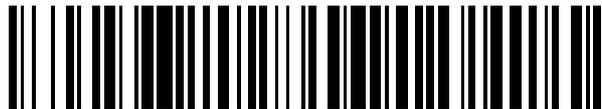


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 609 431**

51 Int. Cl.:

**G01F 25/00** (2006.01)

**B01L 3/02** (2006.01)

**F04B 7/00** (2006.01)

**F04B 13/00** (2006.01)

**F04B 17/04** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **05.01.2011 PCT/EP2011/050105**

87 Fecha y número de publicación internacional: **14.07.2011 WO11083125**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.01.2011 E 11700329 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.10.2016 EP 2521620**

54 Título: **Pipeta**

30 Prioridad:  
**05.01.2010 DE 102010000690**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**20.04.2017**

73 Titular/es:  
**HAMILTON BONADUZ AG (100.0%)  
Via Crusch 8  
7402 Bonaduz, CH**

72 Inventor/es:  
**HOFSTETTER, MEINRAD y  
KIRSTE, VINZENZ**

74 Agente/Representante:  
**LEHMANN NOVO, María Isabel**

ES 2 609 431 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

## DESCRIPCIÓN

Pipeta

5 La presente invención se refiere a un dispositivo de dosificación en forma de pipeta según el preámbulo de la reivindicación 1.

La presente solicitud parte del documento US 2006/0071973 A1 con respecto a su preámbulo.

10 Este documento da a conocer un dispensador de gotas con un émbolo de ferrofluido en un tubo de guiado. El émbolo de ferrofluido tiene poca energía magnética y por motivos técnicos, no puede ser magnético permanente. El documento da a conocer además la utilización de una suspensión de ferrofluido con una viscosidad lo más baja posible para la formación del émbolo que provocará una aspiración y dispensación, porque a medida que aumenta la viscosidad el desplazamiento del émbolo es cada vez más difícil.

15 El émbolo de ferrofluido conocido, para la dispensación de una gota de líquido, recorre una carrera nominal de 0,3  $\mu\text{m}$  en el tubo de guiado. De este modo se generan gotas con un volumen de 50 a aproximadamente 500 nanolitros.

20 El documento US 2006/0071973 A1 da a conocer además en su primer ejemplo de realización un posible cuerpo sólido, que está alojado de manera móvil en el tubo de guiado. A este respecto, se trata funcionalmente de una parte de un conmutador que sirve para accionar un conmutador o una válvula.

25 La función especial del dispensador de gotas se manifiesta por un modo de funcionamiento particular, que en el documento US 2006/0071973 A1 se designa como movimiento de émbolo a modo de látigo ("whiplash"). A este respecto, resulta esencial observar la formación de gotas en la abertura de pipeteo del dispositivo de dosificación, para que pueda invertirse la dirección de movimiento del émbolo en el momento correcto. Como se muestra en el documento US 2006/0071973 A1 un usuario puede indicar los parámetros de forma de onda, como por ejemplo la duración de impulso o la intensidad de impulso, de un flujo de corriente utilizado para accionar el émbolo de ferrofluido, para obtener una gota deseada. Por tanto, para la generación de una gota de tamaño deseado resulta decisiva la forma de onda (duración e intensidad) del flujo de corriente que fluye a través de las bobinas que generan un campo magnético para el accionamiento del émbolo de ferrofluido y no la posición de émbolo.

30 Por lo que da a conocer el documento US 2006/0071973 A1, de monitorizar la posición de émbolo, esto no sirve para mejorar la precisión del dispositivo, sino para mejorar la seguridad operativa del mismo, concretamente para evitar un funcionamiento del dispositivo con una cámara de dosificación vacía.

35 El documento US 2004/0146433 A1 da a conocer una regulación de posición de un émbolo de cuerpo sólido. El error de la determinación de la posición de émbolo dada a conocer en el documento US 2004/0146433 A1 asciende aproximadamente a 1  $\mu\text{m}$  y por tanto a más del triple de la carrera nominal dada a conocer del émbolo de ferrofluido conocido por el documento US 2006/0071973 A1.

40 Por el documento US 4541787 se conoce una bomba que trabaja con un émbolo magnético permanente que se mueve de un lado al otro, que desplaza líquido de manera continua. El caudal de la bomba puede ajustarse mediante la variación de la carrera y frecuencia de carrera del émbolo.

45 Entre los dispositivos de dosificación de tipo genérico se encuentran por ejemplo pipetas con un tubo de vidrio, en uno de cuyos extremos está introducido un émbolo de manera deslizante y en cuyo otro extremo se dispone una boquilla, a través de la que puede aspirarse (succionarse) o dispensarse (suministrarse) el medio que va a dosificarse según el deslizamiento del émbolo. Entre el émbolo y el medio que va a dosificarse puede estar dispuesto adicionalmente un medio de desplazamiento líquido o gaseoso, de modo que el medio que va a dosificarse también pueda empujarse completamente fuera de la cámara, o también puedan succionarse cantidades muy pequeñas.

50 Para el accionamiento del émbolo en el tubo de guiado se conocen disposiciones de accionamiento, que están acopladas con el émbolo y por ejemplo convierten un movimiento de giro de un elemento de ajuste en un movimiento de deslizamiento del émbolo. A este respecto, el movimiento de giro del elemento de ajuste puede llevarse a cabo manualmente o utilizando un motor eléctrico, convirtiéndose una magnitud angular determinada del giro o un número determinado de revoluciones del elemento de ajuste en un trayecto de deslizamiento determinado del émbolo y con ello en un volumen (dosis) aspirado o dispensado determinado del medio que va a dosificarse.

55 Para algunas aplicaciones, en particular en el entorno de laboratorios, es de gran importancia una dosificación precisa, es decir, una medida precisa de la cantidad del medio aspirado o dispensado. Entonces, por medio de engranajes reductores mecánicos relativamente complejos o utilizando motores eléctricos de precisión, en los dispositivos de dosificación conocidos, se busca un posicionamiento del émbolo lo más preciso posible así como un movimiento del émbolo lo más uniforme posible. A este respecto, con un engranaje reductor puede conseguirse una

5 precisión de posicionamiento comparativamente alta, sin embargo en la misma medida la dinámica de la operación de dosificación se ve afectada, porque los engranajes reductores sólo trabajan muy lentamente. Además, este tipo de engranajes son muy costosos y exigen mucho mantenimiento. El accionamiento mediante motores eléctricos requiere en la mayoría de los casos también del uso de engranajes reductores o corre a cargo de la precisión debido al juego del motor con un control directo del motor del émbolo.

10 Otro problema conocido de los dispositivos de dosificación habituales radica en la adaptación precisa necesaria entre émbolo y tubo de guiado, de modo que por un lado el émbolo esté suficientemente obturado con respecto al tubo de guiado, para evitar una salida del medio que va a dosificarse o medio de desplazamiento o una entrada de aire, y por otro lado el émbolo no se disponga en el tubo de guiado con demasiada firmeza para permitir de manera fiable un deslizamiento del émbolo por un trayecto de deslizamiento determinado.

15 Con estos antecedentes, el objetivo de la presente invención es proporcionar una pipeta del tipo mencionado al principio, con la que pueda aspirarse o dispensarse un medio que va a dosificarse con mayor precisión de dosificación, y que preferiblemente pueda implementarse de manera sencilla y económica.

Este objetivo se alcanza según la invención mediante una pipeta con todas las características de la reivindicación 1.

20 Por tanto, un aspecto importante de la invención radica en el accionamiento del émbolo mediante interacción magnética. Esto significa que una fuerza para el deslizamiento del émbolo en el tubo de guiado es una fuerza magnética debido a un campo magnético. La ausencia de acoplamiento mecánico entre disposición de accionamiento y émbolo elimina fuentes de error, que no podían evitarse en los dispositivos de dosificación habituales debido a un juego del engranaje de accionamiento o del motor o debido a fricción. Así, la pipeta según la invención, en caso de que el campo magnético se genere y varíe por medio de un dispositivo de generación de campo magnético movido por un engranaje reductor, puede evitar en su mayor parte una transmisión de oscilaciones, golpes del engranaje producidos por el juego, etc. al émbolo. Por consiguiente, una pipeta según la invención permite la succión o el suministro de un medio que va a dosificarse con una precisión de dosificación especialmente alta.

30 Además el movimiento del émbolo por medio de la fuerza magnética permite una dinámica alta de la dosificación. En caso de que el campo magnético durante la operación de dosificación se cambie con medios eléctricos o electrónicos, por ejemplo mediante la conmutación de bobinas, entonces puede producirse un movimiento del émbolo con un retardo muy reducido.

35 En cuanto al control del campo magnético para la dosificación del medio, la disposición de accionamiento presenta según la invención un dispositivo de generación de campo magnético para la generación de un campo magnético. Por tanto, los medios para la generación y para el control del campo magnético pueden disponerse fuera del tubo de guiado con una distancia magnéticamente eficaz.

40 Para la interacción con el dispositivo de generación de campo magnético, el émbolo está formado según la invención al menos por segmentos por un material magnético permanente.

45 Preferiblemente el dispositivo de generación de campo magnético de un dispositivo de dosificación según la invención genera un campo magnético, cuyo flujo magnético atraviesa el émbolo de manera esencialmente axial al tubo de guiado. Con una orientación de este tipo del flujo magnético, la interacción entre campo magnético y émbolo está orientada en la dirección del deslizamiento del émbolo, de modo que la acción de la fuerza sobre el émbolo puede actuar de manera eficaz en la dirección de deslizamiento del émbolo. Para finalmente conseguir un movimiento del émbolo para la dosificación del medio, es necesaria una variación del tamaño, de la orientación o de la posición del campo magnético. En el caso más sencillo puede conseguirse conectando o desconectando el campo magnético, de modo que el émbolo, por ejemplo por una duración de tiempo determinada, se atrae o repele por el imán y a este respecto, se desliza por un determinado trayecto. Alternativa o adicionalmente, el campo magnético puede moverse mediante el movimiento del dispositivo de generación de campo magnético en relación al tubo de guiado, de modo que el émbolo sigue a este movimiento. Como otra alternativa o posibilidad adicional podría variarse la dirección o intensidad del flujo magnético del campo magnético o llevarse a cabo una "deformación" del campo magnético por una variación local de dirección e intensidad del flujo magnético, según la cual variarían las fuerzas magnéticas que actúan sobre el émbolo y conducirían a un deslizamiento del émbolo (por ejemplo en una disposición con varios imanes o/y bobinas mediante el control/movimiento de imanes/bobinas individuales).

60 En una forma de realización especialmente sencilla, el dispositivo de generación de campo magnético puede comprender un imán permanente anular, que rodea el tubo de guiado coaxialmente. Entonces, para el movimiento del émbolo puede deslizarse el imán permanente en la dirección axial del tubo de guiado, donde en particular el émbolo intentará situarse en el centro del imán permanente anular. Alternativamente el imán permanente también podría presentar una magnetización tal que el émbolo se repeliera por el mismo.

65 En otra forma de realización preferida está previsto que el dispositivo de generación de campo magnético comprenda una disposición de bobina con al menos una bobina, cuyas espiras discurren alrededor del tubo de

guiado coaxialmente. Una bobina de este tipo, mediante el control de la intensidad de corriente alimentada a la misma, puede formar un campo magnético variable, para atraer el émbolo con una fuerza ajustable hacia su centro axial. Alternativa o adicionalmente, la bobina puede deslizarse coaxialmente al tubo de guiado, para mover el émbolo.

5 Se obtienen posibilidades particulares para la dosificación flexible y precisa en una forma de realización, en la que el dispositivo de generación de campo magnético comprende una disposición de bobina con una pluralidad de bobinas, cuyas espiras discurren en cada caso coaxialmente alrededor del tubo de guiado, estando las bobinas desplazadas axialmente entre sí. Entonces, mediante el ajuste de las intensidades de corriente alimentadas a las bobinas  
10 individuales puede variarse el campo magnético reinante en el tubo de guiado en cuanto a su intensidad total así como en cuanto a su distribución de flujo axial, para atraer al émbolo a una posición definida en el tubo de guiado. En un caso sencillo podrían hacerse funcionar dos bobinas dispuestas con una distancia axial de manera alterna para mover el émbolo entre dos posiciones de un lado a otro.

15 Por disposición de bobina con una pluralidad de bobinas, en el sentido de esta invención también se entiende una disposición a modo de autotransformador, que comprende un devanado de bobina continuo con contactos terminales así como un contacto de toma central, de modo que los dos segmentos de bobina pueden controlarse individualmente entre los contactos de extremo y el contacto de toma central. En variantes adicionales de una  
20 disposición de bobina de este tipo, el contacto de toma central podría ser deslizante a lo largo del eje de bobina entre los contactos de extremo, para variar la relación de los números de espiras de los dos segmentos de bobina.

El experto en la técnica conoce numerosas posibilidades adicionales para generar un campo magnético y disponer el émbolo del dispositivo de dosificación según la invención en el campo magnético y, mediante la variación del campo magnético o el movimiento de otros elementos del dispositivo de dosificación, provocar un deslizamiento  
25 deseado del émbolo en el tubo de guiado.

Según la invención la pipeta de la invención comprende además un dispositivo de control para controlar el tamaño o/y la posición o/y la dirección del campo magnético, de modo que pueden controlarse el movimiento del émbolo y la posición del émbolo en el tubo de guiado. Un dispositivo de control electrónico permite un movimiento y  
30 posicionamiento fiable, rápido y preciso del émbolo y según la invención también una regulación de la posición del émbolo mediante la realimentación de un valor de detección que indica el movimiento o la posición del émbolo, por ejemplo de un detector de posición.

Con la pipeta según la invención puede realizarse un procedimiento de dosificación para la dosificación de un medio, en el que se aspira o dispensa el medio que va a dosificarse según un deslizamiento del émbolo y comprendiendo el procedimiento de dosificación las etapas de: proporcionar un campo magnético y ejercer una fuerza sobre el émbolo mediante interacción magnética del émbolo con el campo magnético. Con un procedimiento de dosificación de este tipo puede conseguirse una dosificación sencilla y precisa con una dinámica alta, ejerciéndose esencialmente sin  
35 acoplamiento mecánico sobre el émbolo una fuerza magnética, que resulta de una interacción del émbolo con un campo magnético. Entonces, mediante la variación de la posición, dirección o del tamaño del campo magnético o mediante la deformación del campo magnético puede producirse un movimiento del émbolo en el tubo de guiado para la dosificación del medio.

40 Cuando el procedimiento de dosificación se realiza con una pipeta, que comprende una disposición de bobina con una pluralidad de bobinas, cuyas espiras discurren en cada caso coaxialmente alrededor del tubo de guiado, estando desplazadas las bobinas axialmente entre sí, entonces pueden controlarse las intensidades de corriente alimentadas en cada caso a las bobinas conforme a una dosis que va a aspirarse o dispensarse, para con medios electrónicos, de manera rápida y precisa, succionar o suministrar una cantidad deseada de medio que va a dosificarse.  
45

El imán permanente del émbolo de la pipeta según la invención mantiene también sin el aporte permanente de energía una magnetización definida, que puede utilizarse para el posicionamiento o movimiento del émbolo a través de la disposición de accionamiento. Por tanto, el uso de un imán permanente permite la reducción de la energía necesaria para el funcionamiento de la pipeta.  
50

Preferiblemente, el émbolo de la pipeta según la invención comprende al menos dos segmentos de imán permanente adyacentes entre sí, cuyas magnetizaciones discurren axialmente al tubo de guiado, estando dirigidas las magnetizaciones de segmentos de imán permanente contiguos entre sí de manera opuesta entre sí. En una disposición de este tipo en los puntos, en los que cambia la dirección de las magnetizaciones, es decir, en la zona  
55 de transición de segmentos de imán permanente contiguos, pueden generarse campos magnéticos relativamente fuertes, que discurren radialmente, que permiten un posicionamiento especialmente preciso y una resolución espacial alta de la posición axial del émbolo. Esta ganancia de precisión, que se plasma en una precisión de dosificación mejorada de la pipeta, se debe a la mayor variación relativa del campo magnético con un desplazamiento axial del émbolo.  
60

65

Aunque el efecto mencionado anteriormente ya se consiga proporcionando sólo dos segmentos de imán permanente adyacentes entre sí con magnetizaciones dirigidas de manera opuesta entre sí, en una forma de realización preferida de la invención está previsto disponer en la dirección axial del tubo de guiado más de dos segmentos de imán permanente, presentando los segmentos de imán permanente contiguos en cada caso magnetizaciones opuestas entre sí. Como cada segmento de imán permanente puede entenderse de tal modo que en uno de sus extremos axiales presente un polo norte magnético y en otro de sus extremos axiales presente un polo sur magnético, la disposición de segmentos de imán permanente con dirección de magnetización alterna según el cuarto aspecto de la invención también puede describirse de tal modo que los segmentos de imán permanente contiguos entre sí en cada caso estén dirigidos uno hacia otro con sus polos sur o en cada caso con sus polos norte. Entonces, el efecto de un campo magnético especialmente fuerte y que discurre de manera marcada en la dirección radial siempre se produce precisamente en las zonas de transición en las que coinciden los polos norte o los polos sur de segmentos de imán permanente contiguos.

En una forma de realización especialmente sencilla de la invención está previsto que los segmentos de imán permanente estén formados por imanes permanentes, que están fijados entre sí de tal modo que los polos norte magnéticos de imanes permanentes contiguos están dispuestos dirigidos uno hacia otro y contiguos entre sí o los polos sur magnéticos de imanes permanentes contiguos están dispuestos dirigidos uno hacia otro y contiguos entre sí. Un émbolo construido de este modo puede fabricarse de manera especialmente sencilla a partir de una pluralidad de imanes permanentes cilíndricos, en sí conocidos, que se fijan entre sí, preferiblemente se pegan entre sí, con una orientación alterna.

En otra forma de realización de la invención está previsto que el émbolo comprenda al menos un cuerpo obturador, que está dispuesto entre una pared interna del tubo de guiado y los segmentos de imán permanente o el imán permanente. De este modo se consigue la ventaja de que el imán permanente del émbolo en sí mismo no tiene que fabricarse obligatoriamente con precisión de ajuste según las dimensiones internas del tubo de guiado y puede garantizarse una obturación fiable entre el imán permanente y el tubo de guiado. A este respecto, se tiene en cuenta en particular que el al menos un cuerpo obturador esté configurado en forma de caperuza y se coloque sobre un extremo axialmente superior o/y un extremo axialmente inferior del imán permanente o se coloque sobre un segmento de imán permanente axialmente superior o/y axialmente inferior. De este modo pueden colocarse los cuerpos obturadores a modo de caperuza sobre los extremos del cuerpo de imán permanente de tal modo que en cada caso rodeen los segmentos circunferenciales terminales así como las superficies frontales terminales del cuerpo de imán permanente y pueda evitarse un contacto entre el medio que va a dosificarse y el cuerpo de imán permanente.

Según una forma de realización de la presente invención está previsto que la disposición de accionamiento presente un dispositivo de generación de campo magnético para la generación de un campo magnético, comprendiendo el dispositivo de generación de campo magnético una disposición de bobina con al menos una bobina, que presenta al menos una espira, discurriendo la al menos una espira alrededor de sólo un subsegmento de la circunferencia del tubo de guiado.

Por tanto, en esta forma de realización la al menos una espira de la bobina discurre alrededor del tubo de guiado no de manera completa, es decir, no se enrolla completamente (por un ángulo periférico de 360 grados) alrededor del tubo de guiado, sino que discurre sólo por un subsegmento de la circunferencia del tubo de guiado (por un ángulo periférico menor de 360 grados), de modo que otro subsegmento de la circunferencia del tubo de guiado está libre de la espira. De este modo el tubo de guiado todavía es accesible en el segmento circunferencial no cubierto por la espira, por ejemplo para permitir un control visual de la operación de dosificación o disponer un elemento de detección de posición para la detección de una posición o movimiento del émbolo en el tubo de guiado. Según el tamaño del subsegmento no cubierto por la espira y el recorrido de la espira también pueden obtenerse ventajas en cuanto a la disposición, en particular la densidad de la disposición de varias pipetas contiguas o la disposición de bobinas contiguas, como todavía se describirá en más detalle más abajo.

Otra forma de realización ventajosa de la invención persigue un enfoque similar a la forma de realización descrita anteriormente, en la que la disposición de accionamiento presenta un dispositivo de generación de campo magnético para la generación de un campo magnético, comprendiendo el dispositivo de generación de campo magnético una disposición de bobina con al menos una bobina, que presenta al menos una espira, discurriendo la al menos una espira completamente en un lado de un plano central longitudinal que contiene un eje central longitudinal del tubo de guiado. De este modo puede conseguirse que la bobina esencialmente sólo ocupe la mitad del espacio constructivo existente alrededor del tubo de guiado, mientras que la otra mitad es completamente accesible, concretamente por ejemplo para una segunda bobina del mismo tipo, para un elemento de detección de posición o también para una unión conveniente de varias pipetas.

En particular, en este sentido, se tiene en cuenta que la disposición de bobina comprenda una primera bobina con al menos una primera espira y una segunda bobina con al menos una segunda espira, discurriendo la al menos una primera espira completamente en un lado del plano central longitudinal y discurriendo la al menos una segunda espira completamente en el otro lado del plano central longitudinal. Mediante las bobinas colocadas desde lados opuestos en el tubo de guiado puede generarse un campo magnético axial especialmente uniforme y bien definido

en el interior del tubo de guiado o producirse una detección de un campo magnético de manera especialmente fiable. A este respecto, preferiblemente en la zona del plano central longitudinal todavía un subsegmento de la circunferencia del tubo de guiado no está cubierto ni por una espira de la primera bobina, ni por una espira de la segunda bobina y permite por tanto un acceso al tubo de guiado, por ejemplo para un elemento de detección de posición o un control visual de la operación de dosificación.

En una variante preferida de las dos formas de realización descritas en último lugar está previsto que la al menos una espira de la bobina discurra completamente entre dos planos tangenciales del tubo de guiado paralelos entre sí, que entran en contacto con la pared externa del tubo de guiado. En esta variante, en particular en el caso de unir varios tubos de guiado, puede conseguirse una densidad de empaquetamiento elevada, porque los tubos de guiado contiguos pueden disponerse con una distancia relativamente reducida entre sí. Mientras que en particular una pluralidad de espiras que discurren completamente alrededor del tubo de guiado lleva rápidamente a un aumento de la demanda de espacio, la distancia mínima entre tubos de guiado contiguos en caso de utilizar una disposición de bobina según esta variante de la invención, no se determina por el grosor de la al menos una espira de la bobina. En su lugar, una serie de tubos de guiado dispuestos uno al lado de otro según esta variante de la invención, pueden unirse entre sí de tal modo que los planos tangenciales descritos anteriormente de tubos de guiado contiguos discurren esencialmente paralelos entre sí. Entonces, los tubos de guiado pueden disponerse unos al lado de otros de tal modo que entren en contacto o casi entren en contacto con las paredes externas de tubos de guiado contiguos.

Preferiblemente un segmento de espira de la espira que discurre alrededor de sólo un subsegmento de la circunferencia del tubo de guiado discurre a lo largo de una pared externa del tubo de guiado, concretamente en la dirección circunferencial del tubo de guiado. Un segmento de espira de este tipo puede generar un campo magnético que discurre en la dirección axial en el interior del tubo de guiado, que puede interactuar con el émbolo.

Además un segmento de espira de la al menos una espira puede discurrir en la dirección axial a lo largo de una pared externa del tubo de guiado. Un segmento de espira axial de este tipo está unido preferiblemente con un segmento de espira descrito anteriormente, que discurre en la dirección circunferencial dentro de la misma espira, de modo que el campo magnético generado por el segmento de espira axial muestra más bien una menor interacción con el émbolo y el segmento de espira axial particularmente sirve para suministrar/derivar corriente a/desde el segmento de espira que discurre en la dirección circunferencial.

Junto con el concepto inventivo resulta una combinación especialmente ventajosa del segmento de espira que discurre en la dirección circunferencial y del segmento de espira axial, según el cual el émbolo presenta al menos un imán permanente, en particular una pluralidad de segmentos de imán permanente adyacentes entre sí con direcciones de magnetización alternas. Entonces, ventajosamente, la longitud axial del segmento de espira que discurre axialmente puede estar adaptada a una longitud del segmento de imán permanente o del imán permanente.

En otra variante de la invención está previsto que la al menos una espira que discurre alrededor de sólo un subsegmento de la circunferencia del tubo de guiado presente un segmento de espira, que discurre hacia el tubo de guiado, a continuación discurre a lo largo del tubo de guiado y a continuación discurre alejándose del tubo de guiado. En esta variante partes de la espira, que no pueden contribuir a la generación del campo magnético deseado en el lugar del émbolo, pueden guiarse con una distancia respecto al tubo de guiado, de modo que su campo magnético no afecte al campo magnético de las partes activas de la espira, que discurren a lo largo del tubo de guiado. Así, en el interior del tubo de guiado, puede formarse un campo magnético bien definible y relativamente homogéneo, aunque la al menos una espira, al contrario que el caso de una espira de bobina normal, no discurre completamente alrededor del tubo de guiado.

Como ya se indicó, en el subsegmento de la circunferencia del tubo de guiado alrededor del que no discurre la al menos una espira, puede estar dispuesto un elemento de detección de posición. Este elemento de detección de posición puede formar parte de un detector de posición, que por medio del elemento de detección de posición detecta un valor de detección que indica el movimiento o la posición del émbolo. Este valor de detección puede utilizarse en particular para la regulación de la posición de émbolo ya mencionada en relación con el primer aspecto de la invención, regulando un dispositivo de control la posición de émbolo mediante la realimentación del valor de detección. De este modo es posible una dosificación muy precisa y automática.

El elemento de detección de posición también puede estar configurado para una interacción magnética con el émbolo, es decir, para determinar una posición o/y movimiento del émbolo en particular mediante la detección de un campo magnético generado por el émbolo. Entonces, el campo magnético generado por el émbolo puede utilizarse al mismo tiempo tanto para el control del émbolo (transmisión de fuerza al émbolo) como para la detección de la posición/movimiento del émbolo, con lo que se obtiene una construcción simplificada.

A continuación se explicará la invención en más detalle mediante ejemplos de realización preferidos haciendo referencia a los dibujos adjuntos. En éstos muestran:

- la figura 1, una vista en sección transversal de una pipeta según un primer ejemplo explicativo, que no entra dentro de la reivindicación 1, incluyendo una ampliación de un fragmento,
- 5 la figura 2, una vista en sección transversal de una pipeta según un segundo ejemplo explicativo, que no entra dentro de la reivindicación 1, incluyendo una ampliación de un fragmento,
- la figura 3, una vista lateral esquemática de una pipeta según un tercer ejemplo explicativo, que no entra dentro de la reivindicación 1,
- 10 la figura 4, una vista lateral de una pipeta según un primer ejemplo de realización de la invención,
- las figuras 5a - 5c, representaciones de la magnetización de un cuerpo de imán permanente de un émbolo de la pipeta representada en la figura 4,
- 15 la figura 6, una representación del recorrido de las líneas de flujo del campo magnético del cuerpo de imán permanente mostrado en las figuras 5a a 5c,
- la figura 7, una vista en perspectiva de un fragmento de una pipeta según un segundo ejemplo de realización de la invención,
- 20 la figura 8, una vista en perspectiva de un segmento de una pipeta según un tercer ejemplo de realización de la invención,
- la figura 9, una vista en sección transversal de la pipeta mostrada en la figura 4 en un plano de sección normal al eje, y
- 25 la figura 10, una vista en sección transversal de la pipeta mostrada en la figura 7 en un plano de sección normal al eje.
- 30 Una pipeta 10 mostrada en la figura 1 de un ejemplo explicativo no cubierto por la reivindicación 1 comprende un tubo de guiado cilíndrico 20 a partir de un material de vidrio, en cuyo extremo superior abierto 22 está insertado un émbolo 24 de manera deslizante y sobre cuyo extremo inferior opuesto 26 está colocado un segmento de boquilla 28.
- 35 El interior del segmento de boquilla 28 así como el interior del tubo de guiado 20 entre el émbolo 24 y el segmento de boquilla 28 forman una cámara 30, que en el ejemplo explicativo en parte está llena de un medio de desplazamiento 32 y en parte de un medio que va a pipetearse 34. El medio de desplazamiento 32 limita con el émbolo 24, mientras que el medio que va a pipetearse limita con una abertura de boquilla 36 del segmento de boquilla 28.
- 40 Un movimiento del émbolo 24 en la dirección axial del tubo de guiado 20, es decir, a lo largo de un eje central longitudinal A del tubo de guiado 20, provoca una variación del volumen de la cámara 30 y por consiguiente, un empuje hacia fuera (dispensación) del medio que va a pipetearse fuera de la abertura de boquilla 36 o una succión (aspiración) del medio que va a pipetearse 34 a través de la abertura de boquilla 36 a la cámara 30.
- 45 El émbolo 24 está formado al menos por segmentos por material magnetizable y en el ejemplo de realización está fabricado completamente por un metal ferromagnético. Entre la circunferencia externa del émbolo 24 y la pared interna del tubo de guiado 20 está dispuesta una película deslizante 38 de un ferrofluido, de modo que la película de ferrofluido 38 discurre completamente alrededor del émbolo 24 y lo obtura hacia todos los lados con respecto al tubo de guiado. Por tanto, la película deslizante 38 sirve tanto para obturar como para guiar con una fricción baja el émbolo 24 en el tubo de guiado 20.
- 50 El tubo de guiado 20 está guiado de manera concéntrica a través de un imán permanente anular 40. El imán permanente 40 está magnetizado de tal modo que su polo norte magnético 40N y su polo sur magnético 40S están desplazados entre sí en la dirección axial. En el ejemplo explicativo el polo norte 40N está dirigido hacia el segmento de boquilla 28 y el polo sur 40S está dirigido hacia el extremo abierto 22 del tubo de guiado 20. Evidentemente el anillo podría estar colocado sobre el tubo de guiado 20 con otra orientación, de modo que su polo sur magnético 40S esté dirigido hacia el segmento de boquilla 28.
- 55 El anillo de imán permanente 40 genera en su centro, es decir, en el lugar del émbolo 24, un campo magnético casi homogéneo, cuyas líneas de flujo discurren paralelas al eje central longitudinal A. El material ferromagnético del émbolo 24 se magnetiza a través del campo magnético. Entonces, entre el émbolo magnetizado 24 y el campo magnético del anillo de imán permanente 40 se produce la interacción magnética en el sentido de una fuerza de atracción entre el émbolo 24 y el anillo de imán permanente 40.
- 60
- 65

Por consiguiente, el émbolo 24 siempre intentará posicionarse en el centro del anillo de imán permanente 40. Si se mueve el anillo de imán permanente 40 axialmente al tubo de guiado 20, entonces el émbolo 24 sigue a este movimiento y por consiguiente, aspira o dispensa el medio que va a pipetearse 34 a través de la abertura de boquilla 36.

5 El anillo de imán permanente 40 puede moverse manualmente o de manera automatizada mediante medios de control de movimiento adecuados, pudiendo controlarse, monitorizarse o regularse el movimiento por medio de un dispositivo de control electrónico de la manera conocida por el experto en la técnica. Independientemente de la manera en la que se mueve el anillo de imán permanente 40, la transmisión del movimiento del anillo de imán permanente 40 al émbolo 24 se produce sin contacto únicamente mediante interacción magnética, de modo que las vibraciones, los golpes producidos por el juego, las imprecisiones mecánicas y similares pueden desacoplarse del émbolo 24 y del tubo de guiado 20 y por tanto, es posible una dosificación muy precisa. Mediante el desacoplamiento puede evitarse además una contaminación de la disposición de accionamiento y dado el caso del dispositivo de control con el medio que va a pipetearse o a la inversa, una contaminación del medio que va a pipetearse por ejemplo por lubricantes de un dispositivo de movimiento del imán permanente 40.

Además el anillo de imán permanente 40 puede moverse con una velocidad elevada, para conseguir una dosificación con una dinámica alta. A este respecto, la película deslizante 38 favorece un movimiento rápido del émbolo 24 con bajas pérdidas por fricción. La película deslizante 38 formada por ferrofluido también se magnetiza en el campo magnético del anillo de imán permanente y por tanto, también experimenta una interacción magnética con el campo magnético externo. Mediante la fuerza de atracción producida de este modo entre la película deslizante 38 y el anillo de imán permanente 40, la película deslizante 38 se mantiene de manera fiable junto con el émbolo 24 a la misma altura axial con el anillo de imán permanente 40, de modo que la película deslizante 38 siempre permanece en el espacio intermedio entre el émbolo 24 y la pared interna del tubo de guiado 20.

25 A continuación, haciendo referencia a la figura 2, se explica un segundo ejemplo explicativo de la invención no cubierto por la reivindicación 1. Los elementos iguales o correspondientes del segundo ejemplo explicativo están designados con respecto al primer ejemplo explicativo con los mismos números de referencia, habiendo añadido el sufijo "a", y a continuación sólo se explicarán en cuanto a sus diferencias con el primer ejemplo de realización, remitiendo por lo demás expresamente a la descripción del primer ejemplo explicativo.

La pipeta 10a del segundo ejemplo explicativo comprende un tubo de guiado 20a con un émbolo 24a insertado en el mismo de manera deslizante, que en su totalidad está formado por un líquido magnetizable, en particular un ferrofluido.

35 Como en el primer ejemplo explicativo, así también en el segundo ejemplo explicativo el tubo de guiado 20a de la pipeta 20a está guiado coaxialmente a través de un anillo de imán permanente 40a, de modo que el émbolo 24a está dispuesto en el campo magnético del anillo de imán permanente 40a. El campo magnético asume en el segundo ejemplo explicativo dos funciones. En primer lugar, evita que se salga el ferrofluido, porque el ferrofluido siempre intentará mantenerse en la zona de máxima intensidad de campo magnético, es decir, se atrae al centro del anillo de imán permanente 40a y por tanto, obtura el tubo de guiado 20a en su pared interna por toda la circunferencia de manera segura. En segundo lugar, mediante un movimiento del campo magnético, en particular mediante deslizamiento del anillo de imán permanente 40a en la dirección axial del tubo de guiado 20a, puede deslizarse el émbolo de ferrofluido 24a a lo largo del eje central longitudinal A del tubo de guiado 20a para, según el trayecto de deslizamiento, aspirar o dispensar una cantidad determinada de medio que va a pipetearse. El pipeteado puede producirse como en el primer ejemplo de realización con una dinámica muy alta, porque el ferrofluido se desliza en el tubo de guiado 20a con una fricción baja.

50 En los ejemplos explicativos primero y segundo el campo magnético se genera mediante un anillo de imán permanente 40 o 40a. Sin embargo, en general, el campo magnético en las formas de realización de la invención puede proporcionarse de muchas maneras, en particular mediante un electroimán. Un ejemplo para una disposición, en la que el campo magnético se genera mediante un electroimán, se explica en más detalle a continuación como tercer ejemplo explicativo de la invención no cubierto por la reivindicación 1 haciendo referencia a la figura 3. A este respecto, sólo se hace referencia en más detalle a las características distintivas con respecto al primer ejemplo explicativo (figura 1), mientras que con respecto a las demás características, que a continuación no se describirán de nuevo en más detalle, se remite expresamente a la descripción del primer ejemplo explicativo. En la figura 3 los elementos iguales o correspondientes con respecto a la figura 1 están designados con los mismos números de referencia, habiendo añadido el sufijo "b".

60 En una pipeta 10b del tercer ejemplo explicativo, un émbolo 24b comparable al émbolo 24 del primer ejemplo explicativo está insertado en un tubo de guiado 20b de manera deslizante, estando formado el émbolo 24b por un metal magnetizable. Entre una circunferencia externa del émbolo 24b y una pared interna del tubo de guiado 20b está dispuesta una película deslizante 38b de un ferrofluido.

65 A diferencia del primer ejemplo explicativo, en el tercer ejemplo explicativo el campo magnético necesario para el movimiento del émbolo 24b no se genera mediante un imán permanente, sino mediante una disposición de bobina

42, que comprende tres bobinas 44-1, 44-2, 44-3 dispuestas una detrás de otra en la dirección axial A del tubo de guiado 20b. Cada una de las bobinas 44-1, 44-2, 44-3 comprende una pluralidad de espiras 46, que están enrolladas coaxialmente al eje central longitudinal A alrededor de la circunferencia externa del tubo de guiado 20b. La espira inicial y final de cada bobina 44-1, 44-2, 44-3 está conectada en cada caso a circuitos 48-1, 48-2, 48-3 separados, con los que puede suministrarse tensión a cada bobina 44-1, 44-2, 44-3 de manera individual e independiente de las demás bobinas. En el ejemplo explicativo cada uno de los circuitos 48-1, 48-2, 48-3 comprende una fuente de tensión 50 así como un conmutador 52 conectado en serie a la misma. Las fuentes de tensión 50 pueden estar unidas entre sí o recibir suministro por un dispositivo de suministro de energía común.

En función de la posición del conmutador de los respectivos conmutadores 52 de los circuitos 48-1, 48-2, 48-3, las bobinas 44-1, 44-2, 44-3 pueden formar en su interior un campo magnético con líneas de flujo que discurren paralelas al eje central longitudinal A o el interior de las bobinas 44-1, 44-2, 44-3 no tiene campo. Por lo tanto, según la posición de conmutación de los conmutadores 52 el émbolo 24b es atraído por el campo magnético de una de las bobinas 44-1, 44-2, 44-3 o por un campo magnético formado por dos o tres de las bobinas 44-1, 44-2, 44-3 y se atrae al centro de este campo magnético, de modo que puede activarse el movimiento del émbolo 24b en el tubo de guiado 20b mediante los conmutadores 52.

Los conmutadores 52 están unidos con un dispositivo de control no representado que, basándose en una cantidad de medio que va a pipetearse ajustada por un usuario controla la alimentación de corriente a las bobinas 44-1, 44-2, 44-3. En un ejemplo de control sencillo podría encenderse la bobina 44-1 (conmutadores 52 del circuito 48-1 cerrados), mientras que las otras dos bobinas 44-2, 44-3 están apagadas (conmutadores 52 de los circuitos 48-2, 48-3 abiertos), de modo que sólo la bobina 44-1 genera un campo magnético y el émbolo 24b se atrae a la bobina 44-1. Entonces para suministrar una cantidad de medio que va a pipetearse desde el segmento de boquilla, podría encenderse la bobina 44-2, apagándose al mismo tiempo la primera bobina 44-1. Entonces el émbolo 24b se atrae al centro de la segunda bobina 44-2 y a este respecto desplaza la cantidad correspondiente de medio de desplazamiento o medio que va a pipetearse desde el tubo de guiado 20b. A continuación, de manera correspondiente podría encenderse la tercera bobina 44-3 y podría apagarse la segunda bobina 44-2.

Las bobinas 44-1, 44-2, 44-3 no sólo pueden encenderse y apagarse. Para una dosificación más precisa del suministro podrían alimentarse a las bobinas en cada caso determinadas intensidades de corriente entre 0 y un valor máximo. Cuando a dos bobinas 44-1/44-2 o 44-2/44-3 contiguas se alimentan intensidades de corriente diferentes, entonces el experto en la técnica, a partir de la relación de las intensidades de corriente puede calcular fácilmente el campo magnético superpuesto que actúa realmente en el lugar del émbolo y llevar a cabo un posicionamiento muy preciso del émbolo 24b a lo largo del eje central longitudinal A en el tubo de guiado 20b mediante el ajuste de determinadas intensidades de corriente. De este modo es posible una dosificación precisa del medio que va a pipetearse sin interacción mecánica entre el dispositivo de control y el émbolo 24b. Además las corrientes en los circuitos 48-1, 48-2, 48-3 individuales pueden conmutarse con velocidad elevada, de modo que puede conseguirse una dinámica alta de la dosificación.

A continuación, haciendo referencia a las figuras 4 a 6, se explicará un primer ejemplo de realización de la invención. Los elementos iguales o correspondientes del primer ejemplo de realización están designados con respecto al primer ejemplo explicativo con los mismos números de referencia, habiendo añadido el sufijo "c", y a continuación sólo se explicarán en cuanto a sus diferencias con el primer ejemplo explicativo, remitiendo por lo demás expresamente a la descripción del primer ejemplo explicativo.

Una pipeta 10c del primer ejemplo de realización comprende un tubo de guiado cilíndrico 20c, en el que está insertado un émbolo 24c de manera deslizante. A diferencia de los ejemplos explicativos primero y segundo el émbolo 24c del primer ejemplo de realización comprende un cuerpo de imán permanente 54, que genera un campo magnético permanente.

La estructura del cuerpo de imán permanente 54 se representa en más detalle en las figuras 5a a 5c. En las figuras 5b y 5c puede reconocerse que el cuerpo de imán permanente 54 comprende una pluralidad (en este caso cinco) de segmentos de imán permanente 56-1, 56-2, 56-3, 56-4, 56-5, que están dispuestos consecutivamente en el orden de esta enumeración en la dirección axial del tubo de guiado 20c. Cada uno de los segmentos de imán permanente 56-1, ..., 56-5 presenta una magnetización  $M_1$ , ...,  $M_5$ , cuya dirección de magnetización se indica en la figura 5b en cada caso mediante una flecha. Por consiguiente, las magnetizaciones  $M_1$ , ...,  $M_5$  de todos los segmentos de imán permanente 56-1, ..., 56-5 están orientadas axialmente (paralelas al eje central longitudinal A), siendo sin embargo las direcciones de las magnetizaciones  $M_1$ , ...,  $M_5$  de segmentos de imán permanente 56-1, ..., 56-5 contiguos en cada caso opuestas, de modo que las magnetizaciones de un segmento de imán permanente a otro segmento de imán permanente a lo largo de la dirección axial apuntan de manera alterna en una dirección o en la otra. Así, por ejemplo, en el ejemplo de realización según la figura 5  $M_1$  apunta hacia arriba,  $M_2$  hacia abajo,  $M_3$  hacia arriba,  $M_4$  hacia abajo y  $M_5$  hacia arriba.

En el ejemplo de realización todos los segmentos de imán permanente 56-1, ..., 56-5 tienen la misma longitud axial  $L_m$ . Por tanto, en el cuerpo de imán permanente 54, en la dirección axial con separaciones de en cada caso  $L_m$ , varía la dirección de la magnetización.

Las magnetizaciones  $M_1, \dots, M_5$  también pueden simbolizarse mediante indicación de polos norte magnéticos o polos sur magnéticos de los segmentos de imán permanente 56-1, ..., 56-5 individuales, como se representa en la figura 5(c). El cuerpo de imán permanente 54 se obtiene entonces mediante unión de los segmentos de imán permanente 56-1, ..., 56-5 de tal modo que los segmentos de imán permanente 56-1, ..., 56-5 contiguos entre sí limitan en cada caso con sus polos homónimos. En el ejemplo de realización el polo sur del segmento de imán permanente 56-1 limita con el polo sur del segmento de imán permanente 56-2, mientras que el polo norte del segmento de imán permanente 56-2 limita con el polo norte del segmento de imán permanente 56-3, y así sucesivamente.

El cuerpo de imán permanente 54 puede fabricarse de manera sencilla, uniendo una pluralidad de imanes permanentes individuales según los segmentos de imán permanente 56-1, ..., 56-5 con sus polos homónimos y por ejemplo pegándose unos con otros. Por tanto, en el ejemplo de realización según las figuras 5a a 5c el cuerpo de imán permanente 54 puede formarse mediante unión de cinco imanes permanentes individuales.

Un cuerpo de imán permanente 54 construido de la manera descrita anteriormente presenta un campo magnético característico, que varía fuertemente en la dirección axial, que en la figura 6 se ilustra con una representación de líneas de flujo. Puede reconocerse que en particular en los puntos, en los que varía la orientación de la magnetización  $M_1, \dots, M_5$ , es decir, en las transiciones entre segmentos de imán permanente 56-1, ..., 56-5 contiguos, se produce un campo magnético elevado, que discurre fuertemente de manera radial, que de manera alterna está orientado hacia fuera o hacia dentro. Esta característica de campo magnético marcada puede utilizarse para el control o la detección precisos del émbolo, como todavía se describirá más abajo.

En principio el cuerpo de imán permanente 54 puede presentar una forma tal que puede insertarse con precisión de ajuste y con una obturación suficiente en el interior del tubo de guiado 20c y en sí mismo puede actuar directamente como émbolo. Sin embargo, preferiblemente el émbolo 24c presenta además al menos un cuerpo obturador 58, 59, que está dispuesto entre el cuerpo de imán permanente 54 y una pared interna del tubo de guiado 20c. En el ejemplo de realización están previstos dos cuerpos obturadores 58, 59, que en cada caso están colocados sobre segmentos de extremo del cuerpo de imán permanente 54, de modo que en cada caso rodean los segmentos circunferenciales terminales así como las superficies frontales terminales del cuerpo de imán permanente 54. Los cuerpos obturadores 58, 59 pueden estar colocados por ejemplo como caperuzas de goma ajustadas sobre los extremos del cuerpo de imán permanente 54.

La figura 4 muestra una disposición de bobina 42c con una pluralidad de bobinas 44c, cuyas espiras discurren en cada caso alrededor de la pared externa del tubo de guiado 20c de manera anular. Por tanto, cada una de las bobinas 44c puede generar, en la posición axial correspondiente en el interior del tubo de guiado 20c, un campo magnético orientado en la dirección axial, que puede interactuar con el émbolo 24c. Mediante el control/regulación de una corriente que fluye a través de las bobinas 44c, por medio de una interacción del campo magnético de bobina generado en este caso con el campo magnético del cuerpo de imán permanente 54 (figura 6) puede ejercerse una fuerza sobre el émbolo 24c en la dirección axial del tubo de guiado 20c, para deslizar el émbolo 24c para la aspiración o dispensación del medio que va a dosificarse.

Las bobinas 44c presentan una longitud de bobina axial  $l$  y se disponen con unas distancias  $s$  entre sí. A este respecto, la distancia  $s$  entre bobinas 44c contiguas puede medirse de manera conveniente entre posiciones axialmente centrales (a  $l/2$ ) de cada bobina 44c.

La distancia  $s$  entre bobinas 44c contiguas se prevé preferiblemente en función de la longitud axial  $L_m$  de los segmentos de imán permanente 56-1, ..., 56-5 así como en función del control de fase de las bobinas 44c. Según la disposición de los segmentos de imán permanente 56-1, ..., 56-5 con dirección de magnetización alterna (véase la figura 5) resulta que el campo magnético en la dirección axial presenta un periodo de  $2 \times L_m$ . En caso de que el deslizamiento del émbolo 24c más allá de esta longitud de periodo se produzca mediante el control secuencial de una pluralidad de  $n$  bobinas 44c axialmente consecutivas, entonces puede conseguirse mediante un funcionamiento de  $n$  fases de las bobinas 44c, cuando la distancia entre bobinas 44c contiguas asciende a

$$s = 1/n \times 2 \times L_m \quad (1)$$

Entonces, según esta ecuación por ejemplo para un funcionamiento trifásico se elegiría una distancia entre bobinas de  $s = 2/3 \times L_m$ , mientras que para un funcionamiento tetrafásico la distancia entre bobinas debería ascender a  $s = 1/2 \times L_m$ .

Para la dosificación especialmente precisa o automatizada del medio puede ajustarse la corriente que fluye a través de las bobinas 44c en función de un movimiento o posición detectados del émbolo 24c. Como se muestra en la figura 4, para ello las bobinas 44c pueden estar unidas en cada caso con un dispositivo de control 45, que puede controlar la corriente que fluye en cada caso a través de las bobinas 44c o la tensión aplicada en cada caso a las bobinas 44c. El dispositivo de control 45 forma parte de un circuito de regulación y recibe un valor de detección que indica el movimiento o/la posición del émbolo 24c desde un elemento de detección de posición 47. El elemento de

detección de posición 47 puede extenderse a lo largo del tubo de guiado 20c. En el ejemplo de realización según la figura 4 el elemento de detección de posición 47 es un detector óptico, por ejemplo un sensor de líneas óptico (sensor de líneas CCD, sensor de líneas CMOS o similares) a partir de una matriz unidimensional, que se extiende a lo largo del tubo de guiado 20c a partir de fotodetectores. La detección óptica de la posición o del movimiento del émbolo 24c tiene la ventaja de que sólo se produce una interferencia reducida o incluso no se produce ninguna interferencia entre la detección de posición/movimiento y el control del émbolo magnético a través de las bobinas 44c.

A continuación, haciendo referencia a la figura 7, se explica un segundo ejemplo de realización de la invención. El segundo ejemplo de realización puede considerarse como variante del primer ejemplo de realización, de modo que a continuación sólo se hará referencia a las diferencias y en cuanto a los elementos de la pipeta no descritos otra vez se remitirá expresamente a la descripción del primer ejemplo de realización.

Una pipeta 10d del cuarto ejemplo de realización comprende un tubo de guiado 20d, en el que está alojado un émbolo no representado de manera deslizante. Para el control de la posición o el movimiento del émbolo por medio de interacción magnética una disposición de bobina 42d con una pluralidad de bobinas 44-1 d, 44-2d, 44-3d, 44-4d está dispuesta en la circunferencia externa del tubo de guiado 20d. De las bobinas mostradas en la representación de fragmento según la figura 7, las bobinas 44-1d y 44-2d están dispuestas en una primera posición axial del tubo de guiado 20d, mientras que las bobinas 44-3d y 44-4d están dispuestas en una segunda posición axial (diferente) del tubo de guiado 20d. Preferiblemente unos pares de bobinas adicionales, no mostrados en la figura 7, están previstos en el tubo de guiado 20d distribuidos axialmente.

La bobina 44-1d, que se describe en representación de todas las bobinas 44-1d...44-4d, comprende una pluralidad de espiras 60d, presentando cada espira 60d aproximadamente la forma de un rectángulo, que se adapta a la pared externa cilíndrica del tubo de guiado 20d. De manera correspondiente, cada espira 60d comprende dos segmentos de espira 62d que discurren en la dirección circunferencial así como dos segmentos de espira axiales 64.

Una pluralidad de este tipo de espiras rectangulares 60d discurren una alrededor de otra o anidadas en espiral una en otra por la pared externa del tubo de guiado 20d. Además unas espiras de este tipo también pueden estar dispuestas en varias capas sobre la superficie externa del tubo de guiado 20d, tal como se indica en la figura 7 con el número de referencia 66. La pluralidad de espiras 60d, que están dispuestas directamente en el lado externo del tubo de guiado 20d, y dado el caso las espiras adicionales, que están dispuestas en las capas externas 66, están enrolladas preferiblemente a partir de un único alambre continuo, en cuyos extremos se alimenta o deriva la corriente de bobina, de modo que la bobina 44-1 d genera un campo magnético.

La longitud axial de los segmentos de espira axiales 64 se elige preferiblemente de tal modo que los segmentos de espira 62d unidos entre sí a través de los segmentos de espira axiales 64, que discurren en la dirección circunferencial presentan entre sí en la dirección axial una distancia  $s$ , que puede seleccionarse conforme a la distancia  $s$  entre bobinas axialmente contiguas descrita anteriormente en relación con el primer ejemplo de realización de la invención, en particular en función de una longitud  $L_m$  de segmentos de imán permanente de un cuerpo de imán permanente del émbolo. Así, la longitud axial central  $s$  de la bobina 44-1d, es decir, la longitud axial central de los segmentos de espira axiales 64 puede fijarse conforme a la ecuación (1) indicada anteriormente.

Los segmentos de espira 62d que discurren en la dirección circunferencial están diseñados en el ejemplo de realización de tal modo que no discurren completamente alrededor de la circunferencia externa del tubo de guiado 20d como anillo, sino que se extienden sólo por un ángulo periférico de menos de  $360^\circ$ , preferiblemente menos de  $180^\circ$  (véanse las figuras 7 y 10). En el ejemplo de realización el ángulo periférico definido por los segmentos de espira 62d que discurren en la dirección circunferencial se encuentra aproximadamente entre  $80^\circ$  y  $120^\circ$ . En un segmento circunferencial 68d libre, no cubierto por la bobina 44-1d el tubo de guiado 20d puede ser accesible desde fuera para permitir la monitorización visual de la operación de dosificación o disponer un elemento de detección de posición que todavía se describirá más abajo, sin que interfiera con la bobina 44-1d.

Cuando los segmentos de espira 62d que discurren en la dirección circunferencial se extienden por un ángulo periférico de menos de  $180^\circ$ , entonces esto significa que las espiras 60d de la bobina 44-1d están dispuestas completamente en un lado de un plano central longitudinal E que contiene el eje central longitudinal A del tubo de guiado 20d (figura 10). De este modo es posible la disposición de una segunda bobina 44-2d simétrica a la bobina 44-1d en la misma posición axial que la primera bobina 44-1d. Entonces, en la zona de la línea de corte entre el plano central longitudinal E y la pared externa del tubo de guiado 20d entre las bobinas 44-1d, 44-2d se extienden el segmento circunferencial libre 68d así como un segmento circunferencial libre 70d adicional, opuesto.

En el ejemplo de realización las espiras 60d de las bobinas 44-1d y 44-2d están dispuestas además de tal modo que todas las espiras 60d de ambas bobinas 44-1d, 44-2d se encuentran esencialmente entre dos planos tangenciales  $T_1$ ,  $T_2$ , que se disponen tangencialmente en lados externos opuestos (en este caso en la zona de los segmentos circunferenciales libres 68d, 70d) del tubo de guiado 20d y son paralelos entre sí. En una disposición de este tipo se obtiene la ventaja adicional de que al colocar varios tubos de guiado 20d uno al lado de otro puede conseguirse una mayor densidad de empaquetamiento en comparación con una pipeta, en la que las espiras de las bobinas discurren

completamente alrededor del tubo de guiado. Como puede reconocerse bien a partir de la comparación de las figuras 9 y 10, en el caso del segundo ejemplo de realización según la figura 10, una anchura  $y_1$  de las bobinas 44-1 d, 44-2d en una dirección ortogonal al eje central longitudinal A y paralela al plano central longitudinal E es menor que una anchura  $y_2$  correspondiente de una bobina 44c que discurre de manera anular alrededor del tubo de guiado (por ejemplo de la bobina 44c del tercer ejemplo de realización). Por tanto, en particular, una pluralidad de tubos de guiado 20d según el segundo ejemplo de realización de la invención, que se unen por sus segmentos circunferenciales libres 68d o 70d, podrían empaquetarse con una densidad tal que las bobinas 44-1d a 44-4d no interfieran esencialmente con la disposición. Por tanto, un dispositivo de dosificación con varios tubos de guiado 20d puede presentar al menos en una dimensión una construcción más compacta.

La figura 8 muestra un tercer ejemplo de realización de la invención como variante del segundo ejemplo de realización de la invención, no discurrendo tampoco las bobinas 44-1 e, 44-2e de una disposición de bobina 42e completamente alrededor de un tubo de guiado 20e de una pipeta 10e, para conseguir las ventajas y los efectos descritos en relación con el cuarto ejemplo de realización, de una accesibilidad al tubo de guiado 20e desde fuera así como con una mayor densidad de empaquetamiento de varios tubos de guiado 20e.

Sin embargo, a diferencia del segundo ejemplo de realización en el tercer ejemplo de realización no todos los segmentos de espira de las bobinas 44-1 e, 44-2e discurren por la pared externa del tubo de guiado 20e o en paralelo a la pared externa. En su lugar, una espira 60e del quinto ejemplo de realización presenta segmentos de espira 72, que se extienden desde la pared externa del tubo de guiado 20e en una dirección alejándose del tubo de guiado 20e y se unen de nuevo en una posición alejada del tubo de guiado 20e. El campo magnético axial en el interior del tubo de guiado 20e lo generan segmentos de espira 62e que discurren en la dirección circunferencial, cuyos extremos están unidos con los segmentos de espira 72 que discurren alejándose del tubo de guiado 20e. Como puede reconocerse en la figura 8, en el tercer ejemplo de realización las espiras 60e pueden discurren en particular esencialmente en planos ortogonales al eje central longitudinal A.

También en el tercer ejemplo de realización, preferiblemente dos bobinas simétricas 44-1 e, 44-2e están colocadas a ambos lados de un plano central longitudinal E del tubo de guiado 20e en la misma posición axial en el tubo de guiado 20e, de modo que generan en conjunto un campo magnético axial relativamente homogéneo en el interior del tubo de guiado 20e, comparable con el campo magnético de una bobina con espiras que discurren de manera anular alrededor del tubo de guiado (por ejemplo según la figura 4).

Además en la figura 8 en uno de dos segmentos circunferenciales libres 68e, 70e opuestos, en los que la circunferencia externa del tubo de guiado 20e no está cubierta por espiras 60e de las bobinas 44-1e, 44-2e, está dispuesto un elemento de detección de posición 74, en particular un sistema de medición magnético, que permite una detección axial del campo magnético generado por un émbolo insertado en el tubo de guiado 20e. El elemento de detección de posición 74 puede ser por ejemplo una tira magnetizable, que se extiende en la dirección axial por el segmento circunferencial libre 68e o/y 70e y cuyo perfil de magnetización axial puede leerse por una unidad de lectura magnética, para detectar una posición/movimiento del émbolo.

El movimiento/posición así detectado del émbolo se realimenta preferiblemente como señal de regulación a un dispositivo de control, que basándose en la señal de regulación emite una señal de control, basándose en la cual se alimenta una corriente con una intensidad de corriente determinada a las bobinas 44-1 e, 44-2e. Las bobinas 44-1e, 44-2e, el dispositivo de control así como el elemento de detección de posición 74 forman entonces componentes esenciales de un circuito de regulación cerrado para la regulación de la posición o del movimiento del émbolo guiado en el tubo de guiado 20e y por tanto, para la regulación precisa y automática de una operación de dosificación de la pipeta 10e.

Aunque los segmentos circunferenciales libres en los ejemplos de realización segundo y tercero faciliten el esfuerzo técnico para la colocación y el funcionamiento de un elemento de detección de posición, ventajosamente también pueden preverse elementos de detección de posición u otras medidas para la detección de la posición o del movimiento del émbolo en otros ejemplos de realización de la invención, en particular en los ejemplos de realización 1 a 3 descritos anteriormente. Por ejemplo, el elemento de detección de posición 74 del quinto ejemplo de realización que se extiende en la dirección axial también podría utilizarse en pipetas, en las que las bobinas externas discurren completamente alrededor del tubo de guiado, introduciéndose por ejemplo una tira magnetizable entre la pared externa del tubo de guiado y las espiras de las bobinas. Entonces será necesaria una corrección correspondiente de la señal de detección del elemento de detección de posición debido al campo magnético generado por las bobinas.

También son concebibles otros medios conocidos por el experto en la técnica para la detección de la posición/movimiento del émbolo, por ejemplo una detección óptica o una detección basada en otras señales electromagnéticas o señales acústicas, y conllevan la ventaja de que las ondas electromagnéticas o acústicas utilizadas para la detección de la posición/movimiento del émbolo no interfieren con el campo magnético de las bobinas o del émbolo o sólo lo hacen en una medida reducida.

## REIVINDICACIONES

1. Pipeta (10c...e), que comprende
- 5 - un tubo de guiado (20c...e),
- un émbolo (24c) insertado en el tubo de guiado (20c...e) de manera deslizante,
- 10 - una disposición de accionamiento (42c...e) para ejercer una fuerza sobre el émbolo (24c), para deslizar el émbolo (24c) en el tubo de guiado (20c...e),
- una cámara (28, 30) para alojar un medio que va a dosificarse (34), pudiendo aspirarse o dispensarse el medio que va a dosificarse (34) según un deslizamiento del émbolo (24c),
- 15 estando configurada la disposición de accionamiento (40; 40a; 42; 42c...e) para una interacción magnética con el émbolo (24; 24a; 24b; 24c) y presentando un dispositivo de generación de campo magnético para la generación de un campo magnético, y
- 20 comprendiendo la pipeta (10; 10a...e) un dispositivo de control para controlar el tamaño o/y posición o/y dirección del campo magnético,
- caracterizada por que el émbolo (24c) presenta un imán permanente (54), por que la pipeta comprende un detector de posición (74), que proporciona un valor de detección que indica el movimiento o la posición del émbolo (24; 24a; 24b; 24c) para la regulación de la posición de émbolo y por que el dispositivo de control está configurado para una
- 25 regulación de la posición de émbolo mediante la realimentación del valor de detección que indica el movimiento o la posición del émbolo (24; 24a; 24b; 24c).
2. Pipeta (10c...e) según la reivindicación 1, caracterizada por que el dispositivo de generación de campo magnético (42c...42e) está configurado para generar un campo magnético, cuyo flujo magnético atraviesa el émbolo (24c) de manera esencialmente axial al tubo de guiado (20c...e).
- 30 3. Pipeta (10c...e) según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por que la disposición de accionamiento (42c...e) está configurada para generar un campo magnético que puede moverse esencialmente en la dirección axial (A) del tubo de guiado (20c...e).
- 35 4. Pipeta según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por que el dispositivo de generación de campo magnético comprende un imán permanente anular, que rodea el tubo de guiado coaxialmente.
5. Pipeta (10c) según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por que el dispositivo de
- 40 generación de campo magnético (42c) comprende una disposición de bobina con al menos una bobina (44c), cuyas espiras discurren alrededor del tubo de guiado (20c) coaxialmente.
6. Pipeta (10c) según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por que el dispositivo de
- 45 generación de campo magnético (42c) comprende una disposición de bobina con una pluralidad de bobinas (44c), cuyas espiras discurren alrededor del tubo de guiado (20c) en cada caso coaxialmente, estando desplazadas las bobinas (44c) axialmente entre sí.
7. Pipeta (10d; 10e) según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por que el dispositivo de
- 50 generación de campo magnético comprende una disposición de bobina con al menos una bobina (44-1d, 44-2d; 44-1e, 44-2e), que presenta al menos una espira (60d; 60e), discurriendo la al menos una espira (60d; 60e) alrededor de sólo un subsegmento de la circunferencia del tubo de guiado (20d; 20e).
8. Pipeta (10d; 10e) según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por que el dispositivo de
- 55 generación de campo magnético comprende una disposición de bobina con al menos una bobina (44-1d, 44-2d; 44-1e, 44-2e), que presenta al menos una espira (60d; 60e), discurriendo la al menos una espira (60d; 60e) completamente en un lado de un plano central longitudinal (E) que contiene un eje central longitudinal (A) del tubo de guiado (20d; 20e).
9. Pipeta (10d; 10e) según la reivindicación 7 o reivindicación 8, caracterizada por que la al menos una espira (60d; 60e) discurre completamente entre dos planos tangenciales ( $T_1$ ;  $T_2$ ) del tubo de guiado (20d; 20e) paralelos entre sí, que entran en contacto con la pared externa del tubo de guiado (20d; 20e).
- 60 10. Pipeta (10d; 10e) según la reivindicación 8 o reivindicación 9, caracterizada por que la disposición de bobina (42d; 42e) comprende una primera bobina (44-1d; 44-1e) con al menos una primera espira y una segunda bobina (44-2d; 44-2e) con al menos una segunda espira, discurriendo la al menos una primera espira
- 65

completamente en un lado del plano central longitudinal (E) y discurrendo la al menos una segunda espira completamente en el otro lado del plano central longitudinal (E).

5 11. Pipeta (10d; 10e) según una de las reivindicaciones 7 a 10, caracterizada por que la al menos una espira (60d; 60e) presenta un segmento de espira (62d; 62e), que discurre en la dirección circunferencial a lo largo de una pared externa del tubo de guiado (20d; 20e).

10 12. Pipeta (10d) según una de las reivindicaciones 7 a 11, caracterizada por que la al menos una espira (60d) presenta un segmento de espira (64), que discurre en la dirección axial a lo largo de una pared externa del tubo de guiado (20d).

15 13. Pipeta (10e) según una de las reivindicaciones 7 a 12, caracterizada por que la al menos una espira (60e) presenta un segmento de espira (72), que discurre hacia el tubo de guiado (20e), a continuación discurre a lo largo del tubo de guiado (20e) y a continuación discurre alejándose del tubo de guiado (20e).

20 14. Pipeta (10e) según una de las reivindicaciones 7 a 13, caracterizada por que en un subsegmento (68e, 70e) de la circunferencia del tubo de guiado (20e) alrededor del que no discurre la al menos una espira (60e) está dispuesto un elemento de detección de posición (74) de un detector de posición, detectando el detector de posición por medio del elemento de detección de posición (74) un valor de detección que indica el movimiento o la posición del émbolo.

15. Pipeta (10e) según la reivindicación 14, caracterizada por que el elemento de detección de posición (74) está configurado para una interacción magnética con el émbolo.

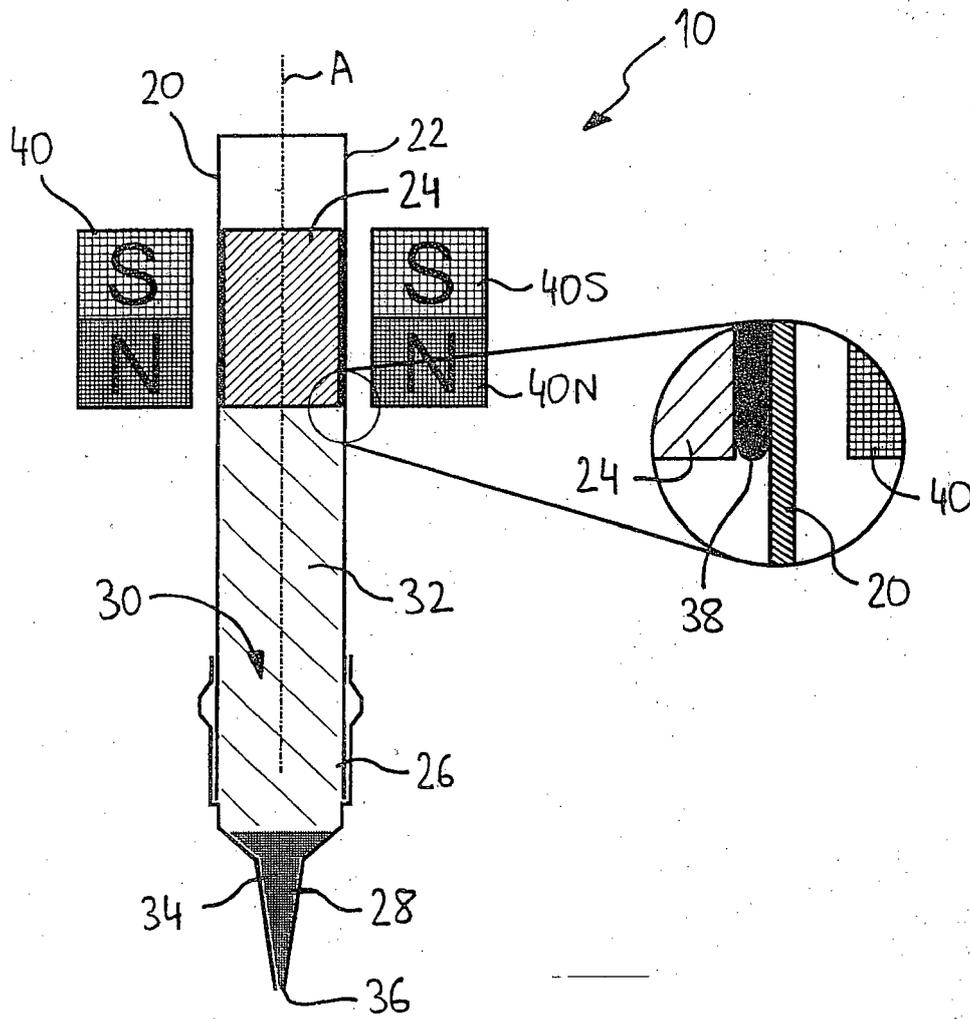


Fig. 1

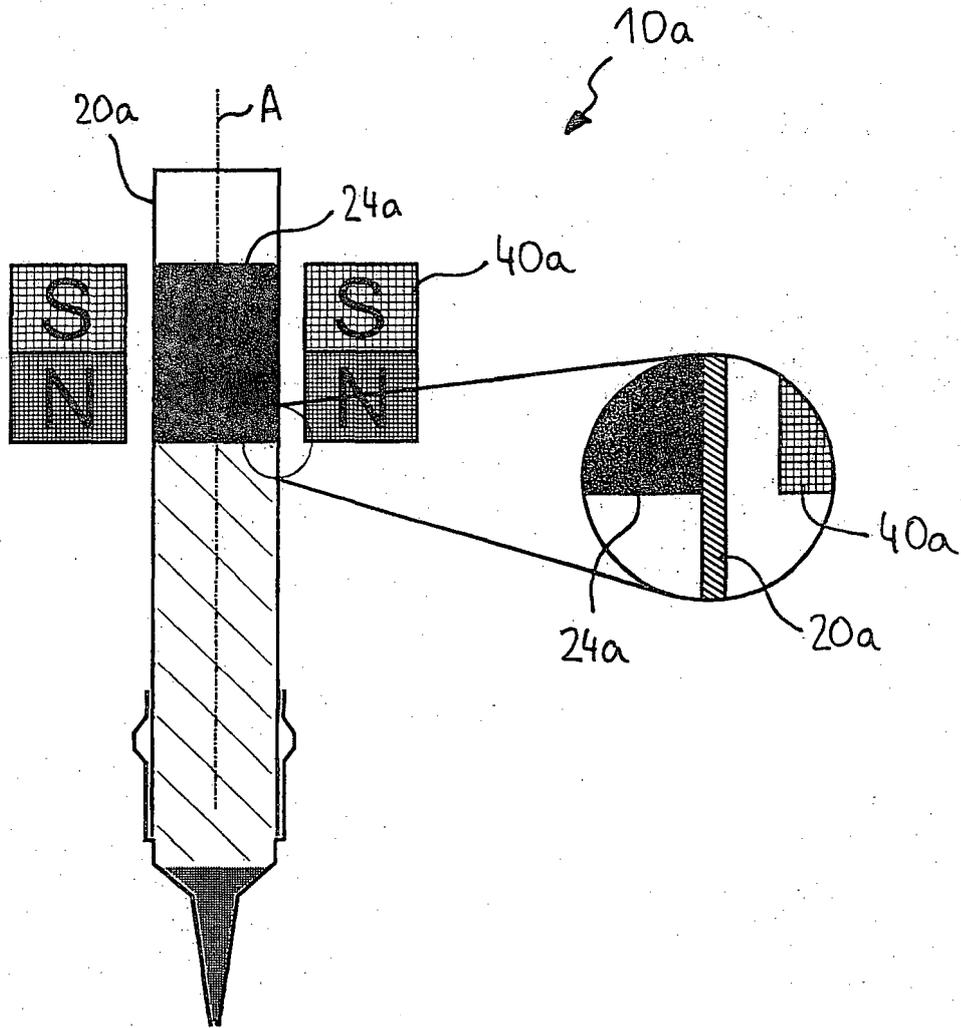


Fig. 2

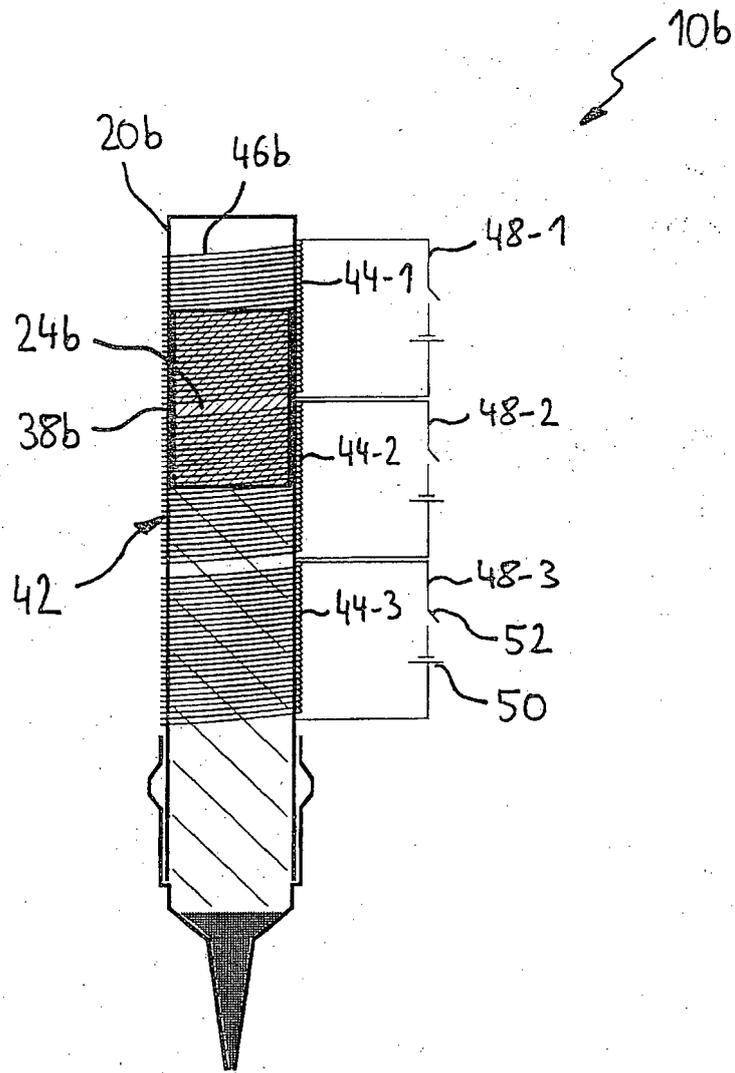


Fig. 3

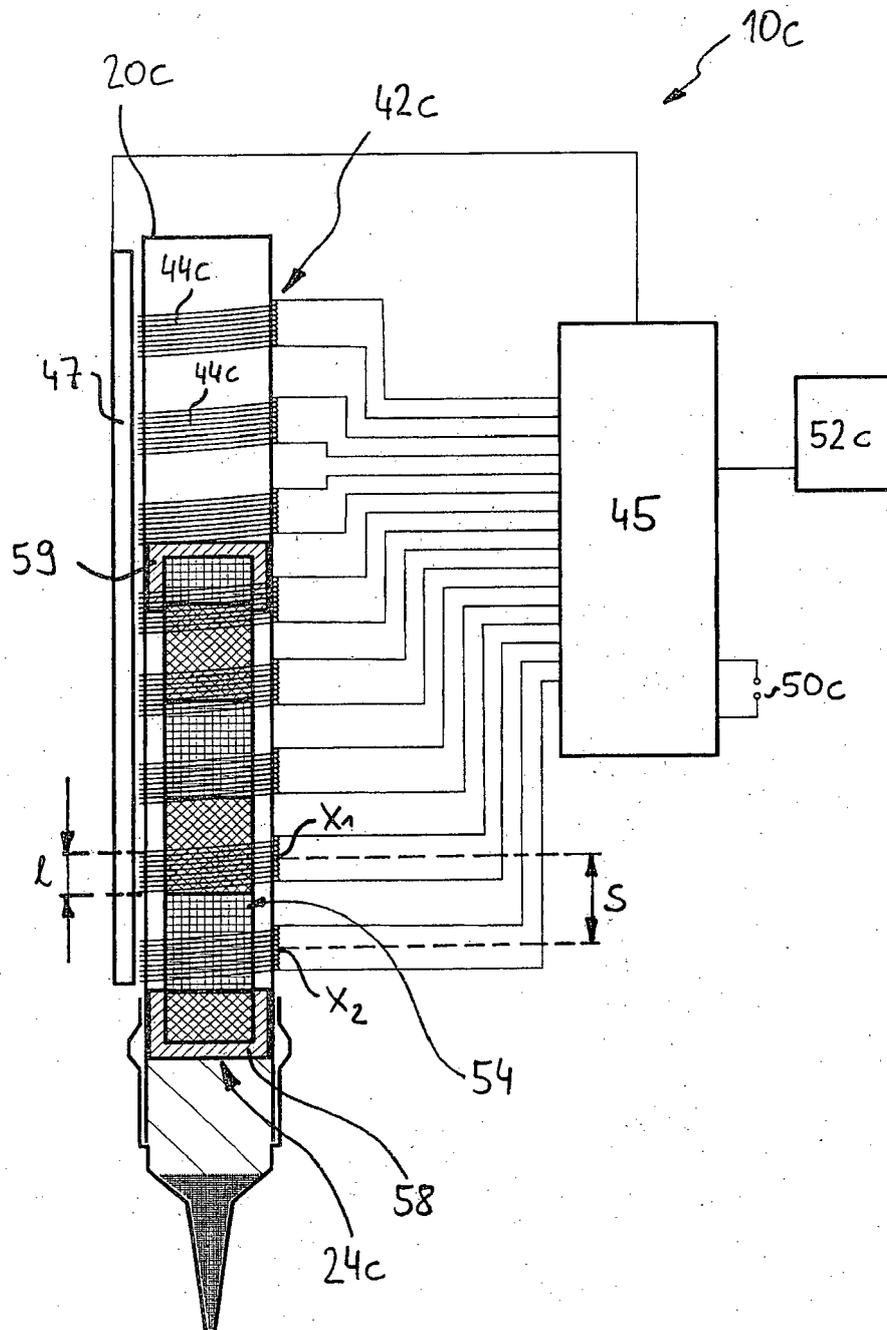


Fig. 4

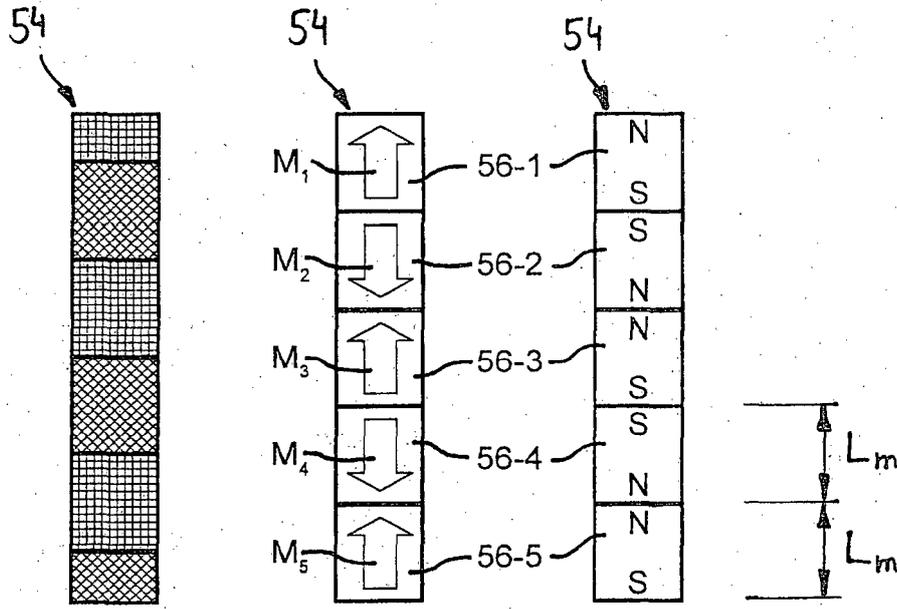


Fig. 5a

Fig. 5b

Fig. 5c

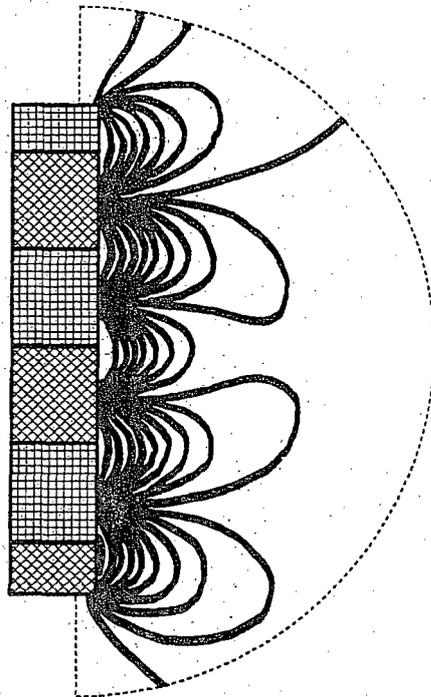


Fig. 6

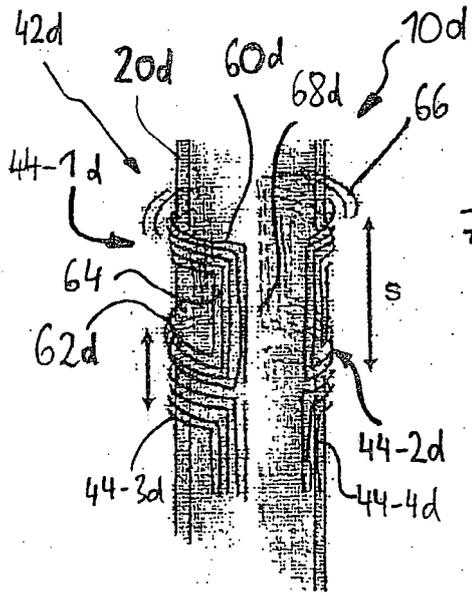


Fig. 7

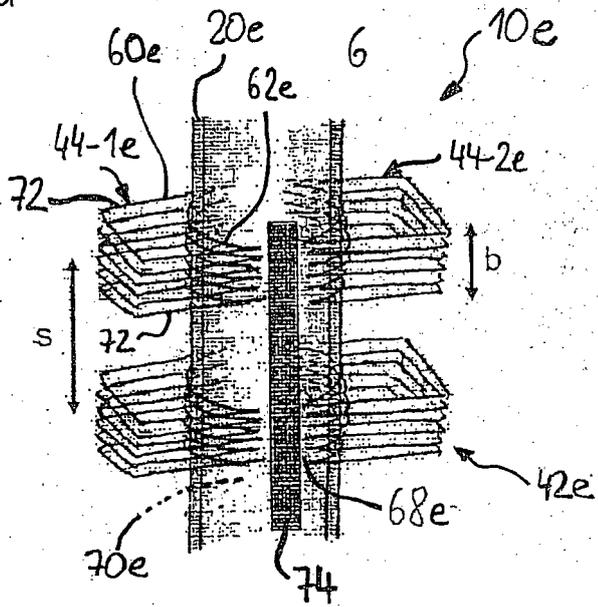


Fig. 8

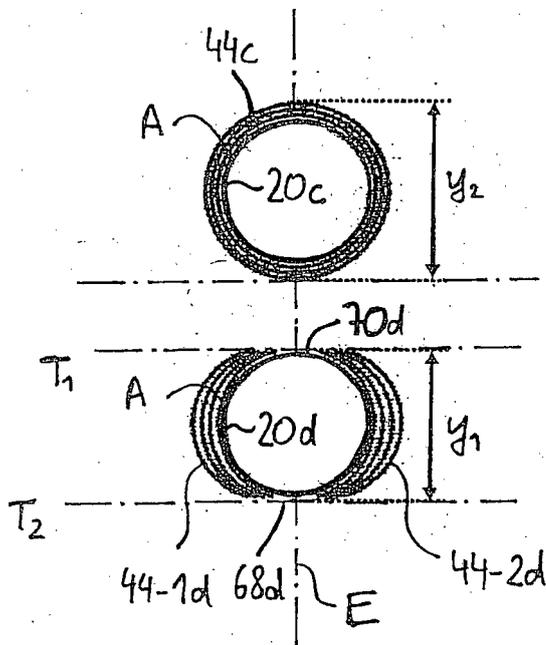


Fig. 9

Fig. 10