und Sonotrodenträger mittels Festziehen einer Schraubverbindung durchgeführt wird.

[0070] Die dabei durchzuführenden Auswahlsschritte beispielsweise bestimmter Abmessungen der Sonotrodeneinheit in Abhängigkeit von vorgegebenen Betriebsparametern oder anderen vorgegebenen Abmessungen gemäß der vorstehenden Erläuterungen bilden diese Vorgehensweise weiter.

c) Ausführungsbeispiele

[0071] Beispielhafte Ausführungsformen gemäß der Erfindung sind in den Figuren dargestellt. Es zeigen:

Fig. 1a-c: unterschiedliche Ansichten einer ersten Ausführungsform einer Sonotrodeneinheit,

Fig. 2: eine Detailvergrößerung aus Figur 1b,

Fig. 3a: einen Teil der Sonotrodeneinheit aus Figur 1a - c in Explosionsdarstellung,

Fig. 3b: eine Aufsicht auf die Mutter der Figur 3a von oben in einer speziellen Variante,

Fig. 4a: einen Teil-Längsschnitt durch eine zweite Ausführungsform einer Sonotrodeneinheit,

Fig. 4b: einen Teil-Längsschnitt durch eine dritte Ausführungsform einer Sonotrodeneinheit,

Fig. 5: eine Frontansicht einer weiteren Ausführungsform einer Sonotrodeneinheit.

[0072] Die Figuren 1 - 3 betreffen eine erste Bauform einer erfindungsgemäßen Sonotrodeneinheit, wie sie in den Figuren 1a, b, c in zwei Seitenansichten sowie einer Aufsicht dargestellt ist.

[0073] Eine solche Sonotrodeneinheit, wie in den Fi-

guren 1a, b, c dargestellt, ist von ihrem Grundaufbau her dahingehend bekannt, dass mit Hilfe von vier im Viereck angeordneten, etwa vertikal verlaufenden, stabförmigen Stützboostern 3 die Sonotrode 1 unterhalb eines - in der Aufsicht Fig. 1c betrachtet etwa die gleich großen - Sonotrodenträgers 2 befestigt ist.

[0074] Dabei wird die Sonotrode 1 mittels eines Konverters 9 in Schwingung versetzt, der meist oberhalb des Sonotrodenträgers 2 angeordnet ist und mit der Oberseite der Sonotrode über einen Antriebsbooster 8 verbunden ist, der sich durch einen Antriebsdurchlass 20 von oben nach unten durch den Sonotrodenträger 2 hindurch erstreckt, wobei der Antriebsbooster 8 natürlich keinen Kontakt zu dem Sonotrodenträger 2 haben darf und deshalb sich mit radialem Abstand zu den Innenumfangswänden des Antriebsdurchlasses 20 hindurch verläuft.

[0075] Die von der Sonotrode 1 im Arbeitseinsatz mittels ihrer Kontaktfläche 1a auf ein darunter angeordnetes Material übertragenen Schwingungen sollen sich möglichst nicht mittels der Stützbooster 3 auf den Sonotrodenträger 2 übertragen, der der Befestigung an einem umgebenden Bauteil, beispielsweise einem Maschinengestell, dient und natürlich möglichst keine Schwingungen vollziehen soll.

[0076] Wie am besten in der Aufsicht der Figur 1c ersichtlich, ist die Grundfläche des Sonotrodenträgers 2 - und insbesondere auch die Kontaktfläche 1a der Sonotrode 1 - rechteckig, wobei die Sonotroden-Stützbooster 3 in der Aufsicht betrachtet nahe der Ecken der Grundfläche sowohl des Sonotrodenträgers 2 als auch der Sonotrode 1 angeordnet sind.

[0077] Die Stützbooster 3 sind mit einem auf dem Außenumfang ihres unteren Endes angeordneten Sonotroden-Gewinde 17 in entsprechende, zur Oberseite, der Rückseite, der Sonotrode 1 offene Gewindebohrungen eingeschraubt.

[0078] Ferner ist es bereits bekannt, dass sich die Stützbooster 3 in der axialen Richtung 3', ihrer Erstreckungsrichtung, nicht nur zwischen der Sonotrode 1 und dem Sonotrodenträger 2 erstrecken, sondern sich auch in den Sonotrodenträger 2 hinein oder gar durch diesen vollständig hindurch bis zur Rückseite, hier der Oberseite 2b des Sonotrodenträgers erstrecken, wobei auch hier ein radialer Abstand zwischen dem Außenumfang des Stützboosters 3 und dem Innenumfang der entsprechenden Stütz-Durchlässe 21 eingehalten wird.

[0079] Die erfindungsgemäße Neuerung besteht darin, wie die Stützbooster 3 an dem Sonotrodenträger 2 befestigt sind und der entsprechenden körperlichen Ausbildung der Stützbooster 3 als auch des Sonotrodenträgers 2:

Diesbezüglich sind bereits in den Figuren 1a und 1b Überwurf-Muttern 4.1 ersichtlich und es ist aus den Figuren 2 sowie 3a klar, dass die Überwurf-Mutter 4.1 - die von dem unteren Teil des Stützboosters 3 durchdrungen wird - an einem radial umlaufend um

die axiale Richtung 3' des Stützboosters 3 vorstehenden Klemmflansch 13 angreift:

Dadurch kann der Klemmflansch 13 zwischen der Überwurfmutter 4.1 und dem Sonotrodenträger 2 verklemt werden:

Der Klemmflansch 13 ist hier etwa in der Mitte oder in der oberen Hälfte der Erstreckung in axialer Richtung 10 des Stützboosters 3 angeordnet, von denen in Figur 3a nur einer dargestellt ist, aber gemäß der Figuren 1a, b, c gibt es bei diesem Ausführungsbeispiel vier identische Stützbooster 3, auf welche diese und die folgenden Aussagen jeweils zutreffen:

Dadurch ragt der Stützbooster 3 auf der von der Sonotrode 1 abgewandten Seite des Klemmflansches 13 im montierten Zustand in den Sonotrodenträger 2 in einen dortigen Stütz-Durchlass 21 hinein, jedoch am Umfang beabstandet zum Sonotrodenträger.

[0080] Bei der Montage wird der Stützbooster 3 in dem Stütz-Durchlass 21 in radialer Richtung zentriert mit einem radialen Abstand dazwischen - auch im Betrieb der Sonotrodeneinheit - sodass der Stützbooster 3 am Sonotrodenträger 2 ausschließlich über die in Richtung des Sonotrodenträgers 2 gerichtete ringförmig umlaufende Anlagefläche 7a an einer entgegen gerichteten Anlagefläche 7b des an der Sonotrodenseite des Sonotrodenträgers 2 anliegt, die um den Stütz-Durchlass 21 hindurch verläuft.

[0081] In dieser Lage verklemt und gesichert wird der Stützbooster 3 und damit der Klemmflansch 13, indem durch die andere Stirnfläche des Klemmflansches 13, die zur Sonotrode 1 hin gerichtete, in diesem Fall Unterseite, eine Kontaktfläche 6a gebildet wird, gegen die eine in der Überwurfmutter 4.1 ausgebildete andere Kontaktfläche 6b in Form einer radial nach innen weisenden Schulter angepresst werden kann, wenn die Überwurfmutter 4.1 festgezogen wird:

Zu diesem Zweck besitzt die Überwurfmutter 4.1 natürlich einen Muttern-Durchlass 4.1b, durch den sich im montierten Zustand der vom Klemmflansch 13 aus in Richtung Sonotrode 1 erstreckende Teil des Stützboosters 3 hindurch erstreckt - radial wieder beabstandet gegenüber den Innenumfangswänden des Muttern-Durchlasses 4.1b in der Überwurfmutter 4.1.

[0082] Das Innengewinde 12b der Überwurfmutter 4.1 wird gegen ein Außengewinde 12a verschraubt, welches am Sonotrodenträger 2 ausgebildet ist, in dem sich über die ansonsten ebene Sonotrodenseite 2a des Sonotro-

denträgers 2 ein hülsenförmiger Fortsatz in Form eines Rohrflansches 5 erstreckt, dessen innerer Durchlass mit dem Stütz-Durchlass 21 des Restes des Sonotrodenträgers 2 fluchtet. Dieser Rohrflansch 5 ist in axialer Richtung 3' bzw. 10 so lang, dass auch im vollständig festgezogenen Zustand die Überwurfmutter 4.1 mit ihrer Stirnfläche, die in Richtung Sonotrodenträger 2 weist, diesen nicht berührt.

[0083] Ein Kontakt zwischen dem Rohrflansch 5 und der Überwurfmutter 4.1 besteht also lediglich in Form der ineinander geschraubten Gewinde 12a, b und der in Richtung Sonotrode 1 gerichteten freien Stirnfläche des Rohrfortsatzes 5 an dem Klemmflansch 13 in Form dieser entsprechenden Schulter der Anlagefläche 70.

[0084] Die genauen Dimensionen und Einstellparameter sind vorstehend bereits beschrieben worden.

[0085] Wie Figur 2 zeigt, ist in dem Innenumfang des Mutterdurchlasses 4.1b in der Überwurfmutter 4.1 am Übergang zwischen dem Innengewinde 12b und der Schulter, die den Pressflansch 4.1a bildet, ein ringförmig umlaufender Einstich ausgebildet, um bei der Montage dem Klemmflansch 13 des Stützboosters 3 radiale Bewegungsfreiheit geben zu können.

[0086] Selbstverständlich ist der freie Durchmesser des Innengewindes 12b der Überwurfmutter 4.1 größer als der Außenumfang des Klemmflansches 13, da dieser sonst nicht axial entlang des Innengewindes hindurch abgesenkt werden könnte bis auf den Pressflansch 4.1a herab.

[0087] Je nach Einsatzzweck kann eine der beiden Kontaktflächen 6a, b und/oder gelegentlich auch der Anlageflächen 7a, b nicht durchgehend ringförmig umlaufend ausgebildet sein, sondern segmentiert wie in Figur 3b anhand der Kontaktfläche 6a dargestellt:

Durch entsprechende, sich über die radiale Breite der ansonsten durchgehenden Ringfläche verlaufende, Vertiefungen 16 entstehen in diesem Fall Teilkontaktflächen 6a1, 6a2 in Form von Kreisring-Segmenten 6a1, um die Größe der Berührungsfläche zwischen den beiden einander zugewandten Kontaktflächen 6a, b und/oder Anlageflächen 7a, b zu reduzieren.

[0088] In Figur 3a ist ferner die Steigung 15 des Innengewindes 12b in der Überwurfmutter 4.1 dargestellt, die ebenfalls in engen Grenzen richtig festgelegt werden muss, um eine optimale Funktion der Sonotrodeneinheit zu gewährleisten sowie der radiale Überstand 14 des Klemmflansches 13 über die benachbarten Umfangsflächen des Stützboosters 3 hinaus.

[0089] In den Figuren 4a, b sind andere Ausführungsformen einer erfindungsgemäßen Sonotrodeneinheit dargestellt in einem Teil-Axialschnitt durch denjenigen Teil des fertig montierten Stützboosters 3, der sich im Sonotrodenträger 2 befindet:

Im Fall der Figur 4a erstreckt sich im montierten Zu-

stand der vom Klemmflansch 13 sich von der nicht dargestellten Sonotrode, also in Richtung Sonotrodenträger 2, weisende Teil nicht nur in einen entsprechenden Stütz-Durchlass 21 hinein, sondern durch den gesamten Sonotrodenträger 2 hindurch und ragt aus dessen Rückseite 2b um einen axialen Überstand 18 heraus und besitzt dort ein Außengewinde, auf welches eine Mutter 4 mit einem dazu passenden Innengewinde 12b aufschraubbar ist.

[0090] Die Mutter 4 besitzt dabei einen solchen Außenumfang, dass sie über den Stütz-Durchlass 21 radial vorsteht und sich beim Festziehen auf der in diesem Fall nach oben weisenden Rückseite 2b des Sonotrodenträgers 2 abstützt.

[0091] Bei dieser Lösung kann - wie im unteren Bildteil dargestellt - der Klemmflansch 13 mit seiner zum Sonotrodenträger 2 hin weisenden Anlagefläche 7a wiederum an der freien Stirnfläche eines um den Stützdurchlass 21 herum angeordneten Rohrflansches 5 anliegen oder - falls ein solcher nicht vorhanden ist - am Klemmflansch 13 an der beispielsweise durchgehend eben ausgebildeten Sonotrodenseite 2a des Sonotrodenträgers 2 anliegen. Dies muss natürlich bei der axialen Positionierung des Klemmflansches 13 an dem Stützbooster 3 berücksichtigt werden.

[0092] Figur 4b zeigt eine Lösung, bei der der Stützbooster 3 im montierten Zustand nicht über die in diesem Fall nach oben weisende Rückseite 2b vorsteht.

[0093] Vor allem jedoch ist in der von der Sonotrode 1 weg weisenden, hier nach oben weisenden, Stirnfläche des Stützboosters 3 eine zur Stirnfläche hin offene, in Axialrichtung 3', 4' bzw. 10 verlaufende Gewindebohrung 19 vorhanden, in welche eine Schraube mit passendem Außengewinde 12b eingeschraubt werden kann.

[0094] Der Kopf dieser Schraube 4' ist größer als der Durchmesser des Stütz-Durchlasses 21, sodass sich der Schraubenkopf mit seiner Unterseite auf der Rückseite 2b des Sonotrodenträgers 2 abstützt und beim Festziehen den Stützbooster 3 in Richtung Sonotrodenträger 2 zieht und den Klemmflansch 13 mit seiner in Richtung Sonotrodenträger 2 weisenden Kontaktfläche 6a gegen die entgegen gerichtete Kontaktfläche 6b des Sonotrodenträgers 2 presst.

[0095] Ferner zeigt Figur 5 eine weitere Bauform einer Sonotrodeneinheit in einer Frontansicht wie in Figur 1a.

[0096] Allerdings sind bei dieser Bauform keine Stützbooster vorhanden, sondern die Sonotrode 1 ist ausschließlich am zentral an der Oberseite der Sonotrode 1 angreifenden Antriebsbooster 8 des Konverters 9 befestigt.

[0097] Die Befestigung erfolgt mit einer Schraubverbindung 12, wie anhand der Figuren 1-3 beschrieben und in Figur 2 im Detail dargestellt, wobei dann der Klemmflansch 13 sich nicht vom Stützbooster 3 sondern eben vom Antriebsbooster 8 nach außen erstreckt. Ansonsten ist die Ausbildung der Schraubverbindung 12 analog.

[0098] Die eine der beiden Kontaktflächen **6a, b** ist also am Klemmflansch **13** des Antriebsboosters **8** ausgebildet, die andere an der Überwurfmutter **4.1**.

[0099] Die eine der beiden Anlageflächen **7a, b**, ist am Klemmflansch **13** des Antriebsboosters **8** ausgebildet, die andere an dem Sonotroden-Träger **2**.

BEZUGSZEICHENLISTE

[0100]

1	Sonotrode	
1a	Kontraktfläche	
2	Sonotroden-Träger	
2a	Sonotrodenseite	15
2b	Rückseite, Oberseite	
3	Stützbooster	
3'	axiale Richtung, Längsmittle, Booster-Richtung	
4	Mutter	20
4.1	Überwurfmutter	
4.1a	Pressflansch	
4.1.b	Muttern-Durchlass	
4'	Schraube	
5	Rohrflansch	25
6a,b	Kontaktfläche	
6a1 - 6a4	Teil-Anlagefläche	
7a,b	Anlagefläche	
8	Antriebsbooster	
8'	Boosterrichtung	30
9	Konverter	
10	Schwingungsrichtung	
11	Querrichtung	
11'	Querebene	
12	Schraubverbindung	35
12'	Schraubachse	
12a, b	Gewinde	
13	Klemmflansch	
14	radialer Überstand	
15	Steigung	40
16	Vertiefung	
17	Sonotroden-Gewinde	
18	axialer Überstand	
19	Gewindebohrung	
20	Antriebsdurchlass	45
21	Stütz-Durchlass	

Patentansprüche

1. Sonotrodeneinheit mit

- einer in Schwingungsrichtung **(10)** schwingfähigen Sonotrode **(1)**,
- einem Konverter **(9)** als Schwingungserzeuger, an dessen freiem Ende indirekt mittels einem dazwischen angeordneten Antriebsbooster **(8)** oder direkt die Sonotrode **(1)** befestigt ist,

- einem Sonotroden-Träger **(2)**, an dem die Sonotrode **(1)** mittels mehrerer in axialer Richtung **(3')**, insbesondere in Schwingungsrichtung **(10)**, verlaufender, Stützbooster **(3)** befestigt ist, indem

- zwei lotrecht zur Schwingungsrichtung **(10)** in einer Querebene **(11')** liegende Anlageflächen **(7a, b)** einerseits am Stützbooster **(3)** und andererseits am Sonotroden-Träger **(2)** gegeneinander gepresst sind,

- die axiale Position der gegeneinander gepressten Anlageflächen **(7a, b)** so gewählt ist, dass sie - sofern der Stützbooster **(3)** im Betrieb schwingt - auf der axialen Position eines Schwingungsknotens, also des Nulldurchganges der sich im Stützbooster **(3)** ausbildenden stehenden Welle, liegt,

dadurch gekennzeichnet, dass

- jedes Paar von Anlageflächen **(7a, b)** mittels einer Schraubverbindung **(12)** gegeneinander gepresst wird.

2. Sonotrodeneinheit mit

- einer in Schwingungsrichtung **(10)** schwingfähigen Sonotrode **(1)**,

- einem Konverter **(9)** als Schwingungserzeuger, an dessen freiem Ende indirekt mittels einem dazwischen angeordneten Antriebsbooster **(8)** die Sonotrode **(1)** befestigt ist,

- einem Sonotroden-Träger **(2)**, an dem die Sonotrode **(1)** mittels des Antriebsbooster **(8)** befestigt ist, indem

- zwei lotrecht zur Schwingungsrichtung **(10)** in einer Querebene **(11')** liegende Anlageflächen **(7a, b)** einerseits am Antriebsbooster **(8)** und andererseits am Sonotroden-Träger **(2)** gegeneinander gepresst sind,

- die axiale Position der gegeneinander gepressten Anlageflächen **(7a, b)** so gewählt ist, dass sie - sofern der Antriebsbooster **(8)** im Betrieb schwingt - auf der axialen Position eines Schwingungsknotens, also des Nulldurchganges der sich im Antriebsbooster **(8)** ausbildenden stehenden Welle, liegt,

dadurch gekennzeichnet, dass

- jedes Paar von Anlageflächen **(7a, b)** mittels einer Schraubverbindung **(12)** gegeneinander gepresst wird.

3. Sonotrodeneinheit nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass

- die ineinandergreifende Gewinde **(12a, b)** der

- Schraubverbindung (12) jeweils konzentrisch um die axiale Richtung (3') des jeweiligen Stützboosters (3) oder Antriebsbooster (8) umlaufen, und/oder
- zwei mittels der Schraubverbindung (12) gegeneinander pressbare, insbesondere lotrecht zur Schwingungsrichtung (10) in einer Querebene (11') liegende, Kontaktflächen (6a, b) vorhanden sind, von denen
 - die eine an einer Schraube (4') oder Mutter (4) der Schraubverbindung (12) ausgebildet ist und
 - die andere an dem Sonotroden-Träger (2) oder dem Stützbooster (3) bzw. Antriebsbooster (8) ausgebildet ist.
4. Sonotrodeneinheit nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
- die eine Kontaktfläche (6a) an dem Stützbooster (3) bzw. Antriebsbooster (8) lotrecht zu dessen axialer Richtung (3'), insbesondere von dessen Anlagefläche (7a) wegweisend, angeordnet ist und die andere Kontaktfläche (6b) an einer Mutter (4), insbesondere einer Überwurf-Mutter (4.1), der Schraubverbindung (12),
- und/oder
- ein Innengewinde (12a) in einer Mutter (4) einerseits vorhanden ist und ein Außengewinde (12b) auf dem Außenumfang entweder des Stützboosters (3) bzw. Antriebsbooster (8) oder des Sonotroden-Trägers (2), angeordnet ist.
5. Sonotrodeneinheit nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass die Kontaktflächen (6a, b) jeweils
- um die Längsachse (12') der Schraubverbindung (12) und/oder der axialen Richtung (3', 8') des jeweiligen Stützboosters (3) bzw. Antriebsbooster (8) herum, insbesondere konzentrisch hierzu, angeordnet sind,
- und/oder
- die beiden Kontaktfläche (6a, b) im gegeneinander gepressten Zustand betrachtet in Schwingungsrichtung (10) deckungsgleich sind.
- und/oder
- jede Kontaktfläche (6a, b) einteilig oder mehrteilig ausgebildet ist,
- und insbesondere wenigstens eine der Kontaktfläche, insbesondere beide, ringförmig konzentrisch um die Längsmittlinie (3') des jeweiligen Stützboosters (3) bzw. Antriebsbooster (8) herum angeordnet ist.
- (Mutter auf Sonotroden-Seite des Sonotrodenträgers)
6. Sonotrodeneinheit nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass die am Stützbooster (3) bzw. Antriebsbooster (8) vorhandene Kontaktfläche (6a) an einem radial nach außen vorstehende Klemmflansch (13) ausgebildet ist, und die an der Überwurf-Mutter (4.1) ausgebildete Kontaktfläche (6b) an einem nach innen weisenden Pressflansch (4a) der Überwurf-Mutter (4.1) ausgebildet ist.
7. Sonotrodeneinheit nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
- die Schraubverbindung (12) auf der von der Sonotrode (1) abgewandten Seite bezüglich der Kontaktflächen (6a, b) angeordnet ist, um dort die Restspannungen durch Dämpfung abzubauen, und/oder
 - die Dicke des Klemmflansches (13) so gering wie möglich gewählt wird, so dass gerade noch eine ausreichende mechanische Stabilität im Schwingungsbetrieb der Sonotrode (1) erreicht wird, und/oder
 - der radiale Überstand (14) des Klemmflansches (13) so gering wie möglich gewählt wird, sodass die für die Materialpaarung der beiden Kontaktflächen maximal zulässige Flächenpressung bei dem benötigten Anzugs-Drehmoment der Schraubverbindung (12) gerade nicht erreicht wird.
8. Sonotrodeneinheit nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
- der radiale Überstand des Klemmflansches (13) zwischen 2 mm und 7 mm beträgt, insbesondere zwischen 3 mm und 6 mm beträgt,
- und/oder
- bei einer Schwingungsfrequenz der Sonotrode (1) von 20 KHz der radiale Überstand zwischen 4 mm und 5 mm beträgt und bei einer Frequenz von 35 KHz der radiale Überstand zwischen 2,5 mm und 3,5 mm beträgt,

und / oder

- mit zunehmender Frequenz der Schwingung der Sonotrode (1) - insbesondere ausgehend von den vorstehend genannten Werten - der radiale Überstand (14) immer geringer gewählt wird.

9. Sonotrodeneinheit nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass

- der Außenumfang des die Überwurfmutter (4) axial durchlaufenden Stützboosters (3) bzw. Antriebsbooster (8) zum Innenumfang des Pressflansches (4a) der Überwurfmutter (4) einen Abstand einhält, und/oder

- von der der Sonotrode (1) zugewandten Sonotrodenseite des Sonotrodenträgers (2) an der Befestigungsposition für jeden Stützbooster (3) bzw. Antriebsbooster (8) ein, insbesondere einstückig zusammen mit dem Sonotrodenträger (2) ausgebildeter, in axialer Richtung (10) verlaufender, Rohrflansch (5) ausgebildet ist, dessen innerer zylindrischer Freiraum sich in den Sonotrodenträger (2) hinein als Sacklochbohrung oder Durchgangsbohrung fortsetzt und dessen freie Stirnfläche die andere Kontaktfläche (6b) darstellt, und/oder

- die freie Stirnfläche des Rohrflansches (5) den gleichen Außendurchmesser besitzt wie der Außendurchmesser des Klemmflansches des Stützboosters (3) bzw. Antriebsbooster (8).

10. Sonotrodeneinheit nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass

- die Überwurfmutter (4) eine solche axiale Länge besitzt, dass sie in der montierten Position, also bei zwischen dem Pressflansch der Überwurfmutter (4) und der freien Stirnfläche des Rohrstützens (5) verklemmt im Klemmflansch (13) mit ihrem freien Ende einen solchen Mindestabstand zur Sonotrodenseite des Sonotrodenträgers (2) einnimmt, dass dieser auch im Betrieb bei schwingender Sonotrode (1) den Sonotrodenträger (2) nicht erreichen kann, und/oder

- die axiale Länge des Überstandes (18) des Stützboosters (3) über den Klemmflansch (13) hinaus nach oben, also in Richtung Sonotrodenträger (2), so gewählt wird, dass sich das freie Ende des Stützboosters (3) an der Position eines Schwingungsknotens im Betrieb der Sonotrodeneinheit befindet.

(Mutter/Schraube auf von der Sonotrode abgewand-

ten Seite des Sonotrodenträgers)

11. Sonotrodeneinheit nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass die Mutter (4) oder die Schraube (4') auf von der Sonotrode (1) abgewandten Seite des Sonotrodenträgers (2) angeordnet ist.
(Mittels Mutter oder Schraube)

12. Sonotrodeneinheit nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass

- entweder der Überstand (18) so groß ist, dass der Stützbooster (3) bzw. Antriebsbooster (8) auf der von der Sonotrode (1) abgewandten Rückseite (2b) des Sonotrodenträgers (2) vorsteht und auf dem über die Rückseite (2b) vorstehenden Teil des Stützboosters (3) bzw. Antriebsbooster (8) ein Außengewinde (12a) aufgebracht ist, auf welches eine Mutter (4) mit einem Innengewinde (12b) auf geschraubt ist, welches sich auf der Rückseite (2b) des Sonotrodenträgers (2) abstützt,

- oder in der von der Sonotrode (1) abgewandten Rückseite des Stützfußes (3) eine Gewindebohrung 19 vorhanden ist, in die eine Schraube (4') ein geschraubt ist, die sich mit der Unterseite Ihres Schraubenkopfes auf der Rückseite (2 b) des Sonotrodenträgers (2) abstützt,

und insbesondere der Stützbooster (3) bzw. Antriebsbooster (8) nicht über die von der Sonotrode (1) abgewandte Rückseite (2b) des Sonotrodenträgers (2) vorsteht.

(Allgemeines)

13. Sonotrodeneinheit nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass

- der Stützbooster (3) bzw. Antriebsbooster (8) einerseits und der Sonotroden-Träger (2) andererseits wenigstens im Bereich der Gewinde (12a, b), insbesondere vollständig, einerseits aus Edelstahl und andererseits aus einer anderen Metalllegierung, insbesondere aus Titan, bestehen, und/oder

- die Schraubverbindung (12) mit einem so hohen Drehmoment festgezogen ist, dass auch im Betrieb, also bei schwingender Sonotrode (1) die Anlageflächen (7a, b) in keinem Betriebszustand drucklos aneinander anliegen oder gar von einander abheben können.

14. Sonotrodeneinheit nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass

- die Wandstärke der Mutter (4), insbesondere der Überwurf-Mutter (4.1) oder der Schaftdurchmesser der Schraube (4') im axialen Bereich ihres Innengewindes so gering wie möglich gewählt wird, um das benötigte Anzugs-Drehmoment aufnehmen zu können und eine ausreichende mechanische Stabilität auch im Schwingungsbetrieb der Sonotrode (1) gewährleisten zu können

und / oder

- die Wandstärke der Mutter (4) oder der Schaftdurchmesser der Schraube (4') so gering gewählt wird, dass die montierten Muttern (4) in axialer Richtung betrachtet seitlich nicht über die Fläche der Sonotrode (1) vorstehen

und / oder

- bei zunehmender Frequenz der Schwingung der Sonotrode (1) die Flanschdicke dünner gewählt wird

und / oder

- bei einer Schwingfrequenz der Sonne rot rote (1) von 20 bis 35 KHz die Wandstärke der Übermutter (4) im Bereich ihres Innengewindes (12b) einschließlich der radialen Erstreckung des Gewindes zwischen 1 mm und 5 mm beträgt, insbesondere bei einer Schwingfrequenz von 20 KHz die Wandstärke 1,5 mm bis 2,5 mm, vorzugsweise 2 mm beträgt.

15. Sonotrodeneinheit nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass

- die Steigung (15) des Feingewindes unabhängig von der Frequenz der Schwingung der Sonotrode (1) immer gleich gewählt wird, jedoch bei steigender Frequenz der Durchmesser des Feingewindes (12a, b) abnehmend gewählt wird,

und/oder

- mit zunehmender Frequenz der Schwingung der Sonotrodeneinheit (1) im Betrieb der Durchmesser der Stützbooster (3) geringer gewählt wird.

16. Sonotrodeneinheit nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass

- die ringförmige ebene Kontaktfläche (6a, b) durch Vertiefungen (16) unterbrochen ist, in sich in Umfangsrichtung beabstandet aneinander anschließende, segmentförmige Teil-Kontaktflächen (6a1, 6b1), falls die sich ringförmig umlaufende Kontaktfläche bedingt durch vorgegebene Parameter größer wäre, als es für das Unterschreiten der maximal zulässigen Flächenpressung bei der vorliegenden Materialpaarung der beiden Kontaktflächen zulässig ist, und/oder

- die Stützbooster (3) bzw. Antriebsbooster (8) bei einer in axialer Richtung (10) betrachtet rechteckigen Sonotrode (1) in den Eckbereichen der Sonotrodeneinheit so angeordnet sind, dass die zwischen Sonotrodenträger (2) und Sonotrode (1) montierten Stützbooster (3) bzw. Antriebsbooster (8) im fertig montierten Zustand, also insbesondere einschließlich der Überwurfmutter (4) oder Schraube (4'), nicht über den Außenumfang der Sonotrode (1) vorstehend und insbesondere der Sonotrodenträger (2) in diese Blickrichtung nicht über den Umfang der Sonotrode (1) vorsteht.

17. Sonotrodeneinheit nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass

- die Stützbooster (3) bzw. Antriebsbooster (8) an ihrem Sonotrodenseitigen Ende auf der Außenseite ein Sonotroden-Gewinde (17), insbesondere ein Feingewinde, aufweisen und mit diesem in ein Sacklochgewinde in der Rückseite der Sonotrode (1) mit ihrem Sonotroden-Außengewinde eingeschraubt sind, und/oder

- das Sonotroden-gewinde einerseits und das Außengewinde (12b) des Rohrstützens (5) andererseits gegenläufig drehende Steigungen aufweisen, also Linksgewinde einerseits und Rechtsgewinde andererseits, und/oder

- der Abstand zwischen Sonotrodenträger (2) und Sonotrode (1) im montierten Zustand so gewählt wird, dass die aneinander anliegenden Kontaktflächen (6a, b) in einem Schwingungsknoten, also einem Nulldurchgang der im Stützbooster (3) vorliegenden Schwingung liegen.

18. Sonotrodeneinheit nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass

zwischen dem Innenumfang sowohl des Rohrstützens (5) als auch der Sacklochbohrung oder Durchgangsbohrung im Sonotrodenträger (2) und dem Außenumfang des axialen Überstandes des Stützbooster (3) bzw. Antriebsbooster (8) über dem Klemmflansch hinaus ein radialer Abstand vorhanden ist, der

- so groß ist, dass auch im schwingenden Betrieb der Sonotrode (1) dieser axiale Überstand nicht die ihn radial umgebenden Bauteile kontaktieren kann

und / oder

- der radiale Abstand maximal 1,2 mm, besser maximal 1 mm, besser maximal 0,5 mm, besser maximal 0,2 mm beträgt,

und / oder

- der radiale Abstand mindestens 0,05 mm, besser 0,1 mm beträgt.

19. Verfahren zum Befestigen der Stützbooster (3) oder des Antriebsbooster (8) einer Sonotrodeneinheit an einem Sonotrodenträger (2) durch Verklemmen zweier lotrecht zur Schwingungsrichtung (10) angeordneter Anlageflächen (7a, b) des Sonotrodenträger (2) einerseits und des Stützbooster (3) bzw. Antriebsbooster (8) andererseits in Schwingungsrichtung (10) gegeneinander, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verklemmen durch Festziehen einer Schraubverbindung (12) durchgeführt wird.

20. Verfahren nach Anspruch 19, **dadurch gekennzeichnet, dass**

- die Schraubverbindung (12) mit einem so hohen Drehmoment festgezogen wird, dass auch im Betrieb, also bei schwingender Sonotrode (1) die Anlageflächen (7a, b) in keinem Betriebszustand drucklos aneinander anliegen oder gar von einander abheben können, und/oder
- die Dicke des Klemmflansches (13) so gering wie möglich gewählt wird, so dass gerade noch eine ausreichende mechanische Stabilität im Schwingungsbetrieb der Sonotrode (1) erreicht wird.

21. Verfahren nach einem der vorhergehenden Verfahrensansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass**

- der radiale Überstand (14) des Klemmflansches (13) so gering wie möglich gewählt wird, sodass die für die Materialpaarung der beiden Kontaktflächen maximal zulässige Flächenpressung bei dem benötigten Anzugs-Drehmoment der Schraubverbindung (12) gerade nicht erreicht wird, und/oder
- mit zunehmender Frequenz der Schwingung der Sonotrode (1) - insbesondere ausgehend von den vorstehend genannten Werten - der radiale Überstand (14) immer geringer gewählt

wird.

22. Verfahren nach einem der vorhergehenden Verfahrensansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass**

- die Wandstärke der Mutter (4), insbesondere der Überwurf-Mutter (12.1) im axialen Bereich ihres Innengewindes so gering wie möglich gewählt wird, um das benötigte Anzugs-Drehmoment aufnehmen zu können und eine ausreichende mechanische Stabilität auch im Schwingungsbetrieb der Sonotrode (1) gewährleisten zu können

und / oder

- die Wandstärke der Mutter (4) so gering gewählt wird, dass die montierten Muttern (4) in axialer Richtung betrachtet seitlich nicht über die Fläche der Sonotrode (1) vorstehen

und / oder

- bei zunehmender Frequenz der Schwingung der Sonotrode (1) die Flanschdicke dünner gewählt wird.

23. Verfahren nach einem der vorhergehenden Verfahrensansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass**

- die Steigung (15) des Feingewindes unabhängig von der Frequenz der Schwingung der Sonotrode (1) immer gleich gewählt wird, jedoch mit zunehmender Frequenz der Schwingung der Sonotrodeneinheit (1) im Betrieb der Durchmesser der Stützbooster (3) geringer gewählt wird, und/oder

- der Abstand zwischen Sonotrodenträger (2) und Sonotrode (1) im montierten Zustand so gewählt wird, dass die aneinander anliegenden Kontaktflächen (6a, b) in einem Schwingungsknoten, also einem Nulldurchgang der im Stützbooster (3) vorliegenden Schwingung, liegen, und/oder

- die axiale Länge des Überstandes des Stützbooster (3) über den Klemmflansch hinaus nach oben, also in Richtung Sonotrodenträger (2), so gewählt wird, dass das freie Ende des Stützbooster (3) auf einem Schwingungsknoten liegt.

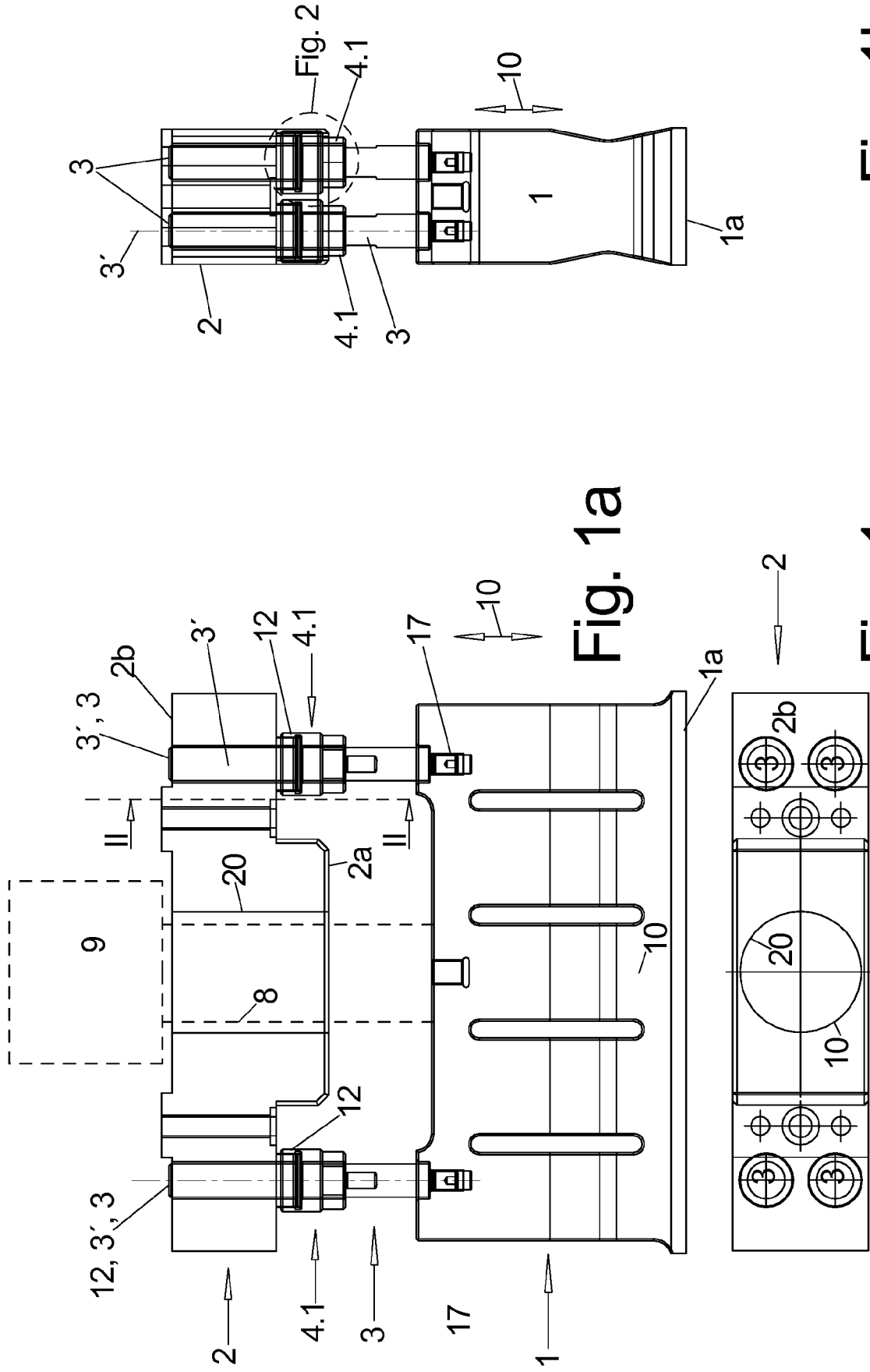


Fig. 1a

Fig. 1b

Fig. 1c

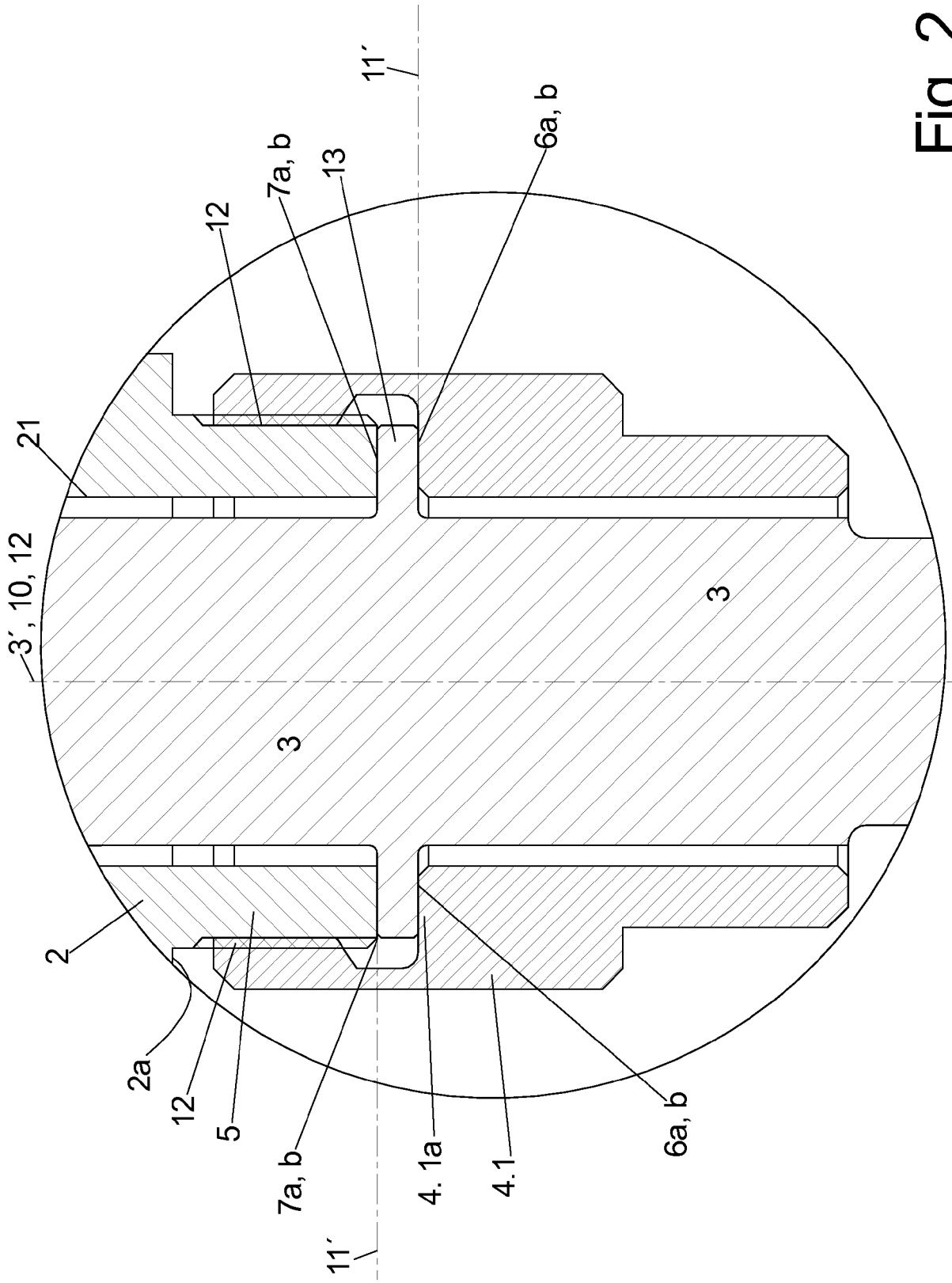


Fig. 2

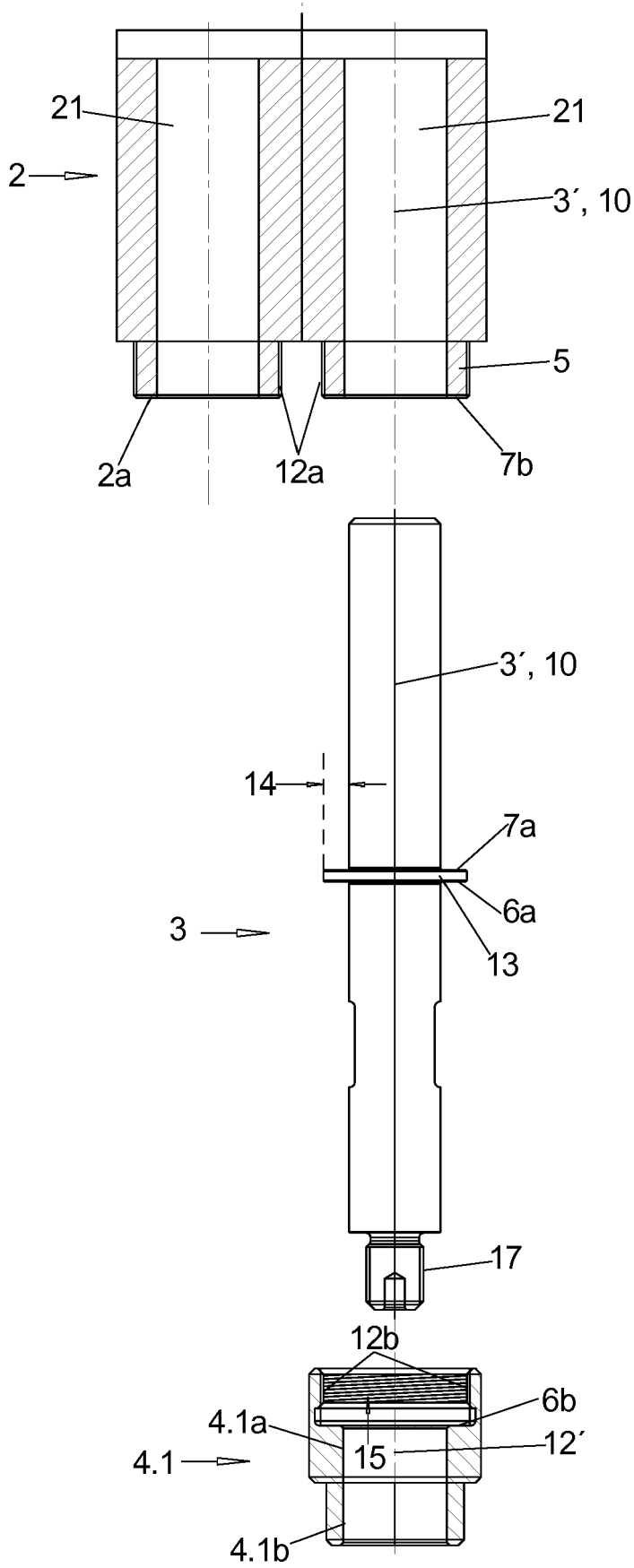


Fig. 3a

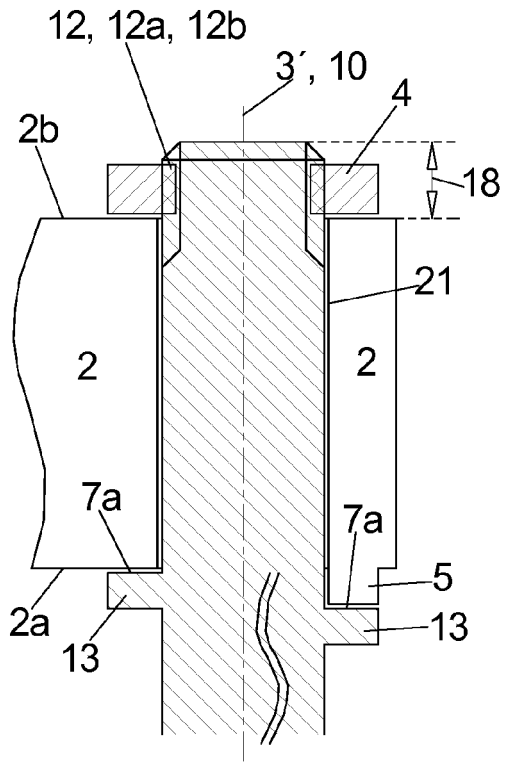


Fig. 4a

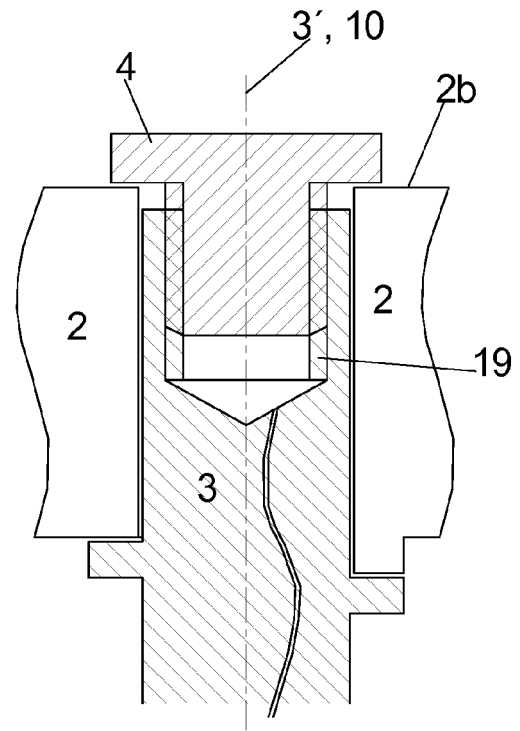


Fig. 4b

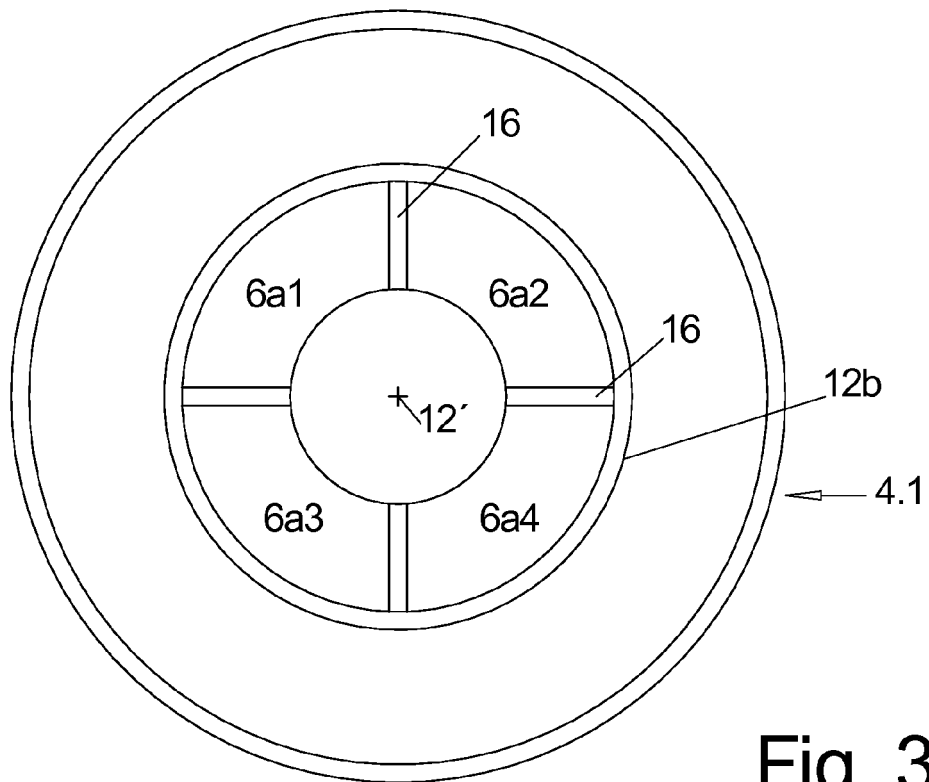


Fig. 3b

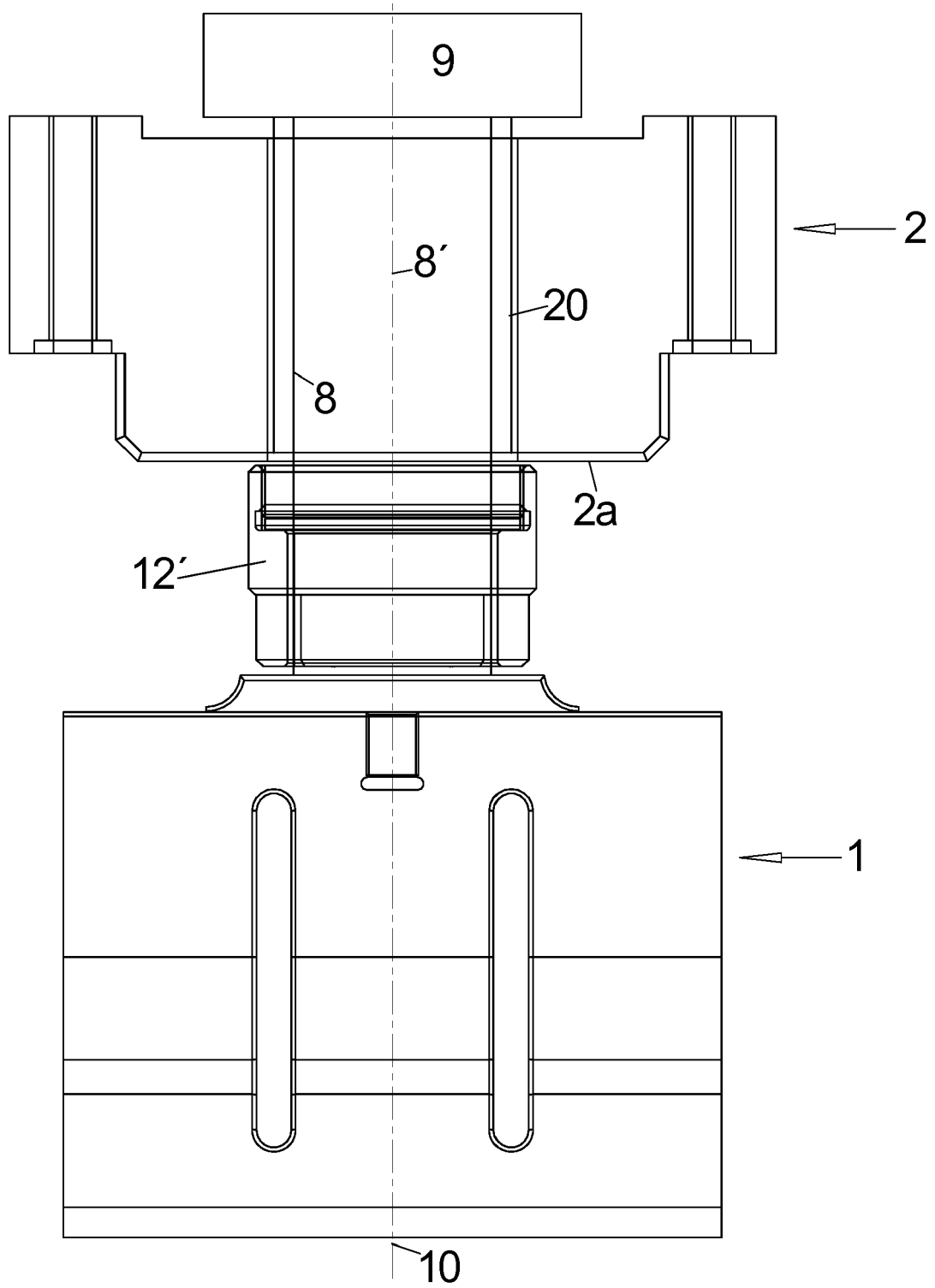


Fig. 5



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 17 19 1641

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
Y	DE 20 2004 003917 U1 (SONOTRONIC NAGEL GMBH [DE]) 19. Mai 2004 (2004-05-19) * Absatz [0016] - Absatz [0020]; Abbildung 1 *	1-23	INV. B06B3/00
Y	EP 1 097 869 A1 (SHIKOKU KAKOKI CO LTD [JP]; MISHIMA TAIJI [JP]) 9. Mai 2001 (2001-05-09) * Absatz [0021] - Absatz [0024] * * Absatz [0050] - Absatz [0051] *	1-23	
A	US 2010/006235 A1 (PATRIKIOS MIKE [US] ET AL) 14. Januar 2010 (2010-01-14) * Absätze [0004], [0036], [0038] *	1-23	
A	US 2 947 886 A (MCGUNIGLE RICHARD D) 2. August 1960 (1960-08-02) * Spalte 1, Zeile 47 - Spalte 2, Zeile 24 *	1-23	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			B06B B23K B29C
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 14. Februar 2018	Prüfer Lorne, Benoît
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 17 19 1641

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

14-02-2018

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
	DE 202004003917 U1	19-05-2004	KEINE	

15	EP 1097869 A1	09-05-2001	CN 1294558 A	09-05-2001
			DE 69926758 D1	22-09-2005
			DE 69926758 T2	30-03-2006
			EP 1097869 A1	09-05-2001
			JP 4147309 B2	10-09-2008
20			US 6605178 B1	12-08-2003
			WO 9948759 A1	30-09-1999

	US 2010006235 A1	14-01-2010	KEINE	

25	US 2947886 A	02-08-1960	KEINE	

30				
35				
40				
45				
50				
55				

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82