



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 101 00 984 B4** 2009.11.26

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **101 00 984.4**
(22) Anmeldetag: **10.01.2001**
(43) Offenlegungstag: **11.07.2002**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **26.11.2009**

(51) Int Cl.⁸: **G01F 25/00** (2006.01)
B01L 3/02 (2006.01)

Innerhalb von drei Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:
Mettler-Toledo AG, Greifensee, CH

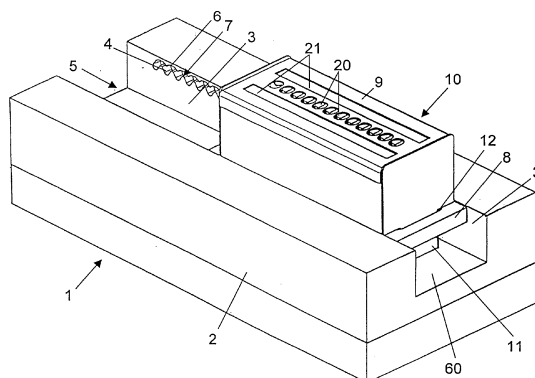
(74) Vertreter:
LEINWEBER & ZIMMERMANN, 80331 München

(72) Erfinder:
Lüchinger, Paul, Uster, CH

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:
DE 299 17 940 U1

(54) Bezeichnung: **Vorrichtung für die Kalibrierung von Mehrkanal-Pipetten mittels Vorrichtung für den Transport von Gefäßen zu einer Messeinrichtung**

(57) Hauptanspruch: Vorrichtung zur gravimetrischen Kalibrierung von Mehrkanal-Pipetten mit einer Waage (37), die einen Lastaufnehmer (38) mit einer Halterung für Gefäße (13) aufweist, mit einer Haltevorrichtung (10) zur Aufnahme von mehreren mittels der zu kalibrierenden Mehrkanal-Pipette befüllbaren Gefäßen (13), in welcher die Gefäße (13) in definiertem Abstand voneinander gehalten sind, und mit einer Transportvorrichtung (1) für den Transport der Haltevorrichtung (10) zum Lastaufnehmer (38), mit Mitteln zur aufeinanderfolgenden Übergabe der einzelnen Gefäße (13) an den Lastaufnehmer (38) und dem Entfernen der einzelnen Gefäße (13) von dem Lastaufnehmer (38).



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung für die Kalibrierung von Mehrkanal-Pipetten mit Hilfe einer Messeinrichtung sowie eine Vorrichtung für den Transport von Gefässen zur Messeinrichtung.

[0002] Pipetten sind Instrumente zur Übertragung von Messflüssigkeiten von Gefäss zu Gefäss und kommen insbesondere in Laboratorien zur Anwendung. Oft stehen Pipettierungen am Anfang einer Reihe analytischer Untersuchungen, wobei das Arbeiten mit Mehrkanal-Pipetten sich durch eine besonders hohe Effizienz auszeichnet, da mit deren Hilfe gleichzeitig, parallel die Messflüssigkeit aus einem oder mehreren Gefässen entnommen und entsprechend mehreren Gefässen zugeführt werden kann. Dabei ist es von besonderer Bedeutung, dass alle Kanäle das gleiche Volumen aufnehmen und an die neuen Gefässe abgeben. Entsprechend der Höhe der Anforderungen an die Genauigkeit der übertragenen Flüssigkeitsmenge müssen diese Pipetten, besonders Mehrkanal-Pipetten, mehrere Male im Laufe eines Jahres geprüft werden. Ausserdem verlangen auch Richtlinien und internationale Normen die regelmässige Überprüfung von Pipetten. Diese Überprüfung wird häufig auch als Kalibrierung bezeichnet.

[0003] Kolbenbasierte Luftpolsterpipetten, beispielsweise, können oberhalb eines Volumens von 1 µl mittels der gravimetrischen Methode kalibriert werden, wobei das Volumen der Messflüssigkeit (in der Regel destilliertes Wasser) aus deren Gewicht und Dichte ermittelt wird. Dabei sind Einflussparameter, wie Temperatur, Luftdruck und Luftfeuchtigkeit zu überprüfen und im Messresultat zu berücksichtigen. Die entsprechenden Vorschriften sind zum Beispiel im pr-EN 8655 oder ISO/DIS 8655, Teil 6 niedergelegt. Für Pipetten mit einem variablen Volumen erfolgt die Überprüfung anhand von Messungen mit 100%, 50% und mindestens 10% des nominellen Volumens. Bei einer vollständigen Kalibrierung oder Prüfung einer Pipette müssen gemäss Norm zehn oder mehr Pipettierungen pro Volumen durchgeführt werden. Die pr-EN 8655 oder ISO/DIS 8655, Teil 6, Abschnitt 7.3 schreibt vor, dass zur Kalibrierung von Mehrkanal-Pipetten alle Kanäle der Mehrkanal-Pipette mit der Prüfflüssigkeit befüllt werden müssen, wobei jedoch nur die Flüssigkeit des Kanals, der gerade geprüft wird, in das Prüfgefäss auf dem Lastaufnehmer entleert werden darf. Dies bedeutet, jeder Kanal muss einzeln für sich vermessen werden. Unter Berücksichtigung der Vorschriften, die bereits für eine Einkanal-Pipette 30 Befüllungen mit anschliessender Vermessung für einen Kalibriergang fordern, ergeben sich nun für Mehrkanal-Pipetten mit variablem Volumen, mit beispielsweise 12 Kanälen, 360 Befüllungen mit anschliessender Wägung, was oft mehrere Stunden beansprucht.

[0004] Eine Vorrichtung zur gravimetrischen Prüfung von Mehrkanal-Pipetten ist in der DE 299 17 940 U1 beschrieben, welche einer Anzahl von Aufnahmen für ein Prüfvolumen, der Anzahl der Kanäle (mindestens zwei) entsprechend, jeweils eine Wägezelle zum Wiegen des Behältnisses oder des Prüfvolumens zuordnet. Für eine Zwölfkanal-Pipette bedeutet dies das notwendige Vorhandensein von zwölf Wägezellen.

[0005] Nachteilig bei dieser Ausführung einer Vorrichtung zur gravimetrischen Prüfung von Mehrkanal-Pipetten ist, dass mehrere – nämlich der Anzahl der Pipetten-Kanäle entsprechende – Wägezellen vorhanden sein müssen, welche an sich ebenfalls kalibriert sein müssten. Dies ist jedoch äusserst kostenintensiv. Darüber hinaus müssen diese Wägezellen noch in relativ kleinen Abständen voneinander positioniert sein, was eine negative Rückwirkung auf die Genauigkeit der Wägung hat, da auf solch kleinem Raum sich allenfalls Wägezellen mit Dehnmessstreifen unterbringen lassen und diese den Genauigkeitsanforderungen für eine Kalibrierung von Pipetten nicht immer genügen. Ausserdem ist es schwierig, zu vermeiden, dass sich infolge der Erwärmung der Wägezellen im Betrieb und dem Wärmeübertrag auf benachbarte Wägezellen, ein Temperaturgradient über die Wägezellenanordnung aufbaut. Im Falle einer Ausfertigung der Vorrichtung zur gravimetrischen Prüfung von Mehrkanal-Pipetten, bei welcher beispielsweise die hochauflösenderen Wägezellen mit elektromagnetischer Kraftkompensation verwendet werden, müssen diese in einem grösseren Abstand voneinander angeordnet sein, als dem Abstand der Messgefässe beim Befüllen entspricht. Für den Transport der Messgefässe zu deren jeweiligem Lastaufnehmer muss dann eine komplexe und aufwendige Gestänge- und Hebelanordnung sorgen. Diese genauere Lösung sowie auch deren komplexe Überwachung und Kalibration verursacht daher sehr hohe Kosten.

[0006] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, eine Vorrichtung zur gravimetrischen Kalibrierung von Mehrkanal-Pipetten zu schaffen, in einfacher Ausgestaltung und ohne Verlust an Präzision der Kalibriermessungen, die darüber hinaus noch kostengünstig ist und den Zeitaufwand für die Kalibration von Mehrkanal-Pipetten auf ein vertretbares Mass reduziert.

[0007] Gelöst wird diese Aufgabe mit einer Vorrichtung zur Kalibrierung von Mehrkanal-Pipetten gemäss Anspruch 1

[0008] In einer Vorrichtung zur gravimetrischen Kalibrierung von Mehrkanal-Pipetten ist eine Waage, die einen Lastaufnehmer mit einer Halterung für Gefässe aufweist, eine Haltevorrichtung zur Aufnahme von mehreren mittels der zu kalibrierenden Mehrka-

nal-Pipette befüllbaren Gefässen und eine Transportvorrichtung für den Transport der Haltevorrichtung zum Lastaufnehmer vorhanden. Die Gefässe sind in der Haltevorrichtung in definiertem Abstand voneinander gehalten. Die Transportvorrichtung ist mit Mitteln zur aufeinanderfolgenden Übergabe der einzelnen Gefässe an den Lastaufnehmer und dem Entfernen der einzelnen Gefässe von dem Lastaufnehmer ausgestattet.

[0009] Dadurch, dass diese Vorrichtung lediglich eine einzige Waage enthält, ist die Lösung kostengünstiger und weist durch ihre Einfachheit gegenüber dem Stand der Technik einen geringeren Platzbedarf aus. Es kann daher bei der Ausstattung der Vorrichtung Wert auf die Verwendung einer hochpräzisen Waage gelegt werden, welche über eine übliche Kalibriervorrichtung verfügt, und die den in der Norm beschriebenen hohen Anforderungen an eine Vorrichtung zur Kalibrierung von Mehrkanal-Pipetten gerecht wird. Die Transportvorrichtung und/oder die Haltevorrichtung sind so ausgestaltet, dass die Gefässe auf dem Lastaufnehmer präzise positioniert werden. Die erfindungsgemässe Vorrichtung kann als Zubehör zu einer handelsüblichen Analysenwaage mit hoher Auflösung oder als integriertes System angeboten werden.

[0010] In einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung ist die Transportvorrichtung von einem Gehäuse umgeben, innerhalb dessen die Waage installiert ist. Der Lastaufnehmer ist auf der Waage stehend angeordnet und ragt durch eine Öffnung des Gehäuses in die Haltevorrichtung hinein. Dabei ist der Lastaufnehmer mittels zweier an dem Lastaufnehmer befestigter Seitenflügel, die an ihrem oberen Ende jeweils eine Kerbe aufweisen zur hängenden Aufnahme eines zu wiegenden Gefässes ausgebildet.

[0011] Eine vorteilhafte Weiterbildung der Erfindung besteht darin, dass der definierte Abstand dem Abstand der Pipettenspitzen einer zu kalibrierenden Mehrkanal-Pipette entspricht und die Anzahl der in der Haltevorrichtung vorhandenen Gefässe mindestens der Anzahl der Spitzen einer zu kalibrierenden Mehrkanal-Pipette entspricht.

[0012] Die für den Transport der Haltevorrichtung zum Lastaufnehmer ausgestaltete Transportvorrichtung ist nicht ausschliesslich auf die Verwendung in einer Vorrichtung zur Kalibrierung von Mehrkanal-Pipetten beschränkt. Sie kann ebenso in einer Haltevorrichtung gehaltene Gefässe einer anderen Messeinrichtung, beispielsweise einem Spektrometer, zuführen.

[0013] Dabei ist die Transportvorrichtung zu einer Messeinrichtung mit einer Haltevorrichtung für mit einer Flüssigkeit oder schüttfähigen Festkörpern füllba-

re Gefässe versehen, wobei in der Haltevorrichtung die Gefässe selbstzentrierend und einzeln handhabbar gehalten sind. Die Haltevorrichtung ist auf der Transportvorrichtung transportierbar ausgestaltet und verfügt über Mittel zur Dämpfung der Gefässe in Bezug auf eine auf die Gefässe einwirkende Auslenkung aus der Gleichgewichtslage. Die Transportvorrichtung ist mit Mitteln zur aufeinanderfolgenden Übergabe der Gefässe an die Messeinrichtung ausgestattet, wobei gleichzeitig mit dem Entfernen eines Gefässes von der Messeinrichtung die Zuführung des nächsten Gefässes an die Messeinrichtung erfolgt.

[0014] Die Gefässe können einen runden, einen ovalen oder einen rechteckigen Querschnitt aufweisen und sind vorzugsweise in einem definierten Abstand voneinander in der Haltevorrichtung angeordnet, wobei die Haltevorrichtung ein Raster mit Vertiefungen aufweist, in welchen die Gefässe mittels an ihrem oberen Ende befestigten, starren Haltestegen eingreifen.

[0015] In einer bevorzugten Ausgestaltung bestehen die Haltestege aus Holmen, die an ihrer Innenseite in einer Art Fassung den Umfang eines Gefässes teilweise umschliessen und, nahe ihrem äusseren Ende, einen Aussen-Konus bilden. Zusätzlich weist mindestens einer der Holmen einen von innen nach aussen sich zunächst erweiternden und dann wieder verjüngenden Doppelkonus auf. Mit dem sich zwischen dem Doppelkonus und dem Aussen-Konus bildenden Einstich greift der Haltesteg in die Vertiefungen des Rasters ein.

[0016] Eine besonders vorteilhafte Weiterbildung der Erfindung sieht vor, dass die Haltevorrichtung von der Transportvorrichtung trennbar ausgebildet ist.

[0017] Zur Vermeidung von Verschmutzung und zur Reduktion der Verdunstung weist die Haltevorrichtung einen Deckel auf. Ausserdem besitzt sie in der Nähe der Öffnungen zum Befüllen der Gefässe mindestens eine mit Prüfflüssigkeit befüllbare Wanne, womit eine weitere Verringerung der Verdunstung mittels Sättigung der umgebenden Luft erreicht wird. Der Vermeidung von Windeinfluss, insbesondere auch auf den Lastaufnehmer der Vorrichtung für die Kalibrierung von Mehrkanal-Pipetten, dienen Mittel zum Abdichten beim Aufsetzen der Haltevorrichtung auf eine flache Unterlage, über die diese an ihrer Unterseite verfügt.

[0018] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist die Transportvorrichtung für die Ausführung einer Vorwärts- und/oder einer Rückwärtsbewegung und gleichzeitig einer Heb- und Senkbewegung der Haltevorrichtung ausgebildet, wobei ein einziger Antrieb, der von einem einzigen Motor aus erfolgt, in der Transportvorrichtung vor-

handen ist.

[0019] Eine vorteilhafte Ausführungsform der Erfindung sieht vor, dass die Transportvorrichtung einen Schlitten und eine Transportbahn, in welcher sich der Schlitten bewegt, aufweist und, dass im Schlitten eine Aufnahme für die Haltevorrichtung vorhanden ist. Zur Führung des Schlittens besitzt die Transportvorrichtung mindestens ein Transportraster. Die Transportvorrichtung verfügt vorzugsweise über einen Positionssensor zur Feststellung der aktuellen Stellung der Haltevorrichtung oder des Schlittens in der Transportvorrichtung.

[0020] In einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung ist die Transportvorrichtung von einem Gehäuse umgeben und der Antrieb ist am Gehäuse befestigt. Dieser weist ein Antriebsrad mit mindestens zwei Bolzen sowie eine am Schlitten oder an der Haltevorrichtung angebrachte bogenförmige Antriebsrasterung auf, wobei die Bolzen in die Antriebsrasterung eingreifbar ausgebildet sind. Dabei besitzen die Antriebsrasterung, das Transportraster und das Raster der Haltevorrichtung die gleiche Periode.

[0021] Die Haltevorrichtung kann mittels der Transportvorrichtung auf einer linearen Bahn oder auf einer kreisförmigen Bahn geführt werden, wobei im letzteren Falle auch bereits die Haltevorrichtung kreisförmig in der Art eines runden Magazins ausgebildet sein kann.

[0022] Eine Weiterbildung der Erfindung sieht vor, dass die Gefässe, beispielsweise an ihrem Boden, einen Code aufweisen und in der Transportvorrichtung ein Sensorkopf angeordnet ist und dass Mittel zum Übermitteln des Codesignals vom Code zum Sensorkopf vorhanden sind und/oder dass die Haltevorrichtung einen Code aufweist und an der Transportvorrichtung in gleicher Höhe mit dem Code eine Sensoranordnung angeordnet ist.

[0023] Bevorzugte Ausgestaltungen der erfindungsgemässen Vorrichtung zur gravimetrischen Kalibrierung von Mehrkanal-Pipetten und der Vorrichtung für den Transport von Gefässen zur Messeinrichtung sowie deren Funktionsweise ergeben sich aus den anhand der Zeichnungen beschriebenen Details. Es zeigen:

[0024] [Fig. 1](#) eine Gesamtansicht der erfindungsgemässen Transportvorrichtung in perspektivischer Darstellung,

[0025] [Fig. 2](#) eine bevorzugte Ausführungsform einer Haltevorrichtung für die Aufnahme der Gefässe in perspektivischer Darstellung,

[0026] [Fig. 3A](#) bis D: Gefässe mit verschiedenem Querschnitt und jeweils entsprechenden Haltestegen

aus der Sicht von oben,

[0027] [Fig. 4](#) eine andere Ausführungsform der Haltestege, insbesondere für schmale Gefässe in perspektivischer Sicht,

[0028] [Fig. 5](#) eine bevorzugte Ausgestaltung des Transportrasters mit Schlitten in perspektivischer Sicht mit voneinander beabstandet gezeichneten Teilen,

[0029] [Fig. 6](#) eine Ausgestaltung des Lastaufnehmers mit eingehängtem Gefäss, innerhalb der Haltevorrichtung im Schnitt,

[0030] [Fig. 7](#) eine bevorzugte Ausführungsform des Antriebs, am unteren Wendepunkt der Transport-Bewegung, in perspektivischer Sicht,

[0031] [Fig. 8](#) das Zusammenwirken von Transportvorrichtung und Lastaufnehmer in einer Ausschnitts-Zeichnung von der Seite,

[0032] [Fig. 9](#) die Haltevorrichtung mit eingehängtem Gefäss beim Befüllen, im Schnitt,

[0033] [Fig. 10](#) die Integration einer Einrichtung zur Code-Erfassung nahe dem Lastaufnehmer, wobei die Codes am Boden der Gefässe angebracht sind,

[0034] [Fig. 11](#) die Transportvorrichtung mit auf der Haltevorrichtung aufgebrachtem Bar-Code und an der Transportvorrichtung installiertem Barcode-Lesegerät, in perspektivischer Darstellung.

[0035] Eine Vorrichtung zur gravimetrischen Kalibrierung von Mehrkanal-Pipetten besteht aus einer elektronischen Waage mit einem Lastaufnehmer, einer Haltevorrichtung und einer Transportvorrichtung, wie sie [Fig. 1](#) zeigt. Die Transportvorrichtung **1** ist von einem Gehäuse **2**, mit einer in dessen Mitte längs verlaufenden Transportbahn **5**, umgeben. An beiden seitlichen Innenwänden **3** der Transportbahn **5** ist nahe der oberen Kante ein Transportraster **7** angebracht. Dieses ist an seiner Unterseite **4** etwa sinusförmig, mit abgeflachten Maxima ausgestaltet und kann beispielsweise in die, in einem solchen Falle etwas dicker ausgebildete, Innenwand **3** eingefräst sein oder in eine in die Innenwand **3** eingelassene Gleitschiene. Nach oben wird das Transportraster **7** von einem Bogenraster **6** begrenzt, wobei die Bogen-scheitel über den Maxima der sinusförmigen Unterseite **4** liegen. In der Transportbahn **5**, in Verbindung mit dem Transportraster **7** bewegbar, wie weiter unten anhand der [Fig. 5](#) näher beschrieben ist, befindet sich ein Schlitten **8**, in welchen eine Haltevorrichtung **10** eingesetzt ist. Die Haltevorrichtung **10**, welche auch als Rack bezeichnet werden könnte, ist in ihrem unteren Bereich **11**, quer zur Transportbahn schmaler ausgestaltet und kann dadurch passgenau in ei-

ner Aufnahme **12** des Schlittens **8** eingesteckt werden. Dabei bedarf es keiner weiteren speziellen Befestigungseinrichtung, um die Haltevorrichtung **10** auf dem Schlitten **8** zu halten. Der Haltevorrichtung **10** ist ein Deckel **9** aufgesetzt.

[0036] In [Fig. 2](#) ist die Haltevorrichtung **10**, welche die mit dem Prüfmedium zur Kalibrierung einer Mehrkanal-Pipette (in der Regel Wasser) befüllbaren Gefässe **13** enthält, in perspektivischer Sicht von schräg oben dargestellt. Weiterhin zeigt [Fig. 2](#), ebenfalls in perspektivischer Sicht von der Unterseite, den Deckel **9**. Die Haltevorrichtung **10** besteht aus einem länglichen T-förmigen, dreifach unterteilten Kasten, dessen beide Seitenwände **14** seines unteren Bereichs **11** bis nahe an den oberen Rand der Haltevorrichtung **10** reichen. Dort sind rechts und links jeweils ausserhalb der beiden Seitenwände **14** Wannen **15** angebracht, die mit dem Prüfmedium (in der Regel Wasser) befüllt, oder auch mit einem wassergesättigten Schwamm, der Sättigung des Luftvolumens in der Haltevorrichtung **10** mit Feuchtigkeit dienen und somit der Verdunstung des in den Gefässen **13** enthaltenen Prüfmediums entgegenwirken. Ein nahe der Wannen **15** installierter Feuchtesensor (hier nicht gezeigt) kann Aufschluss über die Wirksamkeit dieser Einrichtung geben. Beide oberen Kanten der Seitenwände **14** besitzen je ein Dreiecksraster **16**, wobei dessen Spitzen **17** und Vertiefungen **18** sich jeweils auf gleicher Höhe befinden und parallel zueinander verlaufen. Die Dreiecksraster **16** dienen der Aufnahme der Gefässe **13**, wobei diese hängend mittels Haltestegen **19**, **19'** beidseitig in die Vertiefungen **18** eingebracht sind. Auf diese Weise sind mehrere Gefässe **13** hintereinander in der jeweils nächsten Vertiefung der Dreiecksraster **16** in regelmässigem Abstand voneinander angeordnet. Die Haltevorrichtung **10** ist nach unten offen. Wird die Haltevorrichtung **10** jedoch auf einer ebenen Fläche abgestellt, beispielsweise am Boden **60** (siehe [Fig. 1](#)) der Transportbahn **5**, so ist sie abgeschlossen und verhindert den Luft- und damit auch den Feuchtigkeitsaustausch mit ihrer Umgebung.

[0037] Die Gefässe **13** bestehen vorzugsweise aus Glas und besitzen eine längliche Form mit einem runden Öffnungsquerschnitt. Es können hierzu beispielsweise Standard-Reagenzgläser verwendet werden oder in gewissen Anwendungsfällen auch Polymergefässe. Die Länge der Gefässe **13** ist beliebig, solange sie in die Haltevorrichtung **10** passend eingehängt werden können. An ihrem oberen Ende nahe der Öffnung zum Befüllen der Gefässe **13** sind auf beiden Seiten eines Gefässes **13** starre Haltestege **19**, **19'** einander gegenüberliegend befestigt. Die Haltestege **19**, **19'** sind für beide Seiten verschiedenartig ausgestaltet. Auf der einen Seite besteht der Haltesteg **19'** aus einer den Umfang eines Gefässes **13** teilweise umschliessenden Fassung **23**, die über einen Innen-Konus **25** in einen stegförmigen Holmen

24' übergeht und nahe seinem äusseren Ende einen Aussen-Konus **26** besitzt. Der Holmen **24'** liegt in einer Vertiefung **18** des Dreiecksrasters **16** direkt im Bereich der beginnenden Erweiterung zum Aussen-Konus **26** auf.

[0038] Auf der gegenüber liegenden Seite ist der Haltesteg **19** nahezu gleich ausgebildet, wie der Haltesteg **19'**, besitzt jedoch zusätzlich etwa in der Mitte des Holmens **24** einen von innen nach aussen sich zunächst erweiternden und dann wieder verjüngenden Doppelkonus **27**, wobei sich diesem nach aussen der Aussen-Konus **26** anschliesst. Der Doppelkonus **27** bildet zusammen mit dem Aussen-Konus **26** einen Einstich **28**, der nicht notwendigerweise rotationssymmetrisch in Bezug auf den Holmen sein muss, wie weiter unten anhand der [Fig. 4](#) dargestellt ist. Mit dem Einstich **28** greift der Haltesteg **19** in eine Vertiefung **18** des Dreiecksrasters **16** ein und wird dort geführt. Durch die Reibung, die der Einstich **28** in der spitz zulaufenden Vertiefung **18** erfährt, werden die Gefässe **13** bei einer beispielsweise von aussen induzierten Pendelbewegung entlang der Richtung der Aufreihung der Gefässe **13** stark gedämpft. Die Gefässe **13** sind mit geringst möglichem Abstand voneinander, berührungsfrei angeordnet. Bei einer Auslenkung der Gefässe **13** aus ihrer senkrechten Lage in eine Schräglage, beispielsweise wenn die Haltevorrichtung **10** schräg gestellt wird, bewirkt die Aufhängung, dass die Gefässe **13** sich auch weiterhin in Parallellage befinden und berührungsfrei zueinander angeordnet sind.

[0039] Die so gebildeten Haltestege **19**, **19'** sind vorzugsweise aus Metall gefertigt und können beispielsweise an die Gefässe **13** angeklebt sein. Es sind jedoch auch Ausführungen der Gefässe **13** denkbar, die als gesamte Einheit (Gefäss und Haltestege) im Spitzgussverfahren aus Polymermaterial hergestellt sind. Dabei ist es nützlich, insbesondere die Polymergefässe aussen mit einer leitenden Schicht zu versehen, um eine störende elektrostatische Aufladung zu vermeiden.

[0040] Eine seitliche Auslenkung der in der Haltevorrichtung **10** hängenden Gefässe **13**, wie sie sich beispielsweise beim Befüllen mittels einer Mehrkanal-Pipette und dem notwendigen Abstreifen der Pipettenspitzen an den Gefässrändern ergeben kann, erweist sich als unproblematisch. Die Haltestege **19**, **19'** erfahren bei einer seitlichen Auslenkung im Bereich ihres Eingriffs in die Vertiefung **18** des Dreiecksrasters **16** ein Verschieben entlang dem Mantel eines Aussen-Konus **26**, wobei nach Entfernen der Pipette sie selbstzentrierend rasch wieder in ihre Gleichgewichtslage gelangen.

[0041] Die Haltevorrichtung **10** mit der beschriebenen Aufhängung der Gefässe **13** stellt, zusammen mit der Transportvorrichtung **1**, ein System für den

automatischen Transport mit berührungsfreier, selbstzentrierender Aufhängung der zu transportierenden Gefässe **13** dar. Die Gefässe **13** können mit einer Flüssigkeit oder mit schüttfähigen Festkörpern befüllt sein. Bei der Zuführung der Gefässe **13** zu einer Messeinrichtung sind diese einzeln handhabbar und können an die Messeinrichtung nacheinander übergeben werden und wieder von dieser entfernt werden, wobei das Entfernen gleichzeitig mit der Übergabe des folgenden Gefässes **13** an die Messeinrichtung erfolgt. Durch die Halterung der Gefässe **13** mittels des Einstichs **28** als besonderem Lager in Form eines Doppel-V, welches sich aus dem Zusammenwirken von Dreiecksraster **16**, Doppelkonus **27** und Aussen-Konus **26** ergibt, erfahren sie eine hohe Dämpfung in Bezug auf eine beispielsweise von aussen einwirkende Auslenkung aus der Gleichgewichtslage. Somit ist eine präzise Positionierung der Gefässe **13** auf einer Messeinrichtung möglich und ausserdem wird vermieden, dass Messgut verschüttet wird.

[0042] Wie die [Fig. 2](#) weiter zeigt, kann die Haltevorrichtung **10** mit einem Deckel **9** verschlossen werden, wobei der Deckel **9** seinerseits wiederum mit verschliessbaren Öffnungen **20** zum Befüllen der Gefässe **13** versehen ist (siehe auch [Fig. 1](#)). Für die mit Wasser befüllten Wannen **15** ist der Deckel **9** mit je einer Glasscheibe als Sichtfenster **21** versehen. Der Deckel **9** übernimmt ausser seiner Schutzfunktion gegen Verschmutzung und Verdunstung des Prüfmediums noch die Funktion einer Sicherung gegen ein Herauskippen der Gefässe **13** aus den Vertiefungen **18** der Dreiecksraster **16**, wenn beispielsweise eine seitliche Auslenkung mit zu grosser Amplitude erfolgt, oder die Haltevorrichtung **10** durch den Benutzer transportiert und/oder unsanft abgestellt wird. Hierfür besitzt der Deckel **9** je ein Zahnaster **22** auf seiner Unterseite, welches beim Aufsetzen des Deckels **9** ausserhalb der Seitenwände **14** der Haltevorrichtung **10** zwischen die Holmen **24**, **24'** eingreift. Das Zusammenwirken von Dreiecksraster **16** und Zahnaster **22** ist in [Fig. 8](#) illustriert und wird weiter unten detailliert beschrieben.

[0043] Weitere Ausführungsformen der Gefässe und Haltestege sind in der [Fig. 3](#) in Aufsicht dargestellt. Dabei kann es sich um kurze rechteckige Gefässe **32** ([Fig. 3D](#)), um längliche rechteckige Gefässe **31** ([Fig. 3C](#)) oder um Gefässe mit ovalem **30** ([Fig. 3B](#)) oder rundem **29** ([Fig. 3A](#)) Querschnitt handeln. Die jeweiligen Haltestege **19**, **19'** sind in ihrer Ausführung der Form und Grösse der Gefässe angepasst. Der im Bereich der Handpipetten heute gängige Spitzenabstand von 9 mm lässt hinsichtlich der Form des Gefäss-Querschnitts eine vielfältigere Ausgestaltung der Gefässe zu, als beispielsweise ein 4,5-mm-Spitzenabstand, wie er im Bereich der automatisierten Pipetten immer mehr dem Standard entspricht. Doch auch dem können die besonderen Aus-

gestaltungsmöglichkeiten der Gefässe Rechnung tragen. Allerdings sind auch andere, von der Rotationssymmetrie abweichende Formen der Haltestege denkbar, die besonders dann zum Tragen kommen, wenn eine Anpassung der Gefäss-Abstände auf Mehrkanal-Pipetten mit kleinem Spitzenabstand, zu erfolgen hat. Es versteht sich von selbst, dass die Periode des Rasters **16** der Haltevorrichtung **10**, das im Übrigen auch von der Dreiecksform abweichen kann, den Abstand der Gefässe definiert und somit dem Abstand der Spitzen einer zu kalibrierenden Mehrkanal-Pipette entspricht.

[0044] Die [Fig. 4](#) zeigt ein Beispiel eines schmalen, länglichen rechteckförmigen Gefässes **31** in dreidimensionaler Darstellung. Die Haltestege – hier mit den Bezugszeichen **53**, **53'** – haben einen rechteckigen Querschnitt und weisen auf der einen Seite einen trapezförmigen Einschnitt **54** und auf der anderen Seite zwei nebeneinander liegende, vorzugsweise ebenfalls trapezförmige, etwas schmalere Einschnitte **55**, **56** auf. Mit dem Einschnitt **54**, an dessen äusserem Ende, sowie dem Einschnitt **56** wird das Gefäss **31** in die Haltevorrichtung **10** eingehängt. Der Einschnitt **55** sowie das innere Ende des Einschnitts **54** sind dafür vorgesehen, dass ein mit der Waage verbundener Lastaufnehmer darin eingreift, wie weiter unten anhand der [Fig. 6](#) und [Fig. 8](#) näher erläutert wird. Die Haltestege **53**, **53'** verschmälern sich an ihren äusseren Enden. Auch diese Form der Haltestege **53**, **53'**, wie noch eine Vielzahl weiterer denkbarer Ausführungsformen bewirkt eine stabile selbstzentrierende Lagerung mit hoher Dämpfung der Gefässe **31** in der Aufnahme einer Haltevorrichtung **10**. Wichtig ist es, das Raster der Haltevorrichtung **10** und die Einstiche **28** derart aufeinander abzustimmen, dass ihre Reibung weder so gross ist, dass damit jegliche Beweglichkeit der eingehängten Gefässe verhindert wird, noch so klein ist, dass die Gefässe in der Lage sind, eine Pendelbewegung auszuführen.

[0045] Die [Fig. 5](#) zeigt den bewegbaren Schlitten **8** in der Transportbahn **5**, deren seitliche Innenwände **3**, hier in der Art einer Explosionszeichnung, auseinander gerückt gezeichnet sind. Die Aufnahme **12** ist in Verbindung mit dem Stift **33** derart ausgestaltet, dass in ihr die Haltevorrichtung **10** ohne zusätzliche Befestigungsmittel in eindeutiger Position gehalten werden kann. Anhand von mindestens drei Fortsätzen **34**, wobei beispielsweise zwei auf einer Seite und einer auf der gegenüberliegenden Seite in die Transportraster **7** eingreifen, wird der Schlitten **8** in der Transportbahn **5** auf einer Art Berg- und Talfahrt geführt. Die Fortsätze **34** sind beispielsweise Bestandteil von mittels eines Kugellagers im Schlitten **8** drehbar gelagerten Achsen und stehen jeweils nahe dem vorderen und dem hinteren Ende des Schlittens **8**, beziehungsweise in dessen Mittelbereich seitlich aus diesem vor. Durch die spezielle Form des Transportrasters **7** mit einer etwa sinusförmig ausgestalte-

ten Unterseite **4** und insbesondere einem nach oben begrenzenden Bogenraster **6**, dessen Bogenscheitel über den Maxima der Unterseite **4** liegen, wird ein Verkanten des Schlittens **8** und/oder ein aus der Bahn geraten des Schlittens **8** ausgeschlossen.

[0046] Die Rasterperiode des Transportrasters **7** entspricht der Periode des Rasters **16** in der Haltevorrichtung **10** und damit dem Abstand der Spitzen einer zu kalibrierenden Mehrkanal-Pipette.

[0047] Ein weiterer Vorteil des speziellen Transportrasters **7** ergibt sich daraus, dass die Vorwärtsbewegung des Schlittens **8** und damit der Haltevorrichtung **10** bei gleichzeitiger Auf- und Ab Bewegung mittels eines einzigen Antriebs erfolgen kann.

[0048] Dieser Antrieb ist einerseits mit der Transportvorrichtung **1** an einer der seitlichen Innenwände **3** verbunden und andererseits an der Unterseite des Schlittens angebracht. In der [Fig. 5](#) ist die zum Antrieb gehörende bogenförmige Antriebsrasterung **36** – die gleiche Periode, wie das Transportraster **7** und das Dreiecksraster **16** aufweisend – auf der dem Betrachter zugewandten Seite des Schlittens **8** zu sehen. Bevorzugt verfügt die Transportvorrichtung **1** über einen Positionssensor (hier nicht gezeigt), zur Feststellung der aktuellen Stellung der Haltevorrichtung **10** in der Transportvorrichtung **1**

[0049] Die gesamte Haltevorrichtung **10** mit den darin gehaltenen Gefässen **13** wird mittels des Schlittens **8** vorwärts bewegt auf eine im unteren Bereich des Gehäuses **2**, etwa mittig der Transportbahn **5**, installierte Waage **37** zu. Wie [Fig. 6](#) zeigt, ist auf der Waage **37** stehend, durch eine Öffnung **40** im Boden **60** der Transportbahn **5** durch das Gehäuse **2** hindurchragend, der zur hängenden Halterung der Gefässe **13** ausgebildete Lastaufnehmer **38** angebracht. Der Lastaufnehmer **38** weist einen Boden **59** auf, an welchem beidseitig jeweils ein Seitenflügel **39** angebracht ist. Ein Gefäss **13** ist hier mittels der Holmen **24**, **24'** an den beiden, in Bezug auf das Dreiecksraster **16** der Haltevorrichtung **10** weiter innen liegenden Seitenflügeln **39** des Lastaufnehmers **38** eingehängt. Im Betrieb ist die Haltevorrichtung **10** mit dem Deckel **9** verschlossen und die beiden seitlichen Wannen **15** sind mit Wasser befüllt. Weiterhin zeigt die [Fig. 6](#) noch beidseitig das Eingreifen der den Schlitten **8** in der Transportbahn **5** führenden Fortsätze **34** in die Transportraster **7**. Auf der rechten Seite ist zusätzlich, als Teil des Antriebs, die Antriebsrasterung **36** zu sehen sowie ihr Eingreifen in einen an einem Antriebsrad **51** befestigten Bolzen **52**. Das Antriebsrad **51** ist über eine Achse **57** mit einem Zahnrad (hier nicht gezeigt) verbunden, wobei das Zahnrad, in ein Schneckengetriebe (hier nicht gezeigt) eingreifend, die Verbindung des Antriebs zum ebenfalls hier nicht gezeigten Motor herstellt.

[0050] Die Waage **37** befindet sich innerhalb des Gehäuses **2** der Transportvorrichtung **1** und wird somit gegen Zugluft geschützt. Der Lastaufnehmer **38** befindet sich innerhalb der Haltevorrichtung **10** und wird während der Wägung durch die Seitenwände **14** der Haltevorrichtung **10** gegen Zugluft geschützt, wenn sich die Haltevorrichtung **10** an ihrem tiefsten Punkt der für den Wägevorgang unterbrochenen Transportbewegung befindet, wobei die Seitenwände **14** den Boden **60** der Transportbahn **5** berühren.

[0051] Nahe der Waage **37** kann ein Drucksensor **58** und/oder ein Temperatursensor angebracht werden, um die für die Ermittlung der Dichte des Prüfmediums notwendigen Umgebungsparameter zu überwachen.

[0052] Der Schlitten **8** der Transportvorrichtung **1** wird von einem einzigen Motor angetrieben, welcher im Gehäuse **2** der Transportvorrichtung **1** seitlich unterhalb des Transportrasters **7** untergebracht ist. Der Antrieb ist derart ausgestaltet, dass er gleichzeitig den Schlitten **8** vorwärts oder rückwärts sowie auf- und ab bewegen kann.

[0053] Die [Fig. 7](#) zeigt eine perspektivische Sicht von der Transportbahn **5** auf den Antrieb **35** und das Transportraster **7** sowie deren Zusammenwirken. Im Vordergrund ist die Öffnung **40** für den Durchgang des Lastaufnehmers **38** durch den Boden **60** der Transportbahn **5** zu sehen. Das Antriebsrad **51** befindet sich mit seinen zwei in gleichem Abstand von der Achse, einander gegenüber liegenden, drehbar gelagerten Bolzen **52** im Eingriff mit der Antriebsrasterung **36**. Der den Schlitten **8** führende Fortsatz **34** liegt in einem Minimum im Transportraster **7** auf. Grösse und Abstand der Bolzen **52** sind so bemessen, dass sie gerade in zwei aufeinanderfolgende Bogen **61** der Antriebsrasterung **36** passend eingreifen können. Im Verlauf einer Periode der Auf- und Ab-Bewegung bei gleichzeitiger Vorwärtsbewegung um eine Rastereinheit stehen nun, wie in der [Fig. 7](#) gezeigt, die beiden Bolzen **52** waagrecht nebeneinander, und die Antriebsrasterung **36** – und damit der Schlitten **8** – befinden sich in ihrer jeweils tiefsten Lage. In dieser Position findet die Wägung statt. Dreht sich nun das Antriebsrad **51**, so entfernt sich einer der Bolzen nach unten aus der Antriebsrasterung **36** und der andere Bolzen **52** greift nach oben tiefer in den Bogen **61** ein, um dabei den Schlitten **8** vorwärts zu treiben und gleichzeitig, dem sinusförmigen Transportraster **7** folgend, anzuheben. Der Fortsatz **34** gleitet entlang dem Transportraster **7** nach oben und befindet sich an dessen Maximum, wenn die beiden Bolzen **52** senkrecht übereinander stehen. In dieser Position findet der Austausch der Gefässe **13** zwischen dem Lastaufnehmer **38** und der Haltevorrichtung **10**, wie nachstehend beschrieben, statt.

[0054] Anhand der [Fig. 8](#) ist das Zusammenwirken

von Transportvorrichtung **1**, Haltevorrichtung **10** und Lastaufnehmer **38** im Ausschnitt einer Seitenansicht dargestellt. Der Lastaufnehmer **38** weist beidseitig am oberen Ende seiner beiden Seitenflügel **39** eine V-förmige Kerbe **41** zur Halterung der zu wiegenden Gefässe **13** auf. Weiterhin ist die Sicherung der Gefässe **13** gegen ein Herausfallen aus der Haltevorrichtung **10** mittels des im Deckel **9** befindlichen Zahnrasters **22** erkennbar.

[0055] Wenn sich die Antriebsrasterung **36** und damit der Schlitten **8** und die mit diesem verbundene Haltevorrichtung **10** in ihrer jeweiligen unteren Position befinden, reichen die Seitenflügel **39** des Lastaufnehmers in ihrer Höhe um ca. 2 mm über die Dreiecksraster **16** der Seitenwände **14** der Haltevorrichtung **10** hinaus. Seine Kerben **41** sind, verglichen mit dem Abstand zwischen Vertiefungen **18** und Spitzen **17** des Dreiecksrasters **16**, um 1 bis 2 mm geringer ausgeprägt. Damit ergibt sich folgendes Vorgehen für das fortlaufende Einhängen eines neuen Gefässes **13** in den Lastaufnehmer **38**. Die Haltevorrichtung **10** wird mittels des Antriebs, wie oben anhand der [Fig. 7](#) beschrieben, nach oben und vorwärts bewegt. Infolge der Hubbewegung gelangt die Vertiefung **18** des Dreiecksrasters **16** wenig höher als die äussere Kante der Seitenflügel **39** des Lastaufnehmers **38**. Bei der nächsten Abwärtsbewegung der Haltevorrichtung **10** nimmt der Lastaufnehmer **38** das Gefäss an seinen Holmen **24**, **24'** (auf der einen Seite innerhalb des Doppelkonus) auf und die Holmen **24**, **24'** gleiten in die tiefste Stelle der Kerben **41**. Das Gefäss **13** befindet sich nun frei hängend auf dem Lastaufnehmer **38** und steht einer Wägung zur Verfügung. Gleichzeitig mit dem Transport eines Gefässes **13** auf den Lastaufnehmer **38** wird das sich zuvor in dem Lastaufnehmer **38** befindliche Gefäss **13** aus diesem wieder entfernt, indem die Haltevorrichtung **10** bei ihrer Aufwärtsbewegung das Gefäss mit den Dreiecksrastern **16** aus den Kerben **41** hebt.

[0056] Die Sicherung gegen ein Herauskippen der Gefässe **13** aus den Vertiefungen **18** der Dreiecksraster **16** übernehmen die Zahnraster **22**, welche an den Stellen der Spitzen **17** der Dreiecksraster **16** selbige nahe deren Aussenseiten in geringem Abstand überlappen. Damit ist gleichzeitig ein Kippen des in den Lastaufnehmer **38** eingehängten Gefässes **13** möglich, da die Bogen **42** zwischen den Zähnen **43** des Zahnrasters **22** hoch genug ausgebildet sind, ein Herausfallen jedoch verunmöglicht.

[0057] Die [Fig. 9](#) zeigt im Schnitt quer durch die Haltevorrichtung **10** das Befüllen eines Gefässes **13** mittels einer Pipettenspitze **44**. Das Befüllen mittels einer Mehrkanal-Pipette kann entweder in Gefässe **13** einer ausserhalb der Transportvorrichtung **1** befindlichen Haltevorrichtung **10** erfolgen oder bei in der Transportvorrichtung **1** installierter Haltevorrichtung **10**, in deren Startposition, d. h. solange sich noch

kein Gefäss **13** auf dem Lastaufnehmer **38** befindet. Auf Grund des an den Spitzenabstand einer Mehrkanal-Pipette angepassten Abstandes der Gefässe **13** in der Haltevorrichtung **10** lassen sich sämtliche Kanäle einer Mehrkanal-Pipette gleichzeitig in die entsprechende Anzahl von Gefässen **13** entleeren. Damit entfällt der in dem Norm-Entwurf vorgesehene zeitaufwendige Arbeitsgang der Einzelabgabe des Prüfmediums für jeden individuellen Kanal und damit verbunden des n-fachen Befüllens einer Mehrkanal-Pipette mit n Kanälen. Es hat sich als nützlich erwiesen, vor und hinter den befüllten Gefässen **13** noch jeweils ein zusätzliches Gefäss **13** zur Erfassung der Verdunstungsrate in die Haltevorrichtung **10** einzubringen.

[0058] Der Messvorgang zum Kalibriervorgang mittels der beschriebenen Vorrichtung läuft beispielsweise wie folgt ab:

Die leeren Gefässe **13** werden nacheinander einer Tara-Wägung unterzogen, und die zu jedem Gefäss **13** gehörenden Tara-Gewichte werden beispielsweise in einer in der elektronischen Waage vorhandenen Speichereinheit gespeichert. Das erste und letzte Gefäss **13** werden, zur Ermittlung der Verdunstungsrate, mit einer definierten Menge der Prüfflüssigkeit gefüllt, zum Beispiel mittels einer bereits kalibrierten Pipette. Anschliessend wird das Prüfmedium mit der zu kalibrierenden Mehrkanal-Pipette in alle Kanäle aufgenommen und damit die übrigen Gefässe **13** in der Haltevorrichtung **10** gleichzeitig befüllt, wobei die Haltevorrichtung **10** entweder sich auf der Transportvorrichtung **1** befindet oder separat von dieser positioniert ist. Somit kann auch ein Befüllen auf Vorrat erfolgen, zum Beispiel während die Kalibriervorrichtung noch mit dem Abarbeiten einer vorangehenden Kalibriermessung oder der Tara-Wägung beschäftigt ist. Nachdem die Haltevorrichtung **10** in der Transportvorrichtung **1** im Schlitten **8** befestigt ist, wird das erste Gefäss **13** der Waage **37** zugeführt und gewogen. Dies kann beispielsweise eines der oben erwähnten zusätzlichen Gefässe **13** zur Erfassung der Verdunstungsrate sein. Mit der automatischen Transportvorrichtung **1** wird nun das erste mit der Mehrkanal-Pipette befüllte Gefäss **13** der Waageschale **38** zugeführt und gewogen. Mit dem Wegtransportieren dieses Gefässes **13** von der Waageschale **38** wird ihr gleichzeitig ein zweites mit der Mehrkanal-Pipette befülltes Gefäss **13** zugeführt und anschliessend gewogen. Dieser Vorgang wiederholt sich für alle mit der Mehrkanal-Pipette befüllten Gefässe **13**, wobei darauf zu achten ist, dass alle Gefässe **13** in identischer Weise auf dem Lastaufnehmer **38** platziert werden. Gerade dies gewährleistet jedoch die beschriebene Ausgestaltung der erfindungsgemässen Transportvorrichtung **1** mit ihrer Haltevorrichtung **10**. Die Wägung des letzten Gefässes **13** dient wieder der Verdunstungserfassung, wobei eine zusätzliche Sicherheit entsteht, wenn die Transportrichtung umgekehrt, der Transport bis zum ersten Gefäss **13** zügig durch-

geführt und das erste Gefäß **13** erneut gewogen wird. Die Verdunstung wird nun beispielsweise als linearer Term der Zeit in die Berechnung des Kalibrier-volumens der Mehrkanal-Pipette mit einbezogen. Die Messdauer für jedes Gefäß **13** ist weitgehend konstant zu halten, um einerseits der Zeitkonstante der Waage **37** Rechnung zu tragen und andererseits die lineare Berechnung der Verdunstungsrate zu stützen. Auch sind Umgebungsparameter, wie Lufttemperatur, Luftdruck, Luftfeuchtigkeit mittels geeignet platzierter Sensoren zu bestimmen sowie auch die Temperatur des Prüfmediums. Der Luftdruck und insbesondere die Temperatur des Prüfmediums finden Eingang in die Berechnung des Prüfvolumens aus dessen Gewicht und der Dichte. Die anderen Parameter dienen der Kontrolle und Aufrechterhaltung konstanter Prüfbedingungen, insbesondere hinsichtlich der Verdunstungsrate der Prüfmediums.

[0059] Der beschriebene Ablauf einer Kalibrier-messung sowie auch Variationen desselben können als Teil eines Computerprogramms in einer Speichereinheit der elektronischen Waage abgelegt sein.

[0060] Die [Fig. 10](#) zeigt stark schematisiert, wie die Aufhängung eines sich auf dem Lastaufnehmer **38** befindlichen Gefäßes **13'** oberhalb der in der Haltevorrichtung **10** eingehängten Gefässe **13** befindet. Gleichzeitig ist eine Einrichtung zur Code-Erfassung **45** im unteren Bereich des Gehäuses **2** installiert, welche zum Beispiel Informationen über das Prüfmedium oder gegebenenfalls auch über die Gefässe **13**, **13'** aufnimmt. Diese Einrichtung zur Code-Erfassung **45** besteht aus einem am Gefäßboden **62** angebrachten, beispielsweise optischen Code **46**, einem Sensorkopf **47**, beispielsweise bestehend aus einer Laserdiode zur Aussendung von Licht, welches am Code **46** reflektiert wird, und einer Photodiode zur Aufnahme des am Code **46** reflektierten Lichts. Der Code kann ein Strich-Code oder ein Matrix-Code sein. Da der Sensorkopf **47** nicht direkt auf dem Lastaufnehmer **38** platziert sein sollte, bedarf es optischer Elemente, die das Licht auf dem Weg vom und zum Sensorkopf **47** in Bezug auf den Gefäßboden umlenken. Dies kann, wie in der [Fig. 10](#) dargestellt, mittels eines Rhomboidprismas **48**, welches in den Spalt zwischen den beiden Seitenflügeln **39** des Lastaufnehmers **38** hineinragt, erfolgen. Abhängig von der Geometrie der Anordnung lassen sich selbstverständlich auch andere optische Bauelemente zur Umlenkung des Lichts installieren. Auch muss die Einrichtung zur Code-Erfassung **45** nicht unbedingt optischer Natur sein, es kann sich auch um ein magnetisches oder ein mittels Radiowellen operierendes System handeln. Allerdings ist im Falle der Verwendung einer Wägezelle mit elektromagnetischer Kraftkompensation innerhalb der Waage **37**, die optische Einrichtung zur Code-Erfassung **45** zu bevorzugen.

[0061] Eine Code-Erfassung muss jedoch nicht

ausschliesslich an den Gefässen **13** stattfinden, sondern, es kann sich als sinnvoll erweisen, die gesamte Haltevorrichtung **10** mittels eines Codes, beispielsweise eines Bar-Codes **49** oder auch eines Matrix-Codes, zu kennzeichnen und mittels eines Scanners **50** abzutasten, wie es in der [Fig. 11](#) dargestellt ist. Dabei ist der Bar-Code **49** seitlich an der Haltevorrichtung **10** angebracht und der Scanner **50** ist in gleicher Höhe in einem Aufsatz der Transportvorrichtung **1** untergebracht

[0062] Ein direktes Identifizieren einzelner Gefässe **13** oder auch einer gesamten Haltevorrichtung **10** mittels Codes ist besonders dann sinnvoll, wenn die Transportvorrichtung **1** nicht nur für die Verwendung zur Kalibrierung von Mehrkanal-Pipetten eingesetzt wird, sondern überall dort, wo in einem Labor eine Zuführung von Proben zu einer Messeinrichtung notwendig ist. Die Identifikation einer einzelnen Haltevorrichtung **10** ist notwendig, wenn diese von der Transportvorrichtung **1** trennbar ausgeführt ist und gleichzeitig mit mehreren Haltevorrichtungen **10** gearbeitet wird, beispielsweise die eine befüllt wird, während eine andere gerade vermessen wird.

[0063] Es lassen sich auch Transportsysteme vorstellen, welche die Haltevorrichtung auf einer geschlossenen Bahn, beispielsweise einer Kreisbahn der Messeinrichtung zuführen. Weiterhin ist es auch vorstellbar, dass die Haltevorrichtung **10** selbst kreisförmig ausgebildet ist, was insbesondere für die Zufuhr einer grösseren Menge von Gefässen zu einer Messeinrichtung nützlich ist.

Bezugszeichenliste

1	Transportvorrichtung
2	Gehäuse
3	Innenwand
4	Unterseite
5	Transportbahn
6	Bogenraster
7	Transportraster
8	Schlitten
9	Deckel
10	Haltevorrichtung
11	Unterer Bereich
12	Aufnahme
13, 13'	Gefäss
14	Seitenwand
15	Wanne
16	Dreiecksraster
17	Spitzen
18	Vertiefungen
19, 19'	Haltestege
20	Öffnungen zum Befüllen
21	Sichtfenster
22	Zahnraaster
23	Fassung
24, 24'	Holmen

25	Innen-Konus
26	Aussen-Konus
27	Doppelkonus
28	Einstich
29	Rundes Prüfgefäß
30	Ovales Prüfgefäß
31	Längliches rechteckiges Gefäß
32	Kurzes rechteckiges Gefäß
33	Stift
34	Fortsatz
35	Antrieb
36	Antriebsrasterung
37	Waage
38	Lastaufnehmer
39	Seitenflügel
40	Öffnung
41	Kerbe
42	Bogen
43	Zahn
44	Pipettenspitze
45	Einrichtung zur Code-Erfassung
46	Optischer Code
47	Sensorkopf
48	Rhomboidprisma
49	Barcode
50	Scanner
51	Antriebsrad
52	Bolzen
53, 53'	Haltesteg
54	Trapezförmiger Einschnitt
55	Trapezförmiger Einschnitt
56	Trapezförmiger Einschnitt
57	Achse
58	Drucksensor
59	Boden des Lastaufnehmers
60	Boden der Transportbahn
61	Bogen der Antriebsrasterung
62	Gefäßboden

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur gravimetrischen Kalibrierung von Mehrkanal-Pipetten mit einer Waage (37), die einen Lastaufnehmer (38) mit einer Halterung für Gefäße (13) aufweist, mit einer Haltevorrichtung (10) zur Aufnahme von mehreren mittels der zu kalibrierenden Mehrkanal-Pipette befüllbaren Gefäßen (13), in welcher die Gefäße (13) in definiertem Abstand voneinander gehalten sind, und mit einer Transportvorrichtung (1) für den Transport der Haltevorrichtung (10) zum Lastaufnehmer (38), mit Mitteln zur aufeinanderfolgenden Übergabe der einzelnen Gefäße (13) an den Lastaufnehmer (38) und dem Entfernen der einzelnen Gefäße (13) von dem Lastaufnehmer (38).

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Transportvorrichtung (1) und/oder die Haltevorrichtung (10) über Mittel zur präzisen Positionierung der Gefäße (13) auf dem

Lastaufnehmer (38) verfügen.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Transportvorrichtung (1) von einem Gehäuse (2) umgeben ist, innerhalb dessen die Waage (37) installiert ist, und dass der Lastaufnehmer (38) auf der Waage (37) stehend angeordnet ist und durch eine Öffnung (40) des Gehäuses (2) in die auf der Transportvorrichtung (1) befindliche Haltevorrichtung (10) hineinragt.

4. Vorrichtung nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Lastaufnehmer (38) zur hängenden Aufnahme eines zu wiegenden Gefäßes (13) ausgebildet ist mittels zwei an dem Lastaufnehmer (38) befestigten Seitenflügeln (39), die an ihrem oberen Ende jeweils eine Kerbe (41) aufweisen.

5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass der definierte Abstand dem Abstand der Pipettenspitzen einer zu kalibrierenden Mehrkanal-Pipette entspricht.

6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Anzahl der in der Haltevorrichtung (10) vorhandenen Gefäße (13) mindestens der Anzahl der Spitzen einer zu kalibrierenden Mehrkanal-Pipette entspricht.

7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Gefäße (13), in der Haltevorrichtung (10) selbstzentrierend und einzeln handhabbar gehalten sind.

8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Haltevorrichtung (10) auf der Transportvorrichtung (1) transportierbar ausgestaltet ist und über Mittel zur Dämpfung der Gefäße (13) in Bezug auf eine auf diese einwirkende Auslenkung aus der Gleichgewichtslage verfügt.

9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Gefäße einen runden, einen ovalen oder einen rechteckigen Querschnitt aufweisen.

10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Haltevorrichtung (10) ein Raster (16) mit Vertiefungen aufweist (18), in welche die Gefäße (13) mittels an ihrem oberen Ende befestigten, starren Haltestegen (19, 19') eingreifen.

11. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Haltestege (19, 19') aus den Umfang eines Gefäßes (13) teilweise umschliessenden in einen Innen-Konus (25) übergehenden Fasungen und, nahe ihrem äusseren Ende einen Aussen-Konus (26) bildenden, Holmen (24, 24') beste-

hen.

12. Vorrichtung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens einer der Holmen (24, 24') der Haltestege (19, 19') zusätzlich einen von innen nach aussen sich zunächst erweiternden und dann wieder verjüngenden Doppelkonus (27) aufweist und dass der Zwischenbereich zwischen dem Doppelkonus (27) und dem Aussen-Konus (26) einen Einstich (28) bildet, mit welchem der Haltesteg (19) in die Vertiefungen (18) des Rasters (16) eingreift.

13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Haltevorrichtung (10) von der Transportvorrichtung (1) trennbar ausgebildet ist.

14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Haltevorrichtung (10) einen Deckel (9) zur Vermeidung von Verschmutzung und Verdunstung aufweist.

15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Haltevorrichtung (10) nahe der Öffnungen der Gefässe (13) mindestens eine mit Prüfflüssigkeit befüllbare Wanne (15) zur Verringerung der Verdunstung durch Sättigung der umgebenden Luft aufweist.

16. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass die Haltevorrichtung (10) an ihrer Unterseite über Mittel zum Abdichten beim Aufsetzen auf eine flache Unterlage verfügt.

17. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass die Transportvorrichtung (1) für die Ausführung einer Vorwärts- und/oder einer Rückwärtsbewegung und gleichzeitig einer Heb- und Senkbewegung der Haltevorrichtung (10) ausgebildet ist.

18. Vorrichtung nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, dass ein einziger Antrieb (35) für die Ausführung einer Vorwärts- und/oder einer Rückwärtsbewegung und gleichzeitig einer Heb- und Senkbewegung der Haltevorrichtung (10) in der Transportvorrichtung (1) vorhanden ist.

19. Vorrichtung nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, dass der Antrieb von einem einzigen Motor erfolgt.

20. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 19, dadurch gekennzeichnet, dass die Transportvorrichtung (1) einen Schlitten (8) und eine Transportbahn (5), in welcher sich der Schlitten (8) bewegt, aufweist und dass im Schlitten (8) eine Aufnahme (12) für die Haltevorrichtung (10) vorhanden ist.

21. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis

20, dadurch gekennzeichnet, dass die Transportvorrichtung (1) mindestens ein Transportraster (7) aufweist, in welchem die Haltevorrichtung (10) oder der Schlitten (8) geführt wird.

22. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 21, dadurch gekennzeichnet, dass die Transportvorrichtung (1) über einen Positionssensor verfügt, zur Feststellung der aktuellen Stellung der Haltevorrichtung (10) oder des Schlittens (8) in der Transportvorrichtung (1).

23. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 18 bis 22, dadurch gekennzeichnet, dass die Transportvorrichtung (1) von einem Gehäuse (2) umgeben ist und dass der Antrieb (35) am Gehäuse (2) befestigt ist und ein Antriebsrad (51) mit mindestens zwei Bolzen (52) sowie eine am Schlitten (8) oder an der Haltevorrichtung (10) angebrachte bogenförmige Antriebsrasterung (36) aufweist, wobei die Bolzen (52) in die Antriebsrasterung (36) eingreifbar ausgebildet sind.

24. Vorrichtung nach Anspruch 21 und 23, dadurch gekennzeichnet, dass die Antriebsrasterung (36), das Transportraster (7) und das Raster (16) der Haltevorrichtung (10) die gleiche Periode besitzen.

25. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 24, dadurch gekennzeichnet, dass die Haltevorrichtung (10) mittels der Transportvorrichtung (1) auf einer linearen Bahn geführt wird.

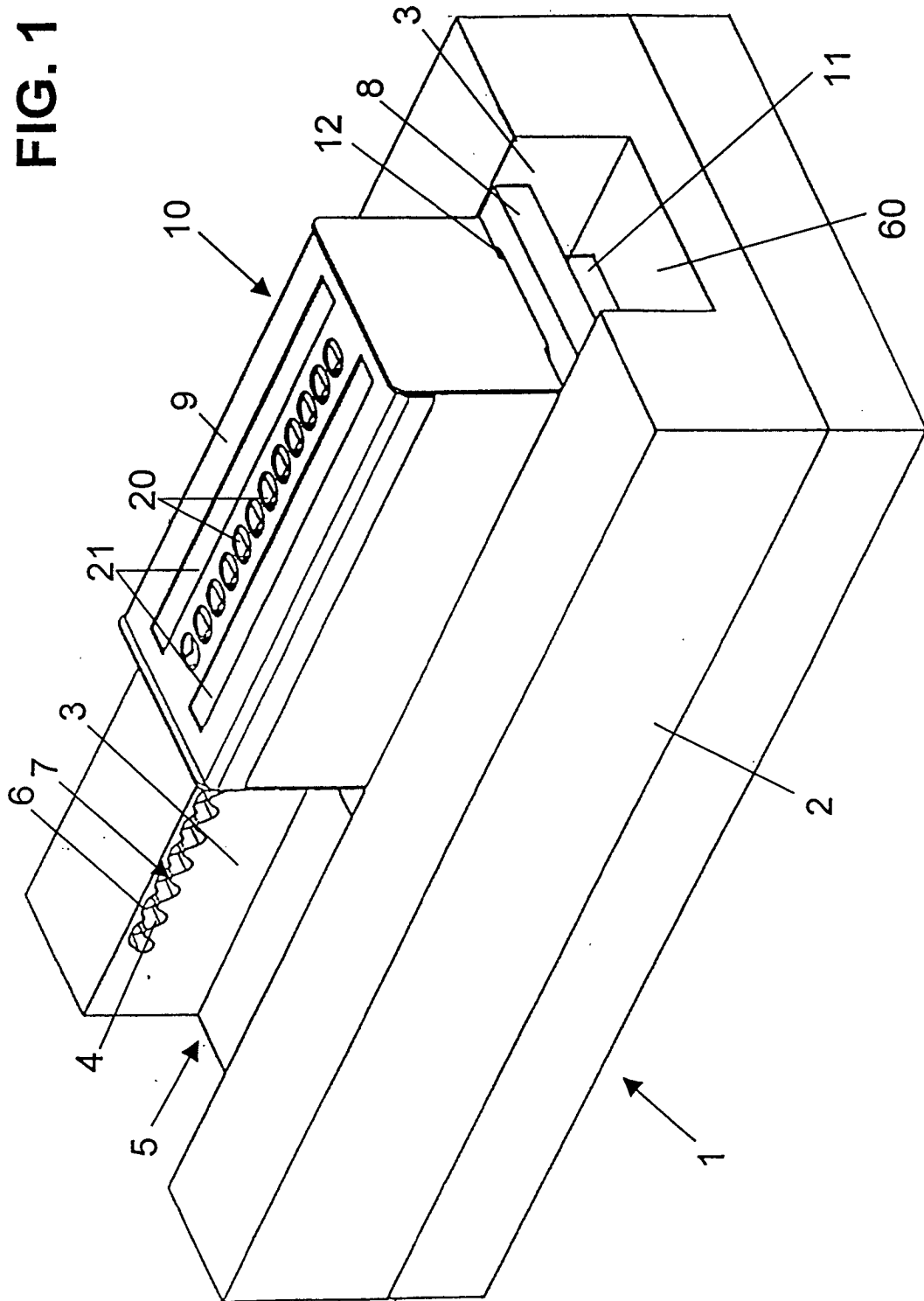
26. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 24, dadurch gekennzeichnet, dass die Haltevorrichtung (10) mittels der Transportvorrichtung (1) auf einer kreisförmigen Bahn geführt wird.

27. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 26, dadurch gekennzeichnet, dass die Gefässe (13) an ihrem Boden (62) einen Code (46) aufweisen und in der Transportvorrichtung (1) ein Sensorkopf (47) angeordnet ist und dass Mittel zum Übermitteln des Codesignals (48) vom Code (46) zum Sensorkopf (47) vorhanden sind.

28. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 27, dadurch gekennzeichnet, dass die Haltevorrichtung (10) einen Code (49) aufweist und an der Transportvorrichtung (1) in gleicher Höhe mit dem Code (49) eine Sensoreinrichtung (50) angeordnet ist.

Es folgen 10 Blatt Zeichnungen

Fig. 1



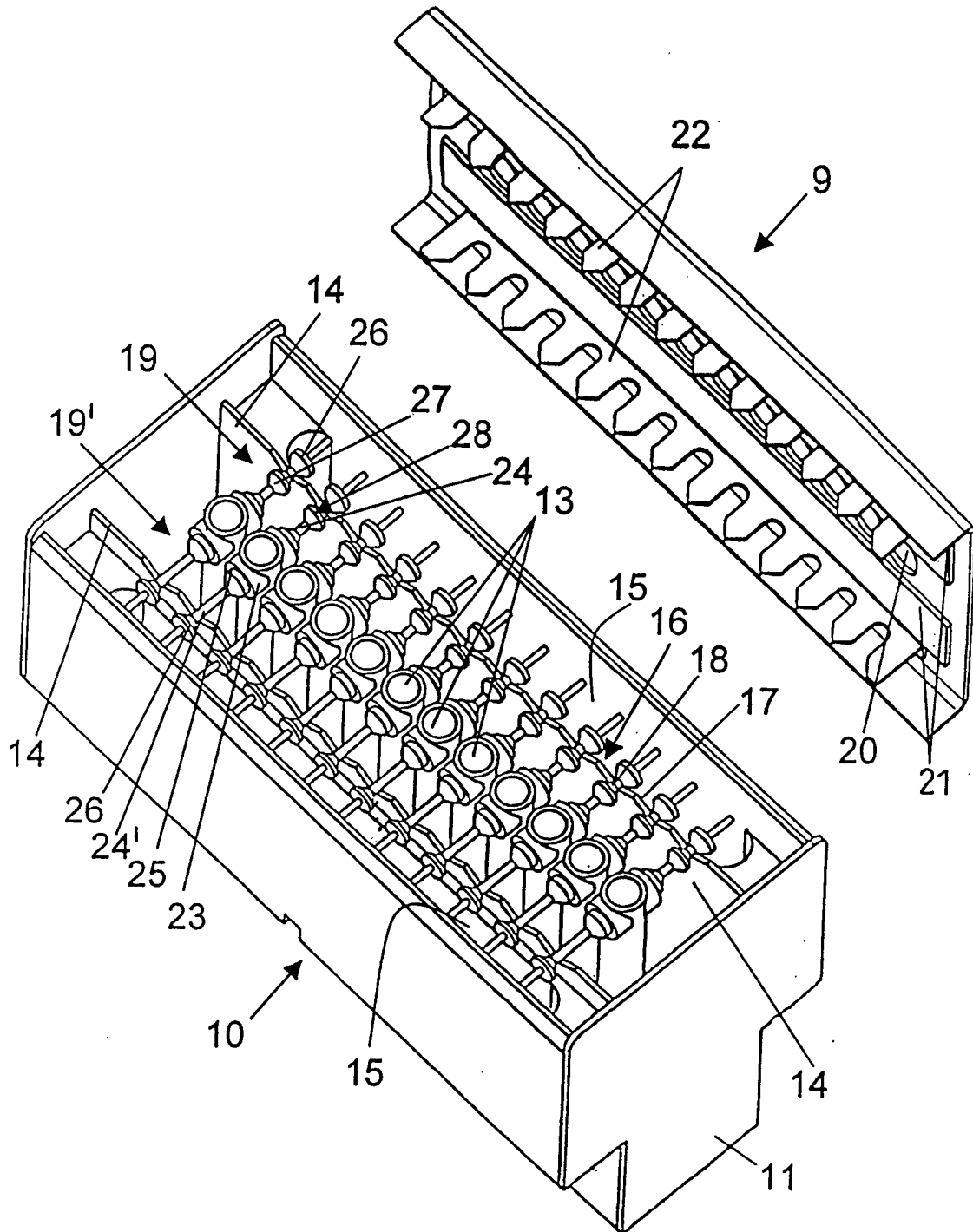


FIG. 2

FIG. 3

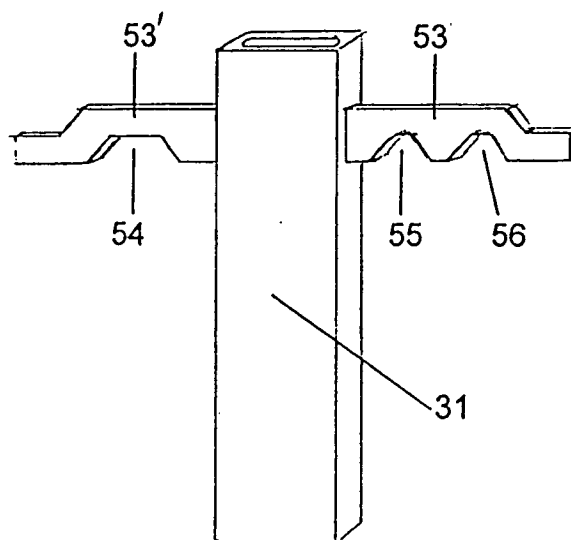
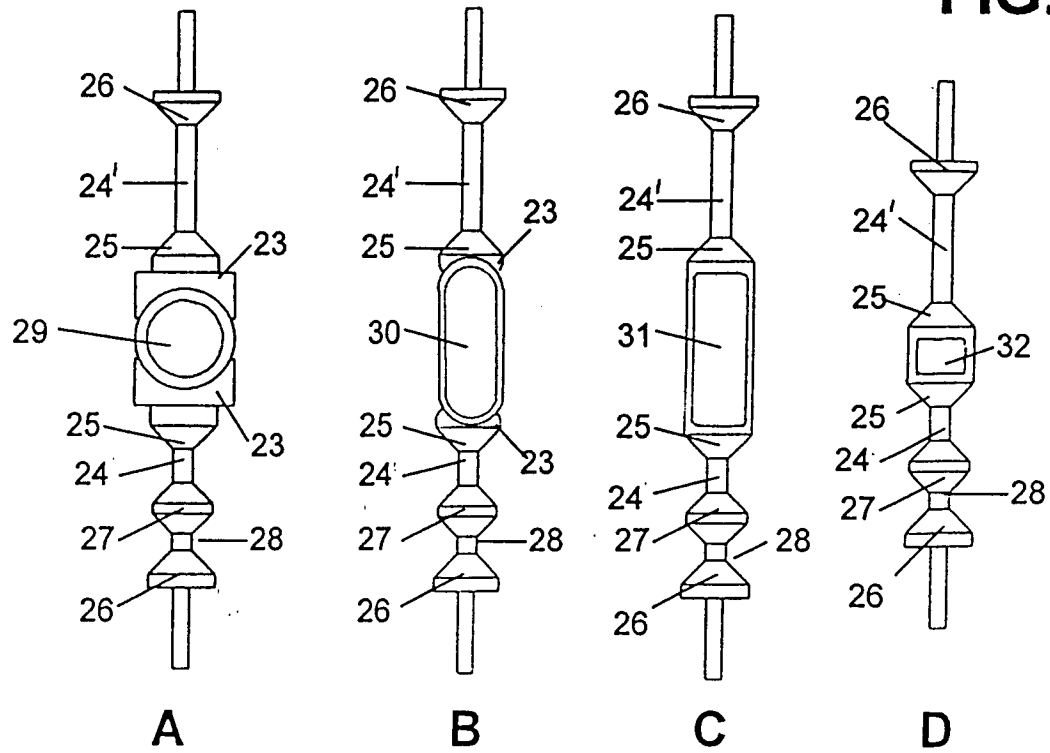


FIG. 4

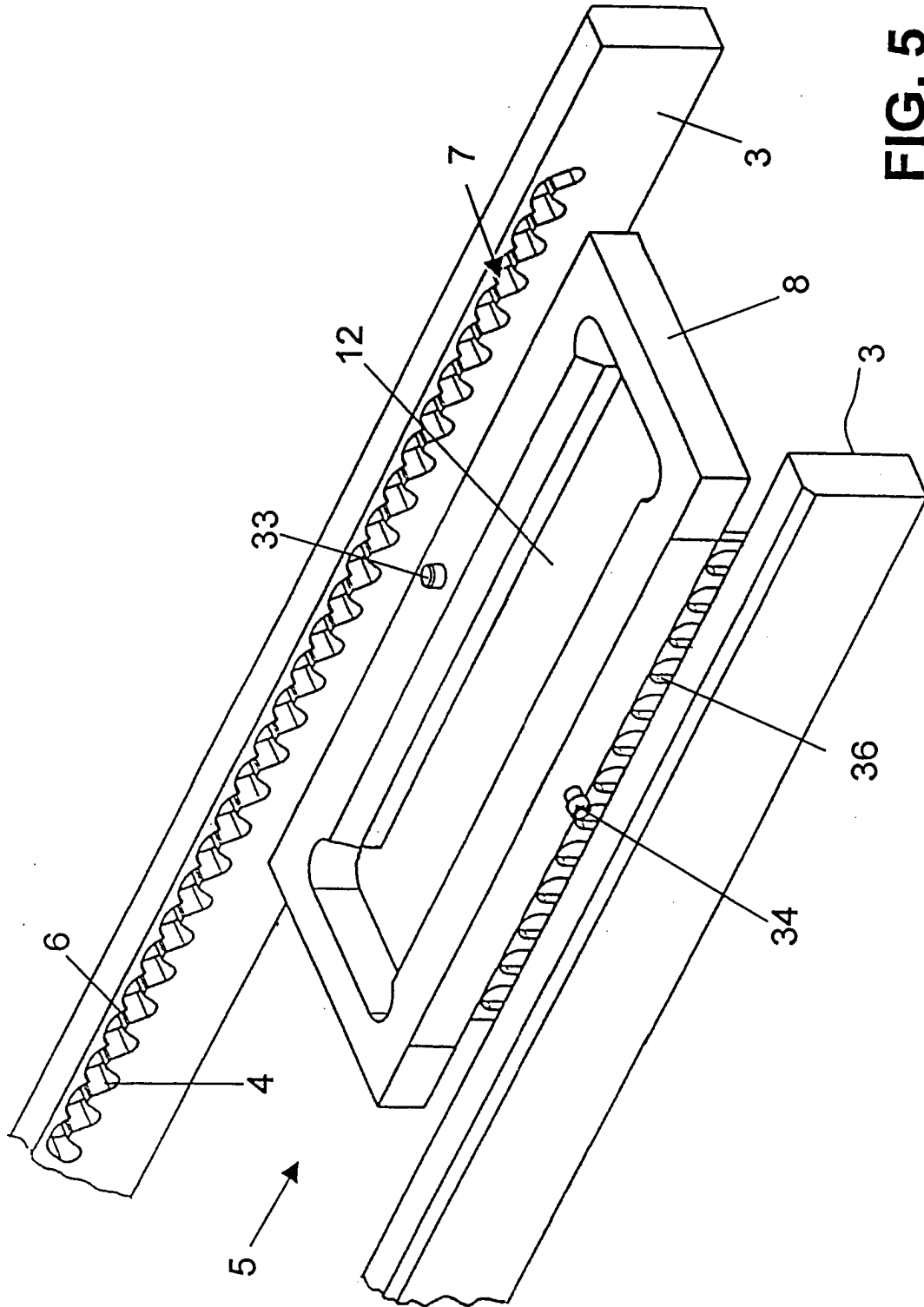


FIG. 5

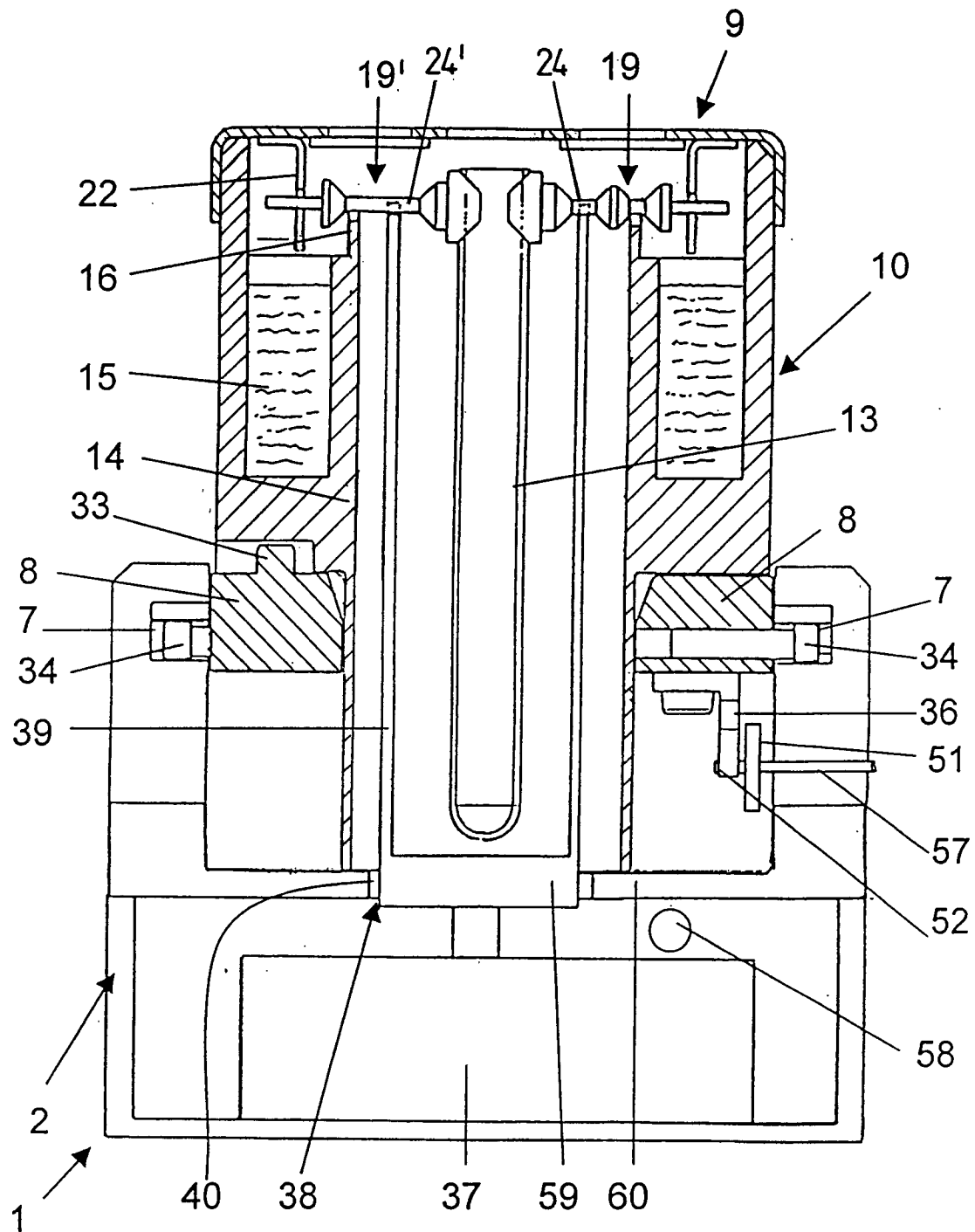
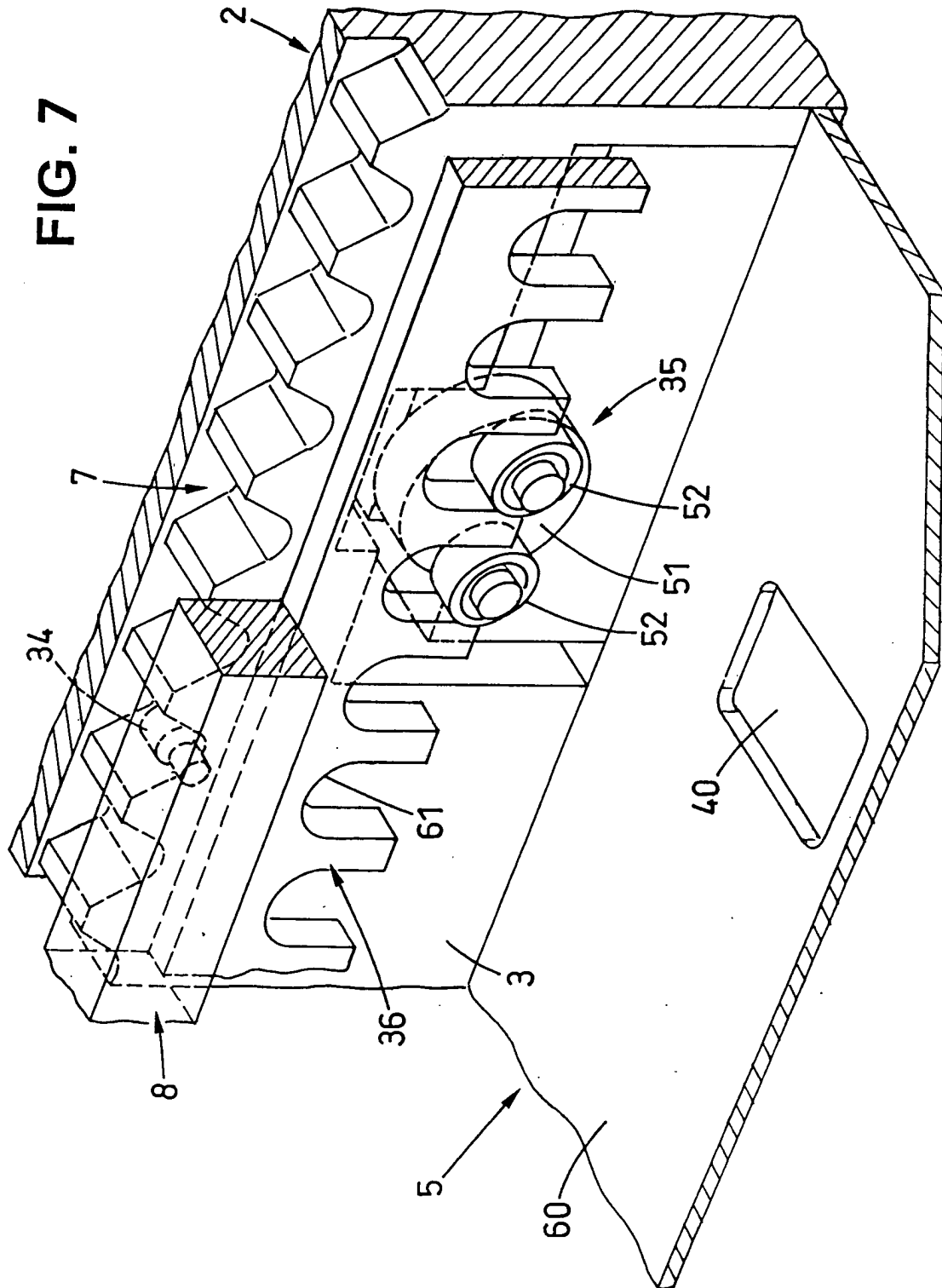


FIG. 6

FIG. 7



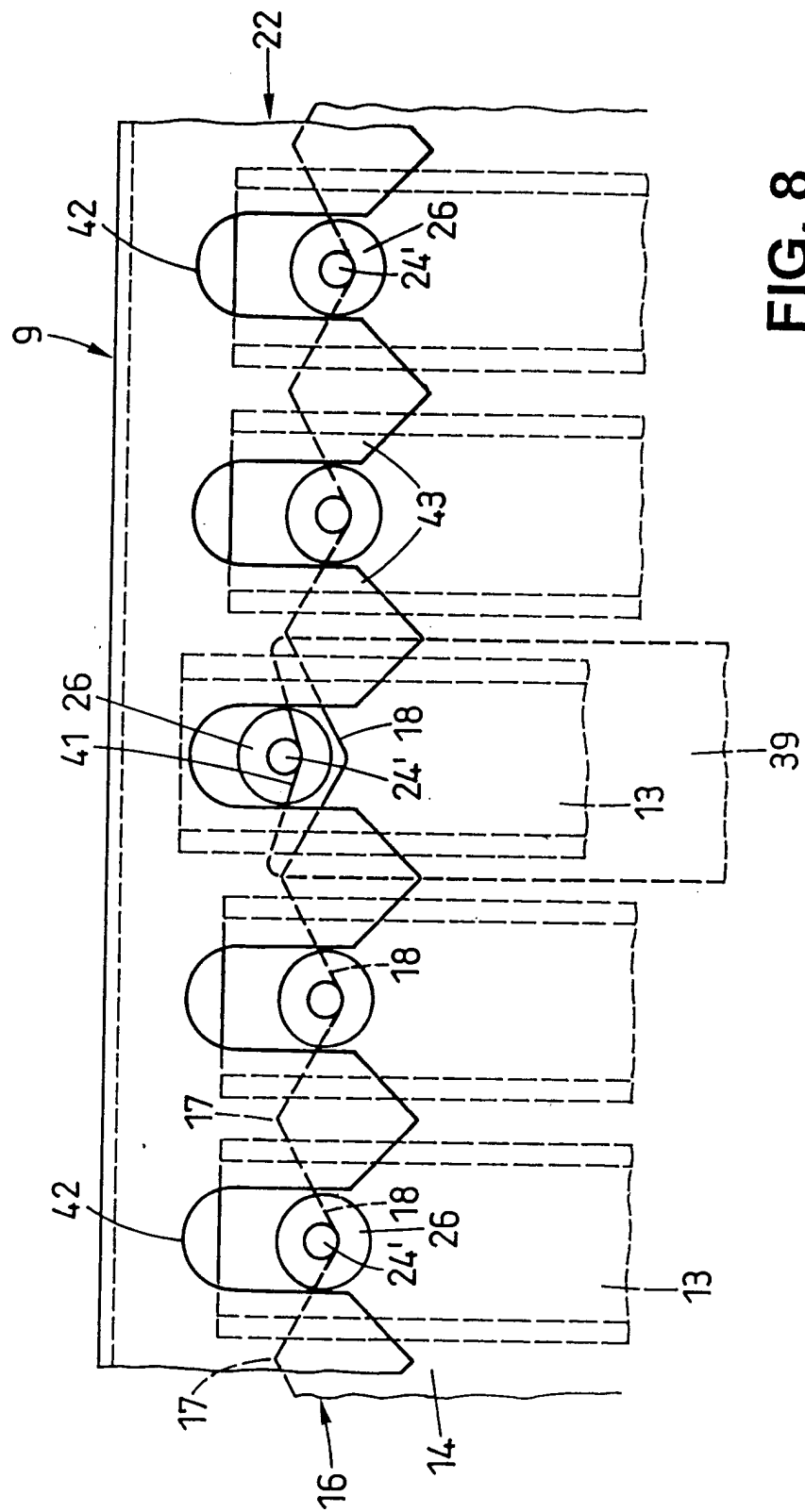


FIG. 8

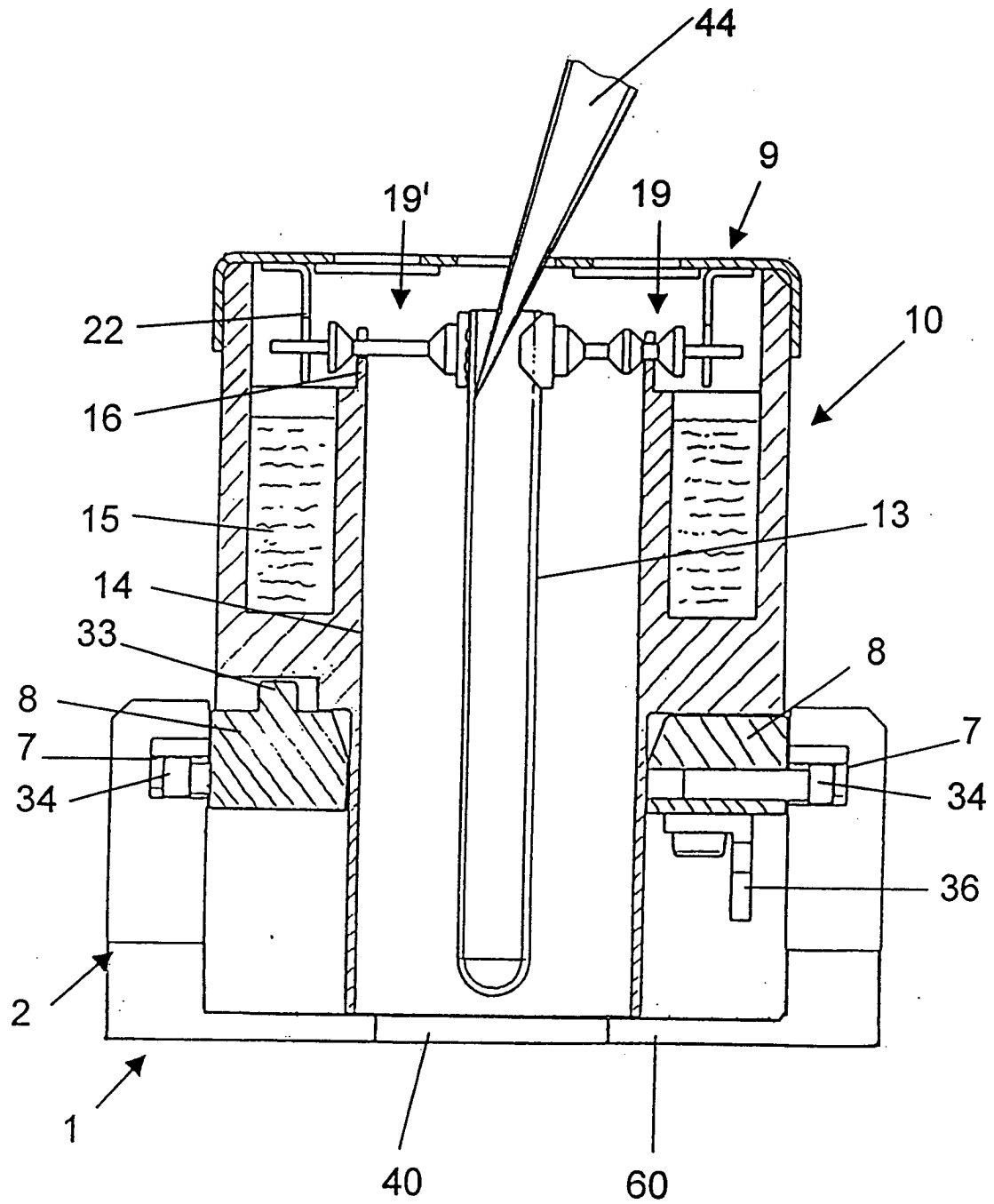


FIG. 9

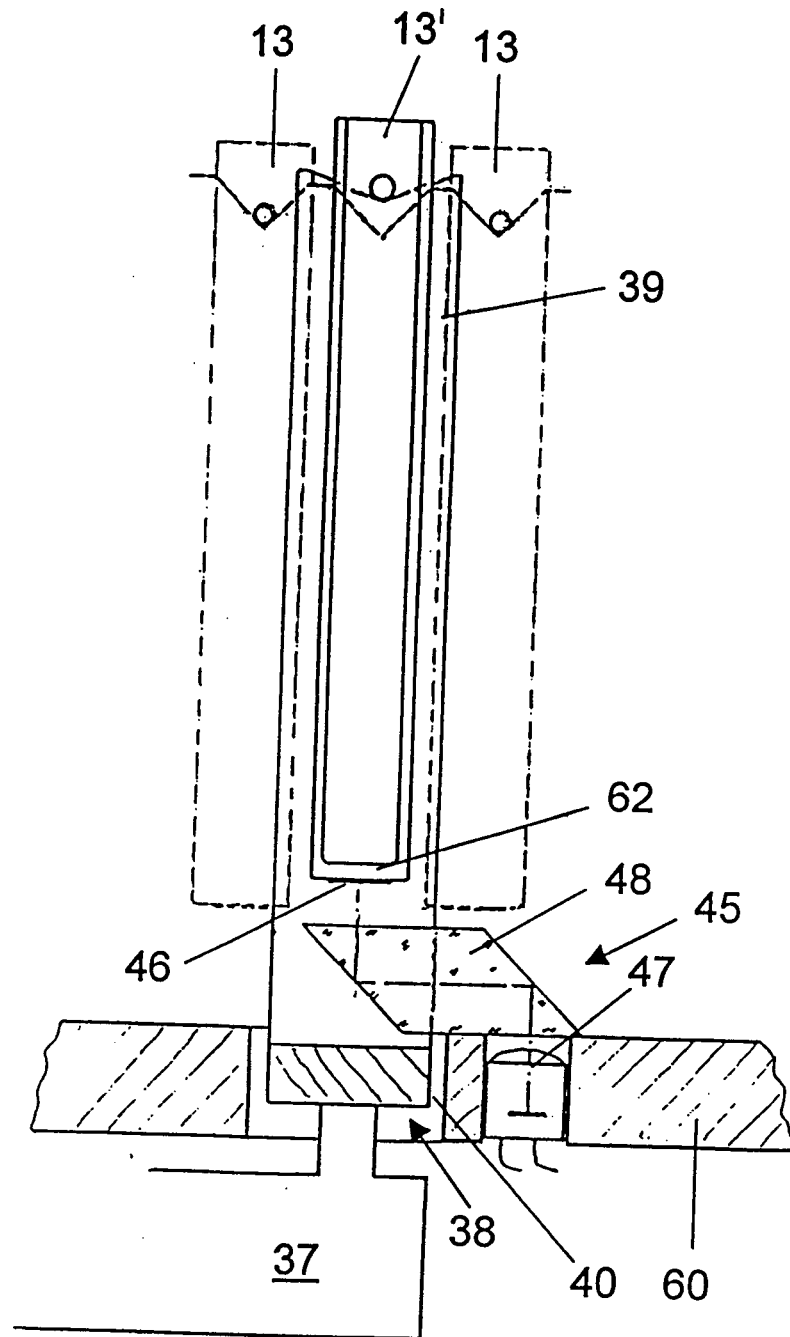


FIG. 10

FIG. 11

