



(10) **DE 10 2017 201 183 A1** 2018.07.26

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2017 201 183.1**

(22) Anmeldetag: **25.01.2017**

(43) Offenlegungstag: **26.07.2018**

(51) Int Cl.: **A61M 5/31** (2006.01)

A61M 5/315 (2006.01)

G01B 7/30 (2006.01)

(71) Anmelder:

Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

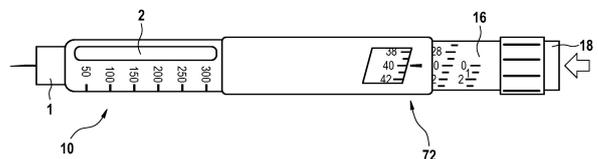
(72) Erfinder:

**Paul, Philip, Kochi, Kerala, IN; Troebner, Philipp,
71034 Böblingen, DE; Hamel, Philippe, Hanwell,
New Brunswick, CA; Pozaic, Tomislav, 70567
Stuttgart, DE; Ohi, Christian, 72793 Pfullingen, DE**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Vorrichtung zum subkutanen Injizieren eines flüssigen Wirkstoffs und Verfahren zum Erfassen einer abgegebenen Menge eines flüssigen Wirkstoffs**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung stellt eine Vorrichtung zum subkutanen Injizieren eines flüssigen Wirkstoffs sowie ein Verfahren zum Erfassen einer abgegebenen Menge eines flüssigen Wirkstoffs bereit. Die Vorrichtung (10) ist ausgebildet mit: einer Einstelleinrichtung (14) zum Einstellen einer abzugebenden Menge des Wirkstoffs durch Rotieren eines Wählzylinders (16) von einer Nullposition zu einer Abgabeposition (72); einer Betätigungseinrichtung (18), mittels welcher das Abgeben des Wirkstoffs veranlassbar ist; wobei beim Abgeben des Wirkstoffs der Wählzylinder (16) rotiert wird; und einer Messeinrichtung, welche dazu ausgelegt ist, eine abgegebene Menge des Wirkstoffs basierend auf dem Rotieren des Wählzylinders (16) zu erfassen, welches erfolgt, während die Betätigungseinrichtung (18) betätigt wird.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum subkutanen Injizieren eines flüssigen Wirkstoffs sowie ein Verfahren zum Erfassen einer abgegebenen Menge eines flüssigen Wirkstoffs.

Stand der Technik

[0002] Stifte zur subkutanen Injektion von flüssigen Wirkstoffen wie zum Beispiel Insulin sind bekannt. Diese Stifte existieren in zwei prinzipiellen Varianten: zum einen als vorgefüllte Version, welche nach vollständiger Entleerung komplett entsorgt wird („pre-filled“), zum anderen in einer Alternative, welche es erlaubt, die restentleerte Wirkstoffkartusche des Stifts auszutauschen, um den mechanischen Teil wieder zu verwenden („reusable“).

[0003] In der US 2016/051 760 A1 wird ein Injektionsstift beschrieben, bei dem durch Auslesen eines sich drehenden räumlichen Magnetfeldes eine Injektionsmenge und der Injektionszeitpunkt des Injektionsstifts bestimmt wird.

Offenbarung der Erfindung

[0004] Die vorliegende Erfindung offenbart eine Vorrichtung mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 und ein Verfahren mit den Merkmalen des Patentanspruchs 9.

[0005] Demgemäß ist eine Vorrichtung zum subkutanen Injizieren eines flüssigen Wirkstoffs vorgesehen, mit: einer Einstelleinrichtung zum Einstellen einer abzugebenden Menge des Wirkstoffs durch Rotieren eines Wählzylinders von einer Nullposition zu einer Abgabeposition; einer Betätigungseinrichtung, mittels welcher das Abgeben des Wirkstoffs veranlassbar ist; wobei beim Abgeben des Wirkstoffs der Wählzylinder, insbesondere gegenüber einem festen Bezugssystem an der Vorrichtung, insbesondere an einem Injektionsstift, rotiert wird; und einer Messeinrichtung, welche dazu ausgelegt ist, eine abgegebene Menge des Wirkstoffs basierend auf dem Rotieren des Wählzylinders zu erfassen, welches erfolgt, während die Betätigungseinrichtung betätigt wird.

[0006] Insbesondere wird der Wählzylinder beim Abgeben des Wirkstoffs von der Abgabeposition zurück in Richtung der Nullposition rotiert, insbesondere in einem Drehsinn, welche im Gegensatz zum Drehsinn beim Einstellen der abzugebenden Menge des Wirkstoffs ein umgekehrter Drehsinn ist. Unter der Abgabeposition ist insbesondere eine Position zu verstehen, welche eine abzugebende Menge des Wirkstoffs indiziert. Bevorzugt ist die Vorrichtung so ausgebildet, dass der Wählzylinder bei jeder Rückkehr von der Abgabeposition in die Nullposition stets im selben Drehsinn rotiert.

[0007] Die Messeinrichtung ist insbesondere derart eingerichtet oder ausgelegt, dass die Menge des abgegebenen Wirkstoffs nur basierend auf einem solchen Rotieren des Wählzylinders erfasst wird, welches erfolgt, während die Betätigungseinrichtung betätigt wird. Mit anderen Worten kann ein Rotieren des Wählzylinders außer Betracht bleiben, welches erfolgt, während die Betätigungseinrichtung nicht betätigt wird.

[0008] Weiterhin wird ein Verfahren zum Erfassen einer abgegebenen Menge eines flüssigen Wirkstoffs bereitgestellt, mit den Schritten: Einstellen einer abzugebenden Menge des flüssigen Wirkstoffs durch Rotieren eines Wählzylinders von einer Nullposition zu einer Abgabeposition; Betätigen einer Betätigungseinrichtung zum Veranlassen eines Abgebens des Wirkstoffs; wobei beim Abgeben des Wirkstoffs der Wählzylinder rotiert wird; Erfassen, solange die Betätigungseinrichtung betätigt wird, eines Rotierens des Wählzylinders, und bevorzugt außerdem einer abgegebenen Menge des Wirkstoffs basierend auf dem Rotieren des Wählzylinders; und Ausgeben eines Signals, welches das erfasste Rotieren des Wählzylinders indiziert und/oder welches eine abgegebene Menge des Wirkstoffs basierend auf dem erfassten Rotieren des Wählzylinders indiziert. Optional kann zusätzlich auch der Schritt durchgeführt werden: Erfassen eines Zeitpunkts an welchem die Betätigungseinrichtung betätigt wird und/oder eines Zeitraums, in welchem die Betätigungseinrichtung betätigt wird.

Vorteile der Erfindung

[0009] Die Erfindung ermöglicht es, eine tatsächlich abgegebene Menge des Wirkstoffs besonders präzise und genau zu bestimmen. Weiterhin kann der Zeitpunkt der Wirkstoffabgabe bzw. der Injektion bestimmt werden. Im Gegensatz zu bekannten Lösungen wird nicht lediglich ein Rotieren eines Wählzylinders erfasst, um die abgegebene Menge des Wirkstoffs zu bestimmen, sondern es wird auch berücksichtigt, ob die Betätigungseinrichtung, beispielsweise ein Druckknopf, bei dem Rotieren des Wählzylinders betätigt war.

[0010] Dies ermöglicht es einem Nutzer beispielsweise, die Vorrichtung während einer Abgabe des flüssigen Wirkstoffs, etwa während einer subkutanen Injektion, abzusetzen und nach kurzer Zeit wieder anzusetzen, ohne dass das Erfassen der Menge des abgegebenen Wirkstoffs dadurch negativ beeinflusst wäre. Solche durch eine oder mehrere Pausen getrennte Einzelergebnisse können miteinander in Zusammenhang gebracht werden und als erfasste gesamte Menge des abgegebenen Wirkstoffs betrachtet und in einem Signal ausgegeben werden.

[0011] Zudem werden erfindungsgemäß ein Stromverbrauch der Vorrichtung gesenkt sowie die Nutzungsdauer bei gleichbleibender Größe des Energiespeichers verlängert oder eine nötige Größe eines Energiespeichers der Vorrichtung minimiert. Die Vorrichtung kann so auch mit besonders geringem technischen Aufwand hergestellt werden. Weiterhin können auf diese Weise die Abmessungen der Vorrichtung verkleinert werden.

[0012] Vorteilhafte Ausführungsformen und Weiterbildungen ergeben sich aus den Unteransprüchen sowie aus der Beschreibung unter Bezugnahme auf die Figuren.

[0013] Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung weist die Messeinrichtung mindestens eine Magnetfeldsensoreinrichtung und mindestens eine Dauermagneteinrichtung auf, welche bei dem Rotieren des Wählzylinders bezüglich einander bewegt werden. Insbesondere kann die Dauermagneteinrichtung um eine Drehachse rotieren oder rotierbar sein, bezüglich welcher die Magnetfeldsensoreinrichtung fixiert ist oder die Magnetfeldsensoreinrichtung kann bezüglich einer Drehachse rotieren oder rotierbar sein, bezüglich welcher die Dauermagneteinrichtung fixiert ist. Die Dauermagneteinrichtung umfasst mindestens einen Dauermagneten (d.h. einen Permanentmagneten). Die Magnetfeldsensoreinrichtung umfasst mindestens einen Magnetfeldsensor, welcher beispielsweise als magnetoresistives Element, als Hallsonde oder gemäß sonstigen bekannten Magnetfeldsensortechnologien ausgebildet sein kann.

[0014] Die Messeinrichtung kann dazu ausgelegt sein, die Menge des abgegebenen Wirkstoffs basierend auf einer Veränderung, z.B. auf einem zeitlichen Verlauf, eines durch die Magnetfeldsensoreinrichtung gemessenen Magnetfelds zu erfassen. Somit kann in einer verhältnismäßig einfachen Weise erfasst werden, wie weit der Wählzylinder von der Nullposition zu der Abgabeposition und/oder von der Abgabeposition zu der Nullposition rotiert wurde, während die Betätigungseinrichtung betätigt wurde. Auch kann über Start- und/oder Stopzeitpunkt der Betätigung der Betätigungseinrichtung der Zeitpunkt der Wirkstoffabgabe bestimmt und gespeichert werden.

[0015] Gemäß einer weiteren bevorzugten Weiterbildung ist die mindestens eine Dauermagneteinrichtung bezüglich des Wählzylinders fest angeordnet, während sich die Magnetfeldsensoreinrichtung bei dem Rotieren des Wählzylinders bezüglich des Wählzylinders bewegt. Insbesondere kann die Dauermagneteinrichtung fest an dem Wählzylinder angebracht sein, wenn die Magnetfeldsensoreinrichtung an einem gegenüber dem Wählzylinder frei drehbaren Element angeordnet ist.

[0016] Gemäß einer weiteren bevorzugten Weiterbildung bewegt sich die Magnetfeldsensoreinrichtung bei dem Rotieren des Wählzylinders auf einer Kreisbahn. Alternativ kann sich auch nur ein einzelner Magnetfeldsensor der Magnetfeldsensoreinrichtung bei dem Rotieren des Wählzylinders auf einer Kreisbahn bewegen. Etwaige weitere Magnetfeldsensoren im der Magnetfeldsensoreinrichtung können sich auf andere Arten bewegen oder bezüglich des Wählzylinders unbewegt bleiben. Kreisbahnen ermöglichen es, aktuelle Drehpositionen des Wählzylinders, insbesondere bezüglich der Nullposition und/oder bezüglich der Abgabeposition, besonders präzise und besonders isotrop zu erfassen.

[0017] Gemäß einer weiteren bevorzugten Weiterbildung ist die Dauermagneteinrichtung drehsymmetrisch bezüglich einer Drehachse der Kreisbahn der Magnetfeldsensoreinrichtung ausgebildet und angeordnet. Bei der entsprechenden Drehsymmetrie, gemäß welcher die Dauermagneteinrichtung drehsymmetrisch ist, kann es sich insbesondere um eine n-zählige Drehsymmetrie handeln, beispielsweise eine 6-zählige Drehsymmetrie. Wenn die Dauermagneteinrichtung eine Anzahl N von Dauermagneten umfasst, ist die Dauermagneteinrichtung bevorzugt drehsymmetrisch gemäß einer N-Drehsymmetrie. Wenn die Dauermagneteinrichtung eine gerade Anzahl 2N von Dauermagneten umfasst, ist die Dauermagneteinrichtung bevorzugt drehsymmetrisch gemäß einer N-Drehsymmetrie oder einer N/2-Drehsymmetrie. Somit kann das Messen des Magnetfelds der Dauermagneteinrichtung noch präzisere Rückschlüsse auf die Position des Wählzylinders ermöglichen.

[0018] Gemäß einer weiteren bevorzugten Weiterbildung umfasst die Dauermagneteinrichtung eine Vielzahl von Dauermagneten, welche drehsymmetrisch bezüglich der Drehachse der Kreisbahn der Magnetfeldsensoreinrichtung angeordnet sind. Hierdurch wird das erzeugte Magnetfeld besonders isotrop, was ein besonders isotropes Messen ermöglicht.

[0019] Gemäß noch einer weiteren bevorzugten Weiterbildung sind die Dauermagneten der Dauermagneteinrichtung allesamt innerhalb der Kreisbahn der Magnetfeldsensor Einrichtung angeordnet oder allesamt außerhalb der Kreisbahn der Magnetfeldsensoreinrichtung angeordnet. Alternativ kann auch vorgesehen sein, dass einige Dauermagneten der Dauermagneteinrichtung innerhalb und einige Dauermagneten der Dauermagneteinrichtung außerhalb der Kreisbahn angeordnet sind.

[0020] Gemäß einer weiteren bevorzugten Weiterbildung sind die Magnetfeldsensoreinrichtung und die Dauermagneteinrichtung bezüglich einander entlang einer Rotationsachse des Rotierens des Wähl-

zylinders angeordnet. Anders ausgedrückt können die Magnetfeldsensoreinrichtung und die Dauermagneteinrichtung bevorzugt lediglich in einer Raumrichtung eines orthogonalen Koordinatensystems von drei Raumrichtungen voneinander beanstandet sein, welche auch als Z-Richtung bezeichnet wird. Somit kann eine Störeinfluss von äußeren Magnetfeldern, beispielsweise durch das Erdmagnetfeld, minimiert werden.

[0021] Gemäß noch einer weiteren bevorzugten Weiterbildung ist die Magnetfeldsensoreinrichtung dazu eingerichtet oder ausgelegt, zeitlich diskrete Messungen eines durch die Dauermagneteinrichtung erzeugten Magnetfelds vorzunehmen. Die Messeinrichtung kann eine Recheneinrichtung umfassen, welche dazu ausgelegt oder eingerichtet ist, zeitlich diskrete Messwerte als Ergebnisse der zeitlich diskreten Messungen des durch die Dauermagneteinrichtung erzeugten Magnetfelds mit einer in der Messeinrichtung hinterlegten Tabelle zu vergleichen und daraus Drehpositionen der Magnetfeldsensoreinrichtung relativ zu der Dauermagneteinrichtung zu ermitteln. Zum Speichern der hinterlegten Tabelle kann die Recheneinrichtung eine Speichereinheit, beispielsweise einen RAM- oder SSD-Speicher aufweisen. Das Erfassen der Menge des abgegebenen Wirkstoffs kann basierend auf den ermittelten Drehpositionen erfolgen.

[0022] Gemäß einer weiteren bevorzugten Weiterbildung kann die Messeinrichtung eine Recheneinrichtung umfassen, welche dazu ausgelegt oder eingerichtet ist, aus den zeitlich diskreten Messwerten als Ergebnisse der kontinuierlichen Messungen des durch die Dauermagneteinrichtung erzeugten Magnetfelds Punkte gemäß mindestens einem vorbestimmten Kriterium zu ermitteln und basierend auf den ermittelten Punkten die Menge des abgegebenen Wirkstoffs zu erfassen. Bei dem vorbestimmten Kriterium kann es sich beispielsweise um das Kriterium handeln, dass die Punkte Nulldurchgänge mindestens einer Magnetfeldkomponente (B_x , B_y , B_z) als Funktion der Zeit sind, oder ein Hoch- oder ein Tiefpunkt sind.

Figurenliste

[0023] Die vorliegende Erfindung wird nachfolgend anhand der in den schematischen Figuren der Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispiele näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 ein schematisches Blockdiagramm einer Vorrichtung zum subkutanen Injizieren eines flüssigen Wirkstoffs gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

Fig. 2 und **Fig. 3** mögliche Varianten der Vorrichtung gemäß **Fig. 1**;

Fig. 4 eine schematische Detailansicht einer Vorrichtung gemäß einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

Fig. 5 bis **Fig. 7** schematische Darstellungen möglicher Varianten der Vorrichtung gemäß **Fig. 4**;

Fig. 8 und **Fig. 9** schematische Darstellungen einer Vorrichtung gemäß noch einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

Fig. 10 eine Vorrichtung gemäß noch einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

Fig. 11 einen Graphen zum Erläutern einer möglichen Funktionsweise der Vorrichtung aus **Fig. 10**;

Fig. 12 eine Vorrichtung gemäß noch einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

Fig. 13 einen Graphen zum Erläutern einer möglichen Funktionsweise der Vorrichtung aus **Fig. 12**;

Fig. 14 eine beispielhafte Nachschlagetabelle zum Erläutern einer möglichen Funktionsweise der Vorrichtungen aus **Fig. 10** oder **Fig. 12**;

Fig. 15 eine Vorrichtung gemäß noch einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

Fig. 16 ein Flussdiagramm zum Erläutern einer möglichen Funktionsweise der Vorrichtung gemäß **Fig. 15**;

Fig. 17 ein Flussdiagramm zum Erläutern eines Verfahrens gemäß noch einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

[0024] In allen Figuren sind gleiche bzw. funktionsgleiche Elemente und Vorrichtungen - sofern nichts anderes angegeben ist - mit denselben Bezugszeichen versehen. Die Nummerierung von Verfahrensschritten dient der Übersichtlichkeit und soll insbesondere nicht, sofern nichts anderes angegeben ist, eine bestimmte zeitliche Reihenfolge implizieren. Insbesondere können auch mehrere Verfahrensschritte gleichzeitig durchgeführt werden.

[0025] Mehrere Bezugszeichen der Art „123-1“, „123-2“, „123-3“, und „123-4“ werden im Folgenden bisweilen auch zusammenfassend mit „123-i“ bezeichnet.

Beschreibung der Ausführungsbeispiele

[0026] **Fig. 1** zeigt ein schematisches Blockdiagramm einer Vorrichtung **10** zum subkutanen Injizieren eines flüssigen Wirkstoffs gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Bei der Be-

schreibung der **Fig. 1** wird zum besseren Verständnis teilweise auch auf die nachfolgenden **Fig. 2** und **Fig. 3** Bezug genommen, welche mögliche Ausgestaltungen der Vorrichtung **10** aus **Fig. 1** darstellen.

[0027] Die Vorrichtung **10** umfasst eine Einstelleinrichtung **14** zum Einstellen einer abzugebenden Menge des Wirkstoffs durch Rotieren eines Wählzylinders **16** von einer Nullposition **71** zu einer Abgabeposition **72**. Bei dem Wirkstoff kann es sich beispielsweise um Insulin oder ein Medikament handeln.

[0028] In **Fig. 2** ist dargestellt, dass die Vorrichtung **10** ein Wirkstoffreservoir **2** aufweisen kann, welches mit dem flüssigen Wirkstoffs gefüllt ist oder mit dem flüssigen Wirkstoffs füllbar ist. Beispielsweise kann das Wirkstoffreservoir **2** dazu ausgelegt oder eingerichtet sein, eine Wirkstoffkartusche mit dem flüssigen Wirkstoffs aufzunehmen. Die Vorrichtung **10** kann eine integrierte Injektionseinrichtung **1** zum Injizieren des flüssigen Wirkstoffs aus dem Wirkstoffreservoir **2** in einen Körper, insbesondere zum subkutanen Injizieren, umfassen. Bei der Injektionseinrichtung **1** kann es sich z.B. um eine Kanüle handeln. Alternativ kann, wie in **Fig. 2** dargestellt, die Injektionseinrichtung **1s** auch über ein Gewinde an einem Gehäuse der Vorrichtung **10** anschraubbar sein, woraufhin die Injektionseinrichtung **1** in fluidischer Verbindung mit dem Wirkstoffreservoir **2** stehen kann. Die Einstelleinrichtung **14** kann außer dem einen rotierbaren Wählzylinder **16**, welcher in den **Fig. 2** und **Fig. 3** einer Anzeigeskala dargestellt ist, auch einen Drehring **19** aufweisen, welchen der Benutzer drehen kann, um den Wählzylinder **16** zu rotieren, um so einzustellen, dass die an der Skala dargestellte Menge des flüssigen Wirkstoffs aus dem Wirkstoffreservoir **2** über die Injektionseinrichtung **1** abzugeben ist.

[0029] Die Vorrichtung **10** umfasst weiterhin eine Betätigungseinrichtung **18**, mittels welcher das Abgeben des Wirkstoffs veranlassbar ist. Wie in den **Fig. 2** und **Fig. 3** gezeigt, kann die Betätigungseinrichtung **18** einen Druckknopf an einem der Injektionseinrichtung **1** gegenüberliegenden Ende der Vorrichtung **10** aufweisen, wobei ein Drücken des Druckknopfs ein Betätigen der Betätigungseinrichtung **18** bedeutet, und ein Loslassen des Druckknopfs ein Beenden des Betätigen der Betätigungseinrichtung **18** bedeutet.

[0030] Die Vorrichtung **10** umfasst außerdem eine Messeinrichtung **20**, welche dazu ausgelegt oder eingerichtet ist, eine Menge des abgegebenen Wirkstoffs basierend auf dem Rotieren des Wählzylinders **16** zu erfassen, sofern das Rotieren erfolgt, während die Betätigungseinrichtung **18** betätigt wird.

[0031] Übt ein Benutzer Druck auf die Betätigungseinrichtung **18** aus, wird als Folge dessen einerseits der rotierte Wählzylinder **16** zurückgesetzt (in Richtung der Nullposition **71** oder bis zu der Nullposition

71) und außerdem mittels einer mechanischen Kopplung ein Kolben betätigt, welcher das Wirkstoffreservoir **2**, beispielsweise eine Wirkstoffkartusche, entsprechend der an dem Wählzylinder **16** mittels der Abgabeposition **72** eingestellten Menge entleert.

[0032] Dabei können zwei grundlegende Prinzipien zum Einsatz kommen:

[0033] Bei dem einen Prinzip wird der Wählzylinder **16** durch das Rotieren des Wählzylinders **16** zum Einstellen der abzugebenden Menge des Wirkstoffs in Z-Richtung aus einem Gehäuse der Vorrichtung **10** herausgedreht und durch Injektion oder durch Zurückdrehen wieder in Richtung der Nullposition **71** oder in die Nullposition **71** zurück rotiert. Ausschließlich durch den Druck auf die Betätigungseinrichtung **18** wird der Kolben betätigt; ein alleiniges Zurückdrehen des Wählzylinders **16** führt nicht zur Entleerung des Wirkstoffreservoirs **2**. Somit kann eine beispielsweise zu große eingestellte Menge wieder korrigiert werden, ohne dass dadurch gleichzeitig Wirkstoff abgegeben wird.

[0034] Bei dem anderen Prinzip wird durch das Rotieren des Wählzylinders **16** eine Torsionsfeder gespannt, welche bei Betätigen der Betätigungseinrichtung **18** entspannt wird und dabei zum teilweisen oder vollständigen Entleeren des Wirkstoffreservoirs **2** den Kolben bewegt. Ein reines Zurückdrehen des Wählzylinders **16** entspannt hierbei die Torsionsfeder, ohne dass eine Entleerung des Wirkstoffreservoirs **2** stattfindet.

[0035] Grundlage der in den **Fig. 1-Fig. 3** gezeigten Ausführungsform sowie auch der weiteren Ausführungsformen ist der bei Injektionsstiften bekannte Mechanismus, dass ein Wirkmechanismus und ein Knopf aus einer Betätigungseinrichtung frei gegeneinander rotierbar sind. Mit anderen Worten kann der Knopf in jeder Position des Wählzylinders **16**, unabhängig von dessen Dosiseinstellung mittels der Anzeigeskala frei drehbar bleiben. Erst wenn ein Benutzer den Knopf gedrückt hält, d. h. die Betätigungseinrichtung **18** betätigt, um die Injektion zu starten, kehrt sich das Prinzip um: der Knopf selbst wird durch den Druck blockiert und der Wählzylinder **16** in eine Rotationsbewegung gezwungen, welche entweder über die mechanische Kopplung oder das Zurückdrehen der Torsionsfeder ein Zurückdrehen in Z-Richtung zur Folge hat. Dies wiederum drückt den Kolben der Flüssigkeitskartusche nach unten und stößt über die Injektionseinrichtung **1** die Flüssigkeit aus. Rechtzeitig bleiben der Knopf und der Wählzylinder **16** immer im gleichen Abstand; ein Abstand in Z-Richtung, d. h. entlang der Längsachse der Vorrichtung **10**, bleibt somit konstant.

[0036] Es soll verstanden sein, dass die Vorrichtung **10** ein Injektionsstift sein kann, ganz oder teilweise

in einen Injektionsstift integriert sein kann, oder zum Anbringen, zum Beispiel Aufstecken, auf einen Injektionsstift ausgebildet oder eingerichtet sein kann.

[0037] Die Betätigungseinrichtung **18** kann auf vielerlei Weise dazu ausgelegt oder eingerichtet sein, das Betätigen der Betätigungseinrichtung **18** zu erfassen. Beispielsweise kann ein Druckknopf, ein Folientaster oder ein anderer mechanischer Schiebenschalter verwendet werden, welche den Druck auf einen Knopf der Betätigungseinrichtung **18** als Indikator für das Betätigen der Betätigungseinrichtung **18** und somit für ein gewünschtes Abgeben des Wirkstoffs verwendet. Alternativ können auch weitere bekannte Lösungen zum Ausbilden der Betätigungseinrichtung **18** verwendet werden. Beispielsweise kann ein kapazitives Element verwendet werden, welches eine Kapazitätsänderung durch etwa ein Vorhandensein eines Fingers oder Daumens als einen Indikator für das Betätigen der Betätigungseinrichtung bestimmt.

[0038] Die Messeinrichtung **20**, welche zum Erfassen der Menge des abgegebenen Wirkstoffs ausgelegt oder eingerichtet ist, kann ebenfalls auf vielfältige Weise ausgebildet sein. Bevorzugt wird, dass die Messeinrichtung eine Magnetfeldsensoreinrichtung sowie eine Dauermagneteneinrichtung aufweist, welche bei dem Rotieren des Wählzylinders **16** relativ zueinander bewegt werden, insbesondere rotiert werden. Die Messeinrichtung **20** ist bevorzugt dazu ausgelegt oder eingerichtet, zunächst einen zeitlichen Verlauf eines durch die Magnetfeldsensoreinrichtung gemessenen Magnetfelds, welches durch die Dauermagneteneinrichtung erzeugt wird, zu erfassen. Basierend auf diesem gemessenen zeitlichen Verlauf kann beispielsweise eine Recheneinrichtung der Messeinheit dazu eingerichtet oder ausgelegt sein, die abgegebene Menge des Wirkstoffs zu bestimmen. Dies erfolgt bevorzugt wie im Nachfolgenden detaillierter beschrieben. Die Recheneinrichtung kann, zusammen mit den restlichen Bestandteilen der Messeinrichtung **20**, in einen Injektionsstift integriert sein. Alternativ kann die Recheneinrichtung auch außerhalb des Injektionsstifts angeordnet sein und beispielsweise durch einen PC realisiert sein.

[0039] Die Messeinrichtung **20** kann so gestaltet sein, dass diese auf Grundlage eines Verdrehen oder Rotierens des Wählzylinders **16** einen Äquivalentwert an eingestellten Schritten (entsprechend einer Menge von abgegebenen oder abzugebenden Einheiten des Wirkstoffs) errechnet, oder es kann ein Mikrocontroller der Magnetfeldsensoreinrichtung nachgeschaltet sein, welcher die Berechnung übernimmt. Anstelle eines Mikrocontrollers kann auch eine anwendungsspezifische integrierte Schaltung (ASIC) oder ein FPGA oder dergleichen verwendet werden. Zwischen der Magnetfeldsensoreinrichtung und der Recheneinrichtung (zum Beispiel Mikrocontroller

etc.) kann eine analoge oder eine digitale Schnittstelle ausgebildet sein.

[0040] Die Messeinrichtung **20** kann optional auch eine Realtime-Clock mit Kalenderfunktion oder einen einfachen Taktgeber umfassen. Weiterhin kann die Messeinrichtung mit einem Energiespeicher ausgestattet sein. Der Energiespeicher kann z.B. als eine Primärzelle, ein Kondensator oder ein Akkumulator realisiert sein.

[0041] Optional weist die Vorrichtung **10** eine optionale Speichereinrichtung **12** auf, welche dazu ausgelegt oder eingerichtet ist, die erfassten Mengen des abgegebenen Wirkstoffs, gegebenenfalls mit Zeitinformationen, abzuspeichern. Für die Speichereinrichtung **12** kann eine Vielzahl von Lösungen verwendet werden, beispielsweise EEPROM, Flash, RAM etc.

[0042] Die Vorrichtung **10** kann weiterhin eine optionale Darstellungseinrichtung **13** aufweisen, beispielsweise ein Display. Die Darstellungseinrichtung **13** kann dazu ausgelegt oder eingerichtet sein, gesteuert durch die Messeinrichtung **20** die erfasste Menge des abgegebenen Wirkstoffs numerisch und/oder grafisch darzustellen.

[0043] Optional kann die Vorrichtung **10** weiterhin eine Schnittstelleneinrichtung **15** umfassen, welche als drahtgebundene oder als drahtlose Schnittstelle ausgebildet sein kann. Beispielsweise können verschiedene drahtlose Übertragungsstandards zum Einsatz kommen wie etwa BLE, NFC, WiFi oder auch Mobilfunkstandards wie 2G, 3G, 4G, 5G oder ff. Die optionale Schnittstelleneinrichtung **15** ist zum Übermitteln der erfassten abgegebenen Menge des Wirkstoffs bzw., genauer gesagt, zum Übermitteln eines Signals, welches eine oder mehrere erfasste Mengen des abgegebenen Wirkstoffs indiziert, an eine externe Vorrichtung ausgelegt.

[0044] Die Messeinrichtung **20** kann so ausgelegt sein, dass zunächst in einem Injektionsstift, welcher die Einstelleneinrichtung **16** und die Betätigungseinrichtung **18** enthält, ein erster Teil der Messeinrichtung **20** Rohdaten auf Grundlage des Verdrehen oder Rotierens des Wählzylinders **16** erzeugt. Eine Prozessierung der Rohdaten zum Erzeugen eines Ausgabe-signal kann durch eine dem Injektionsstift externe Recheneinrichtung der Messeinrichtung **20** erfolgen, wozu die Rohdaten über die Schnittstelleneinrichtung **15** an die Recheneinrichtung übermittelt werden können.

[0045] Es kann vorgesehen sein, dass der Wählzylinder **16** mehrere volle Umdrehungen pro Injektion durchführen kann. Vorzugsweise ist wird die Messeinrichtung **20** so ausgebildet und konfiguriert, dass deren Abtastrate einer Magnetfeldmessung größer ist als eine mögliche Frequenz des Rotierens des

Wählzylinders **16**. Eine Anzahl der Vollumdrehungen kann erfasst werden und eine gesamte abgegebene Menge kann basierend auf der Gesamtzahl der Umdrehungen plus dem Differenzwinkel zwischen der Nullposition **71** und der Abgabeposition **72** bestimmt werden. Mit anderen Worten kann zum Beispiel unterschieden werden zwischen einem Rotieren des Wählzylinders **16** um 30° und einem Rotieren um 390° .

[0046] Fig. 4 zeigt eine schematische Detailansicht einer Vorrichtung **110** zum subkutanen Injizieren eines flüssigen Wirkstoffs gemäß einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Die Vorrichtung **110** ist eine Variante der Vorrichtung **10** und ist, soweit nichts anderes explizit beschrieben ist, ausgebildet wie in Bezug auf die Vorrichtung **10** beschrieben sowie gemäß allen in Bezug auf die Vorrichtung **10** beschriebenen Varianten modifizierbar.

[0047] Bei der Vorrichtung **110** umfasst die Messeinrichtung **20** eine Magnetfeldsensoreinrichtung **122** sowie einen Dauermagneten **124**. Der Dauermagnet **124** ist fest mit dem Wählzylinder **16** verbunden und entlang einer Drehachse des Rotierens des Wählzylinders **16** angeordnet. Der Magnetfeldsensor **122** ist, gegenüber dem Dauermagneten **124** drehbar, mit der Betätigungseinrichtung **18** verbunden, sodass der Magnetfeldsensor **122** bezüglich des Dauermagneten **124** auf einer Kreisbahn **123** bewegt wird, wenn der Wählzylinder **16** rotiert wird. Anhand des jeweiligen, durch den Dauermagneten **124** erzeugten und an dem Magnetfeldsensor **122** gemessenen Magnetfeldwerts kann eine jeweilige Position des Magnetfeldsensors **122** bezüglich des Dauermagneten **124** bestimmt werden. Wird nun während des Betätigens der Betätigungseinrichtung **18** erfasst, wie weit der Wählzylinder **16** rotiert wurde, ist somit bekannt, wie viel des Wirkstoffs abgegeben wurde, sofern hinterlegt ist, welche Menge des Wirkstoffs abgegeben wird, wenn der Wählzylinder **16** um einen bestimmten Winkel rotiert wird.

[0048] Wie im Voranstehenden beschrieben, wird das Betätigen der Betätigungseinrichtung **18** vorteilhaft gleichzeitig zum Veranlassen der Messung der abgegebenen Menge des Wirkstoffs sowie zum Beginnen der Messung der Menge des abgegebenen Wirkstoffs verwendet. Die Betätigungseinrichtung **18** und die Messeinrichtung **20** können ganz oder teilweise ineinander integriert sein und beispielsweise so ausgebildet sein wie in Fig. 5 schematisch gezeigt.

[0049] Fig. 5 und Fig. 6 zeigen schematisch eine faltbare Folienstruktur **30**, welche zum Realisieren der Messeinrichtung **20** und zumindest eines Teils der Betätigungseinrichtung **18** verwendet werden kann. In Fig. 5 ist die faltbare Folienstruktur **30** aufgefaltet dargestellt, während sie in Fig. 6 im Querschnitt und zusammengefoldet dargestellt ist, so wie

sie in der Vorrichtung **110** eingebaut werden könnte. Die Folienstruktur **30** umfasst eine Folien-, Flex- oder Druckbatterie **31**, einen Taster **32**, den Magnetfeldsensor **122** sowie die Schnittstelleneinrichtung **15** und eine Antenne **33**, welche durch die Schnittstelleneinrichtung **15** zum Aussenden von Signalen gespeist wird.

[0050] Die genannten Elemente können auf der Folienstruktur **30** angeordnet sein wie in Fig. 5 dargestellt. In Fig. 5 ist der Magnetfeldsensor **122** zentriert angeordnet, was eine mögliche Variante der im voranstehenden beschriebenen Messeinrichtung **20** darstellt, wie sie im Folgenden auch mit Bezug auf Fig. 15 näher erläutert werden wird. Es soll aber verstanden werden, dass der Magnetfeldsensor **122** auf der Folienstruktur **30** auch exzentrisch angeordnet werden kann, sodass er bezüglich des Dauermagneten **124** angeordnet ist wie in Fig. 4 dargestellt, d. h. derart, dass bei Rotieren des Wählzylinders **16** der Dauermagneten **124** gedreht wird, sodass der Magnetfeldsensor **122** bezüglich des Dauermagneten **124** in der Relativbewegung eine Kreisbahn **123** beschreibt.

[0051] Wie in Fig. 7 dargestellt, kann die Folienstruktur **30** innerhalb eines Knopfgehäuses **34** der Betätigungseinrichtung **18** angeordnet werden. Der Dauermagnet **124** kann auf einem mit der Drehachse des Wählzylinders **16** konzentrischen Stift **17** angeordnet sein. Ein Teil des Knopfgehäuses **34** kann so ausgebildet sein, dass es konzentrisch geformt ist und über den Stift **17** stülplbar ist, sodass das Knopfgehäuse **34** einerseits bezüglich des Wählzylinders **16** drehbar ist als auch andererseits bei einem Drücken des Knopfgehäuses **34**, also einem Betätigen der Betätigungseinrichtung **18**, in Z-Richtung geführt ist.

[0052] Fig. 8 und Fig. 9 illustrieren eine Vorrichtung **210** zum subkutanen Injizieren eines flüssigen Wirkstoffs gemäß einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Die Vorrichtung **110** ist eine Variante der Vorrichtung **110** und unterscheidet sich von dieser in der Ausgestaltung der Dauermagneteinrichtung. Bei der Vorrichtung **210** umfasst die Dauermagneteinrichtung, welche mit dem Magnetfeldsensor **122** zusammenwirkt, vier einzelne Dauermagneten **224-1**, **224-2**, **224-3**, **224-4**, welche in 4-zähliger Drehsymmetrie konzentrisch um die Drehachse des Wählzylinders **16** angeordnet sind, wobei die Kreisbahn **123** des Magnetfeldsensors **122**, in radialer Richtung, innerhalb der Dauermagneten **124-i** angeordnet ist.

[0053] Die Vorrichtung **110** kann realisiert sein wie in Fig. 9 gezeigt, in welcher zu sehen ist, dass keine Dauermagneten **224-i** an dem Stift **17** des Wählzylinders **16** angeordnet sind, wobei der Stift **17** weiterhin als ein Lager und eine Führung fungieren kann. Die einzelnen Dauermagneten **224-i** sind mit ihrer Nord-

Süd-Achse jeweils tangential zu der Drehachse des Wählzylinders **16** und des Stifts **17** angeordnet.

[0054] Bei der Verwendung von N einzelnen Dauermagneten **224-i**, in **Fig. 8** somit $N=4$, kann sich eine um den Faktor N höhere Genauigkeit bei der Bestimmung der Position des Magnetfeldsensors **122** ergeben.

[0055] Weitere Verbesserungen können sich aus dem Umstand ergeben, dass kein genauer Winkel bestimmt werden muss, sondern lediglich eine Anzahl von vorher eingestellten Schritten, welche einer abgegebenen Menge des Wirkstoffs bzw. einer Anzahl abgegebenen Einheitsatz des Wirkstoffs entsprechen. Solche verbesserten Auswerteverfahren, welche die Messeinrichtung **20** durchführen kann, werden im Folgenden anhand der Fig. 10-13 näher erläutert.

[0056] Dabei soll verstanden werden, dass die Prinzipien auch entsprechend auf die im voranstehenden weiteren Ausführungsformen der Erfindung angewendet werden können.

[0057] **Fig. 10** zeigt eine schematische Detailansicht einer Vorrichtung **310** zum subkutanen Injizieren eines flüssigen Wirkstoffs gemäß einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Die Vorrichtung **310** unterscheidet sich von der Vorrichtung **210** zunächst darin, dass statt $N=4$ Dauermagneten **224-i** nunmehr $N=10$ Dauermagneten **324-i** vorgesehen sind.

[0058] Die einzelnen Dauermagneten **224-i** sind mit ihrer Nord-Süd-Achse jeweils tangential zu der Drehachse des Wählzylinders **16** und des Stifts **17** angeordnet.

[0059] Weiterhin sind die Dauermagneten **324-i** mit ihrer Nord-Süd-Achse nicht tangential, sondern radial bezüglich der Drehachse des Wählzylinders **16** und des Stifts **17** angeordnet. Weiterhin sind die einzelnen Dauermagneten **324-i** jeweils abwechselnd mit ihrem magnetischen Nordpol und ihrem magnetischen Südpol in Richtung der Drehachse angeordnet. Die Dauermagneteinrichtung, bestehend aus den einzelnen Dauermagneten **324-i**, ist somit nicht gemäß einer 10-zähligen Drehsymmetrie, sondern nur gemäß einer 5-zähligen Drehsymmetrie ausgebildet und angeordnet.

[0060] Durch Auslesen einer einzigen Magnetfeldachse B_x , B_y , B_z ist es möglich, spezifische Ereignisse, d. h. Punkte gemäß einem vorbestimmten Kriterium, sehr genau zu erfassen. Vorzugsweise eignen sich hierzu Hochpunkte und Tiefpunkte, d. h. maximale und minimale Werte entsprechend einer Bewegung des Magnetfeldsensors **122** genau an einem der Dauermagneten **324-i** vorbei und/oder

Punkte, an welchen die Pole benachbarter Dauermagneten **324-i** ihre Magnetfelder zu $B=0$ überlagern, also Nulldurchgänge der ausgelesenen Magnetfeldkomponente B_x , B_y , B_z als Funktion der Zeit, wie sie in **Fig. 11** beispielsweise dargestellt ist, wobei die beschriebenen Punkte in **Fig. 11** durch schwarze Punkte illustriert sind. Es ist auch möglich, weitere Punkte zwischen den Maxima, Minima und/oder Nulldurchgängen zu erfassen.

[0061] **Fig. 12** zeigt eine schematische Detailansicht einer Vorrichtung **410** zum subkutanen Injizieren eines flüssigen Wirkstoffs gemäß einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Die Vorrichtung **410** unterscheidet sich von der Vorrichtung **310** darin, dass statt $N=10$ Dauermagneten **324-i** nunmehr $N=6$ Dauermagneten **424-i** vorgesehen sind, welche, in radialer Richtung, innerhalb der Kreisbahn **123** des Magnetfeldsensors **122** angeordnet sind, beispielsweise auf dem Stift **17**, wie in **Fig. 12** gezeigt. Bei einer vollständigen Rotation des Magnetfeldsensors **122** entlang der Kreisbahn **123**, also um 360° , durchfährt eine Magnetfeldkomponente B_x , B_y , B_z , wie in **Fig. 13** gezeigt, drei Maxima, drei Minima, und sechs Nulldurchgänge als Punkte gemäß vorbestimmten Kriterien.

[0062] Besonders bevorzugt ist die Anzahl der einzelnen Dauermagneten eine gerade Anzahl, sodass die beiden Nachbarn jedes Dauermagneten, welcher mit seinem Südpol zur Drehachse zeigt, mit ihrem jeweiligen Nordpol zur Drehachse zeigen, und dass die Nachbarn jedes Dauermagneten, welcher mit seinem Nordpol zur Drehachse zeigt, mit ihrem jeweiligen Südpol zur Drehachse zeigen.

[0063] Durch die Messeinrichtung **20** kann nun die gemäß **Fig. 11** oder **Fig. 13** gezeigte Anzahl von Punkten gemäß vorbestimmten Kriterien mit einer Anzahl der vom Nutzer maximal einstellbaren Schritte S pro voller Umdrehung des Wählzylinders **16** assoziiert werden. Beispielsweise umfasst die Vorrichtung **310** die in **Fig. 11** gezeigten 20 Punkte gemäß vorbestimmten Kriterien, nämlich fünf Maxima, fünf Minima und zehn Nulldurchgänge. Sollen, wie etwa in **Fig. 3** gezeigt, pro vollständiger Umdrehung des Wählzylinders **16** z.B. 20 Einheiten des abzugebenden Wirkstoffs eingestellt werden können, so kann das Erreichen jedes neuen schwarzen Punktes in **Fig. 11** durch den Magnetfeldsensor **122**, während die Betätigungseinrichtung **18** betätigt ist, mit dem Abgeben einer weiteren Einheit des abzugebenden Wirkstoffs durch die Messeinrichtung **20** gleichgesetzt sein oder werden. Der Magnetfeldsensor **122** kann somit als „Punktezähler“ genutzt werden. Bei Erreichen eines neuen Punktes gemäß den vorgegebenen Kriterien (schwarze Punkte in **Fig. 11** und **Fig. 13**) kann somit ein Zähler um eins nach oben gesetzt werden. Aus der während des Betätigen der Betätigungseinrichtung **18** erreichten Zahl von neuen

Punkten und aus dem bekannten Umrechnungsfaktor zwischen abgegebenen Einheiten des Wirkstoffs und den Punkten kann somit durch die Messeinrichtung die abgegebene Menge des Wirkstoffs erfasst werden.

[0064] Vorteilhaft ist eine Abtastfrequenz f des Magnetfeldsensors **122** größer als ein Produkt aus der maximal möglichen Rotationsfrequenz F des Magnetfeldsensors und der Anzahl der Punkte gemäß den vorbestimmten Kriterien P und einem Faktor von zwei, d. h., $f > 2 \cdot F \cdot P$, oder, wenn berücksichtigt wird, dass $P = 2 \cdot N$ mit N der Anzahl der Dauermagneten, $> 4 \cdot F \cdot N$.

[0065] Bei den Vorrichtungen **210** und **310** bzw. dem entsprechenden Verfahren, wie im Voranstehenden in Bezug auf die **Fig. 10-Fig. 13** beschrieben, wird prinzipiell nur das Vermessen einer einzelnen Magnetfeldkomponente B_x , B_y oder B_z benötigt. Zum Erhöhen einer Messgenauigkeit können jedoch auch mehrere oder alle der Magnetfeldkomponente B_x , B_y , B_z in bis zu drei zueinander orthogonalen Raumrichtungen erfasst und zum Erfassen der abgegebenen Menge des Wirkstoffs verwendet werden.

[0066] Bei allen im Voranstehenden beschriebenen Ausführungsformen können auch mehrere Magnetfeldsensoren **122** vorgesehen werden, welche beispielsweise drehsymmetrisch bezüglich der Drehachse des Wählzylinders **16** angeordnet sein können. Bei gleichbleibender Abtastfrequenz f der Magnetfeldsensoren kann somit beispielsweise eine Plausibilisierung oder eine Mittelwertbildung der gemessenen Magnetfeldwerte erfolgen, um die Genauigkeit der Vorrichtung zu verbessern. Alternativ oder zusätzlich kann eine nötige Abtastfrequenz f der Magnetfeldsensoren verringert werden, beispielsweise um einen Faktor, welche der Anzahl der eingesetzten drehsymmetrisch Magnetfeldsensoren entspricht.

[0067] Um störende Einflüsse von äußeren Magnetfeldern zu eliminieren oder zu verringern, beispielsweise aufgrund des Erdmagnetfeld, kann jedem Punkt gemäß einem vorgegebenen Kriterium (schwarze Punkte in **Fig. 11** und **Fig. 13**) ein oberer und/oder ein unterer Grenzwert für dessen Magnetfeldwert zugeteilt oder definiert werden.

[0068] Alternativ zu dem voranstehenden beschriebenen Verfahren, gemäß welchem die Messeinrichtung **20** die abgegebene Menge des Wirkstoffs erfassen kann, kann die Messeinrichtung alternativ auch ausgelegt sein wie im Folgenden beschrieben .

[0069] Anstatt den magnetischen Umlauf des Magnetfeldsensors oder der Magnetfeldsensoren als einen geschlossenen Kreis oder eine Ellipse darzustellen und auszulesen, kann der Umlauf als eine Punktmenge PS definiert werden, wobei jeder der Punkte

P_i einem mechanischen Schritt und/oder einer abgegebenen Einheit des Wirkstoffs entspricht. Durch die Form des magnetischen Umlauf kann jeder der Punkte eindeutig über B_x , B_y und B_z definiert werden, auch wenn beispielsweise B_z konstant ist.

[0070] Mit anderen Worten können Punktmenge, welche einen möglichen Umlauf des Magnetfeldsensors **122** beschreiben, in der Messeinrichtung **20** gespeichert sein, da sowohl die Anzahl der mechanischen Schritte des Wählzylinders **16** als auch deren Verteilung auf der Kreisbahn **123** des Magnetfeldsensors **122** bekannt sind. Dementsprechend kann eine Nachschlagetabelle (Look-Up-Tabelle) in der Messeinrichtung **20** gespeichert sein, welche die Punktmenge PS mit allen möglichen dazugehörigen Werten B_x , B_y und B_z umfasst. Eine beispielhafte schematische Nachschlagetabelle ist in **Fig. 14** dargestellt. $B_{x\min}$ stellt dabei eine untere Grenze für den Bereich der B_x -Komponente dar, welcher einem Punkt P_1 zugeteilt wird, $B_{x\max}$ stellt entsprechend eine obere Grenze für diesen Bereich dar usw. für die verschiedenen Punkte P_2 bis PS (im Beispiel von **Fig. 14**: $S = 10$) sowie für die Komponenten B_y und B_z . Die verschiedenen Bereiche für die verschiedenen Punkte P_i einer Komponente B_x , B_y , B_z können sich dabei überlappen oder lückenlos aneinander angrenzen.

[0071] Lag der Magnetfeldsensor **122** bei Beginn des Injizierens bzw. Abgeben des Wirkstoffs, d. h. bei Betätigen der Betätigungseinrichtung **18**, etwa an einer Position, welche durch den Punkt $P = 9$ definiert ist, und am Ende des Injizierens, d. h. bei Loslassen der Betätigungseinrichtung **18**, bei einer Position, welche dem Punkt $P = 3$ entspricht, und wurden beispielsweise zwei volle Umdrehungen um jeweils zehn Punktschritte erfasst, ergibt sich insgesamt eine Injektionsmenge von 24 Punktschritten.

[0072] Optional kann eine zweite Nachschlagetabelle bereitgestellt sein, welche speziell für den Fall genutzt wird, dass die Vorrichtung **310**; **410** mit der Injektionseinrichtung **1** nach oben gehalten wird, um zu erfassen, dass eine Injektion des Wirkstoffs in die Luft erfolgt, um Luftblasen in dem Wirkstoff auszuschließen. Typischerweise injiziert ein Nutzer zwei bis drei Einheiten des Wirkstoffs in dieser spezifischen Position, damit keine etwaigen Luftblasen in dem Wirkstoff mit injiziert werden. Es ist vorteilhaft, wenn zum Erhalten eines vollständigen Datenprofils eines Patienten aufgezeichnet werden kann, ob Einheiten in den Patienten oder in die Luft injiziert wurden.

[0073] Es kann in der Messeinrichtung **20** vorgesehen sein, dass bei Erfassen einer Injektion einer Menge von Einheiten unterhalb eines vorbestimmten Schwellwerts, beispielsweise bei der Injektion von maximal drei Einheiten, zunächst in der zweiten Nachschlagetabelle überprüft wird, ob durch die ge-

messenen Magnetfeldwerte eine senkrechte Injektion nach oben indiziert wird oder nicht.

[0074] Wird eine senkrechte Injektion nach oben indiziert, können die zuvor erfassten Einheiten unterhalb des vorbestimmten Schwellenwerts bei der Berechnung der gesamten abgegebenen Menge des Wirkstoffs außer Betracht bleiben. Alternativ kann auch allgemein jede Injektionsmenge kleiner des vorbestimmten Schwellenwerts verworfen werden oder in dem Datenspeicher der Messeinrichtung **20** und/oder in einem von der Messeinrichtung **20** ausgehenden Datensignal mit einer speziellen Flagge gekennzeichnet sein, um zu indizieren, dass sich hierbei möglicherweise oder wahrscheinlicher Weise um Injektion in die Luft handelt.

[0075] Es kommt außerdem vor, dass Nutzer kleine Mengen des Wirkstoffs nachspritzen. Die Messeinrichtung **20** kann daher optional alternativ auch derart ausgebildet sein, dass festgestellt wird, ob innerhalb eines vorbestimmten Zeitintervalls zunächst eine Injektion mit einer verhältnismäßig geringen Injektionsmenge und später eine Injektion mit einer verhältnismäßig größeren Injektionsmenge erfolgt, was darauf hinweisen könnte, dass die erste Injektion in die Luft erfolgte, oder ob eine Injektion mit einer verhältnismäßig geringeren abgegebenen Menge des Wirkstoffs auf eine Injektion mit einer verhältnismäßig größeren abgegebenen Menge des Wirkstoffs folgt, was auf einen Nachspritzen des Benutzers hinweisen kann. Die Messeinrichtung **20** kann dazu ausgelegt oder eingerichtet sein, dass im ersten genannten Fall die verhältnismäßig kleinere abgegebene Menge des Wirkstoffs nicht berücksichtigt wird oder, wie im voranstehenden beschrieben, deren Daten mit einer speziellen Flagge gekennzeichnet werden, während im zweiten beschriebenen Fall beide abgegebenen Mengen des Wirkstoffs zusammengezählt werden.

[0076] Fig. 15 zeigt eine schematische Detailansicht einer Vorrichtung **510** zum subkutanen Injizieren eines flüssigen Wirkstoffs gemäß einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Die Vorrichtung **510** ist eine Variante der im Voranstehenden beschriebenen erfindungsgemäßen Vorrichtungen, insbesondere der Vorrichtung **10**; **110**; **210**; **310**; **410** und ist gemäß allen in Bezug auf diese Vorrichtungen beschriebenen Modifikationen und Varianten anpassbar und umgekehrt.

[0077] Die Vorrichtung **510** zeichnet sich insbesondere dadurch aus, dass ein Magnetfeldsensor **522**, anstelle des Magnetfeldsensors **122**, und ein Dauermagnet **524**, anstelle einer anderen Dauermagnet-einrichtung, der Messeinrichtung **20** in Z-Richtung, d. h. entlang der Drehachse des Wählzylinders **16**, übereinander angeordnet sind, wie in Fig. 15 in Draufsicht dargestellt.

[0078] Dabei ist bevorzugt der Dauermagnet **524** an dem Stift **17** des Wählzylinders **16** angebracht, während der Magnetfeldsensor **522** an der Betätigungseinrichtung **18**, zum Beispiel an dem Knopfgehäuses **34**, angeordnet ist und sich bei einem Rotieren des Wählzylinders **16** um eine Drehachse dreht, welche sowohl den Magnetfeldsensor **522** als auch den Dauermagneten **524** schneidet und welche mit der Drehachse des Wählzylinders **16** identisch ist. Ein Vorteil dieser Anordnung sind ungefähr konstante Magnetfeldwerte in der Z-Richtung, sodass das Auswerten der Messwerte auf die X-Achse (Komponenten B_x) und die Y-Achse (Komponenten B_y) eingeschränkt werden kann.

[0079] Idealerweise würde bei dieser Lösung in der X-Y-Ebene das gemessene Magnetfeld des Dauermagneten **524** einen Kreis durchlaufen. Aufgrund eines räumlichen Versatzes zwischen dem Magnetfeldsensor **522** und dem Dauermagneten **524** wird statt einem Kreis im Realfall häufig eine Ellipse mit Halbachsen a und b erzeugt. Eine beim Herstellen mögliche Fehljustierung kann einen zusätzlichen Neigungswinkel φ dieser Ellipse ergeben. Die Neigung der Ellipse sowie ihrer Halbachsen a und b sind für eine konkrete Vorrichtung **510** konstant und können beispielsweise bei deren Produktion erfasst werden. Die entsprechenden Werte können somit in der Messeinrichtung **20** jeder konkreten Vorrichtung **510** hinterlegt und für eine Kompensation der eigentlichen Messwerte verwendet werden. Die gemessene Ellipse weist weiterhin, beispielsweise aufgrund äußerer Magnetfelder, ein unbekanntes Offset auf. Die X- und die Y-Komponente der um das Offset versetzten Ellipse ist gegeben durch:

$$\begin{bmatrix} x_{corr} \\ y_{corr} \end{bmatrix} = R \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} x_{offset} \\ y_{offset} \end{bmatrix} + n_m,$$

wobei n_m ein normalverteiltes statistisches Rauschen des Magnetfeldsensors **522** darstellt, welches ver-

nachlässigt werden kann und $R = \begin{bmatrix} \cos\varphi & -\sin\varphi \\ \sin\varphi & \cos\varphi \end{bmatrix}$ eine Rotationsmatrix darstellt.

[0080] Die spezielle Ausgestaltungen der Vorrichtung **510**, wie in Fig. 15 gezeigt, ermöglicht es, das Offset der Ellipse schon mit nur zwei gemessenen Magnetfeldwertpunkten zu bestimmen. Für zwei gemessene Magnetfeldwertpunkte $T_1(x_1, y_1)$ und $T_2(x_2, y_2)$, zusammen mit dem bekannten Neigungswinkel φ und der Rotationsmatrix R folgt aus den beiden parametrischen Formeln für die Komponenten x, y einer um X_{offset}, Y_{offset} vom Nullpunkt aus verschobenen Ellipse:

$$x = X_{offset} + a * \cos(t) * \cos\varphi - b * \sin(t) * \sin\varphi$$

$$y = y_{\text{offset}} + a * \cos(t) * \sin\phi + b * \sin(t) * \cos\phi$$

ein System mit vier Formeln:

$$x_1 = x_{\text{offset}} + a * \cos(t_1)$$

$$y_1 = y_{\text{offset}} + b * \sin(t_1)$$

$$x_2 = x_{\text{offset}} + a * \cos(t_2)$$

$$y_2 = y_{\text{offset}} + b * \sin(t_2)$$

[0081] Die zwei gemessenen Magnetfeldwertpunkte T1 und T2 sind vorzugsweise zwei konsekutive Werte in der X-Y-Ebene des Magnetfeldsensors **522**, die etwa um eine Zeitdauer voneinander beanstandet sind, welche dem Kehrwert der Abtastrate des Magnetfeldsensors **522** entspricht. Diese Lösung mit nur zwei gemessenen Magnetfeldwertpunkten zum Bestimmen des Offsets der Ellipse ermöglicht eine hohe Energieersparnis, da dieses Auswerteverfahren eine besonders geringe Abtastrate ermöglicht.

[0082] Aus dem oben genannten Formelsystem erhält man vier mögliche Ellipsen für $t_1, t_1+\pi, t_2, t_2+\pi$ mit vier verschiedenen möglichen Offsetpunkten. Um das korrekte Offset daraus zu bestimmen, kann diejenige Ellipse mit der minimalen Distanz ihres Zentrums zum Zentrum der (nicht versetzten) Referenzellipse ermittelt werden, beispielsweise mittels der minimin-Funktion oder ähnlichen Methoden. Mittels des korrekt berechneten Offsets mit den Komponenten $x_{\text{offset}}, y_{\text{offset}}$ kann sodann aus den tatsächlichen gemessenen Magnetfeldwertpunkten jeweils der korrigierte Magnetfeldwertpunkt $T_{\text{corr}}=(x_{\text{corr}}, y_{\text{corr}})$ nach der obenstehenden Formel berechnet werden.

[0083] Danach kann, zum Bestimmen der abgegebenen Menge des Wirkstoffs, der relative Winkel Φ_{rel} zwischen zwei gemessenen Magnetfeldwertpunkten, nämlich bei Betätigen und bei Loslassen der Betätigungseinrichtung **18**, bestimmt werden.

[0084] Dies kann nach der folgenden Formel erfolgen:

$$\Phi_{\text{rel}} = d_{\omega} \left(\arctan \left(\frac{y_{1,\text{corr}} - Y_0}{x_{1,\text{corr}} - X_0} \right), \arctan \left(\frac{y_{2,\text{corr}} - Y_0}{x_{2,\text{corr}} - X_0} \right) \right)$$

[0085] Hierbei beschrieben X_0 und Y_0 das Zentrum der Referenzellipse, welches insbesondere im Ursprung eines Koordinatensystems angeordnet sein kann (d.h. $X_0=0, Y_0=0$); d_{ω} beschreibt das Ermitteln der Winkeldifferenz, oder Winkeländerung, zwischen dem ersten Argument (Arcustangens) und dem zwei-

ten Argument (Arcustangens). Der berechnete Winkel Φ_{rel} beschreibt somit, um wie viel Grad sich die der Wählzylinder **16** zwischen zwei gemessenen Magnetfeldwertpunkten des Magnetfeldsensors **522** bewegt hat. Für diese Variante wird kein Speicherplatz für Nachschlagetabellen benötigt und es müssen keine Vormessungen zum Erstellen der Nachschlagtabelle durchgeführt werden. Außerdem ermöglicht die adaptive Korrektur der Nullpunktverschiebung, wie sie im Voranstehenden beschrieben wurde, dass die Vorrichtung **510** in allen Umgebungen und auch bei externen Störungen mit sehr hoher Zuverlässigkeit funktioniert.

[0086] Eine mögliche Variante, wie die Messeinrichtung **20** die abgegebene Menge des Wirkstoffs bestimmen kann, wird nachfolgend anhand von **Fig. 16** kurz erläutert. **Fig. 16** zeigt ein Flussdiagramm. In einem Schritt S01 werden Messwerte $T1(x_1, y_1)$ und $T2(x_2, y_2)$ des Magnetfelds, welches durch den Dauermagneten **524** erzeugt wird, durch den Magnetfeldsensor **522** erfasst und in einem Datensignal **91** weitergegeben. In einem Schritt S02, welcher beispielsweise bei der Herstellung der Vorrichtung **510** als ein Kalibrierschritt durchgeführt werden kann, werden geometrische Parameter einer Referenzellipse, insbesondere deren Halbachsen a, b und der Neigungswinkel ϕ , wie im Voranstehenden beschrieben, bereitgestellt. In einem Schritt S03 werden die gemessenen Magnetfeldwerte gemäß dem Neigungswinkel ϕ korrigiert bzw. rotiert, wodurch ein bearbeitetes Signal **92** entsteht. Durch Vergleich, in einem Schritt S04, mit der Referenz Ellipse in Parametrisierungsform ergeben sich vier mögliche Ellipsen. Durch Anwenden von vorbestimmten Kriterien oder Algorithmen, beispielsweise einer minimin-Funktion, wird daraus in einem Schritt S05 diejenige Ellipse der vier Ellipsen bestimmt, welche der Referenzellipse am nächsten kommt. In einem Schritt S06 wird aus dieser bestimmten Ellipse der Offset $x_{\text{offset}}, y_{\text{offset}}$ bestimmt, sodass ein korrigiertes Datensignal **92** erzeugt wird.

[0087] Basierend auf diesem korrigierten Datensignal **93** werden die den gemessenen Magnetfeldwerten T1, T2 entsprechenden Winkel in einem Schritt S07 bestimmt und die bestimmten Winkel in einem Datensignal **94** dazu verwendet, in einem Schritt S08 die relative Winkeländerung (d. h. den Relativwinkel Φ_{rel}) während des Betätigen der Betätigungseinrichtung **18** zu bestimmen. Dabei kann eine Anzahl von vollen Umdrehungen des Wählzylinders **16** Bit berücksichtigt werden, beispielsweise indem ein als vorläufiges Ergebnis bestimmter Differenzwinkel Φ_{rel} zwischen dem Beginn und dem Ende des Betätigens der Betätigungseinrichtung **18** pro volle Umdrehung um 360° erhöht wird. Durch die bekannte Korrelation zwischen dem Drehwinkel des Wählzylinders **16** und der Anzahl der abgegebenen Einheiten des Wirkstoffs pro entsprechender Drehwinkeleinheit wird schließlich in einem Schritt S09 basierend auf

einem Datensignal **95**, welches den bestimmten Differenzwinkel Φ_{rel} indiziert, die abgegebene Menge des Wirkstoffs bestimmt und somit erfasst.

[0088] Fig. 17 zeigt ein Flussdiagramm zum Erläutern eines Verfahrens zum Erfassen einer abgegebenen Menge eines flüssigen Wirkstoffs gemäß einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Das Verfahren gemäß Fig. 17 ist mit allen im Voranstehenden beschriebenen erfindungsgemäßen Vorrichtungen, insbesondere den Vorrichtungen **10; 110; 110; 310; 410; 510** durchführbar und ist gemäß allen im Voranstehenden und im Nachfolgenden in Bezug auf die erfindungsgemäße Vorrichtung beschriebenen Modifikationen und Varianten anpassbar und umgekehrt.

[0089] In einem Schritt S10 wird eine abzugebende Menge des flüssigen Wirkstoffs durch Rotieren eines Wählzylinders **16** von einer Nullposition **71** zu einer Abgabeposition **72** eingestellt, beispielsweise wie im voranstehenden mit Bezug auf die Fig. 2 und Fig. 3 beschrieben. In einem Schritt S20 wird eine Betätigungseinrichtung **18** zum Veranlassen eines Abgebens des Wirkstoffs betätigt, wobei beim Abgeben des Wirkstoffs der Wählzylinder **16** rotiert wird, beispielsweise wie im voranstehenden in Bezug auf die Fig. 2 und Fig. 3 beschrieben.

[0090] In einem Schritt S30 wird, solange, bevorzugt während und nur während, die Betätigungseinrichtung **18** betätigt wird, ein Rotieren des Wählzylinders **16** erfasst. Der Schritt S30 kann insbesondere durchgeführt werden wie im Voranstehenden anhand der Vorrichtungen **10; 110; 210; 310; 410; 510** beschrieben, insbesondere wie anhand von Fig. 15 und Fig. 16 beschrieben. Insbesondere kann auch ein Erfassen oder ein Bestimmen einer Menge des abgegebenen Wirkstoffs basierend auf dem erfassten Rotieren des Wählzylinders erfolgen.

[0091] In einem Schritt S40 wird ein Signal ausgegeben, welches zumindest das erfasste Rotieren des Wählzylinders **16** indiziert, und bevorzugt einen Winkel, um welchen der Wählzylinder **16** rotiert wurde, während die Betätigungseinrichtung **18** betätigt wurde, indiziert und/oder welches eine Menge des abgegebenen Wirkstoffs basierend auf dem erfassten Rotieren des Wählzylinders **16** indiziert. Wie im Voranstehenden insbesondere in Bezug auf die Vorrichtung **10** beschrieben, kann das entsprechende Signal beispielsweise in einer Speichereinrichtung gespeichert werden und/oder über eine drahtlose oder drahtgebundene Schnittstelleneinrichtung **15** an eine externe Vorrichtung ausgegeben werden. Weiterhin kann ein Signal mit Rohdaten innerhalb eines Injektionsstifts erzeugt werden, welches an eine dem Injektionsstift externe Recheneinrichtung übermittelt wird. Basierend auf dem übermittelten Signal mit den Roh-

daten kann sodann die abgegebene Menge des Wirkstoffs bestimmt werden.

[0092] Zum Erfassen oder Bestimmen der abgegebenen Menge des Wirkstoffs können zeitlich diskrete Messwerte eines Magnetfelds durch eine Magnetfeldsensoreinrichtung **22; 122; 522** gemessen werden, wie im voranstehenden Bezug auf die Fig. 1-Fig. 16 beschrieben. Das Magnetfeld kann insbesondere durch eine Dauermagneteinrichtung gestellt werden, wie im voranstehenden in Bezug auf die Fig. 1-Fig. 16 beschrieben.

[0093] Die zeitlich diskreten Messwerte können mit einer Nachschlagetabelle verglichen und aus dem Vergleich Drehpositionen der Magnetfeldsensoreinrichtung **22; 12; 522** ermittelt werden. Das Erfassen der abgegebenen Menge des Wirkstoffs kann auf den ermittelten Drehpositionen basieren, wie dies etwa mit Bezug auf die Fig. 10-Fig. 14 im Voranstehenden erläutert wurde.

[0094] Alternativ können aus den zeitlich diskreten Messwerten Punkte gemäß mindestens einem vorbestimmten Kriterium ermittelt werden, wie in Bezug auf die Fig. 11 und Fig. 13 im Voranstehenden beschrieben. Dazu kann zunächst aus den zeitlich diskreten Messwerten eine Interpolation der Kurse erstellt werden, an welcher beispielsweise die in den Fig. 11 und Fig. 13 gezeigten schwarzen Punkte bestimmt werden. Basierend auf den ermittelten Punkten können Drehpositionen der Magnetfeldsensoreinrichtung **22; 122; 522**, beispielsweise relativ zu einer Dauermagneteinrichtung, ermittelt werden. Das Erfassen S30 der abgegebenen Menge des Wirkstoffs kann auf den ermittelten Drehpositionen basieren.

[0095] Weiterhin können unter Verwendung von bereitgestellten Parametern einer Referenzellipse die gemessenen diskreten Messwerte mit Winkeln der Referenzellipse assoziiert werden, wie im Voranstehenden mit Bezug auf die Fig. 15 und Fig. 16 beschrieben. Das Erfassen S30 der abgegebenen Menge des Wirkstoffs kann auf den assoziierten Winkeln der Referenzellipse basieren, insbesondere wie in Bezug auf die Fig. 15 und Fig. 16 im Voranstehenden beschrieben.

[0096] Obwohl die vorliegende Erfindung anhand bevorzugter Ausführungsbeispiele vorstehend beschrieben wurde, ist sie darauf nicht beschränkt, sondern auf vielfältige Art und Weise modifizierbar. Insbesondere lässt sich die Erfindung in mannigfaltiger Weise verändern oder modifizieren, ohne vom Kern der Erfindung abzuweichen.

[0097] Beispielsweise kann immer dann, wenn im Voranstehenden beschrieben wurde, dass die Dauermagneteinrichtung an dem Wählzylinder **16** befestigt ist und der Magnetfeldsensor an dem Knopfge-

häuse **34** angeordnet ist, dies auch jeweils umgekehrt
vorgesehen werden.

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- US 2016051760 A1 [0003]

Patentansprüche

1. Vorrichtung (10; 110; 210; 310; 410; 510) zum subkutanen Injizieren eines flüssigen Wirkstoffs, mit: einer Einstelleinrichtung (14) zum Einstellen einer abzugebenden Menge des Wirkstoffs durch Rotieren eines Wählzylinders (16) von einer Nullposition (71) zu einer Abgabeposition (72); einer Betätigungseinrichtung (18), mittels welcher das Abgeben des Wirkstoffs veranlassbar ist; wobei beim Abgeben des Wirkstoffs der Wählzylinder (16) rotiert wird; und einer Messeinrichtung (20), welche dazu ausgelegt ist, eine abgegebene Menge des Wirkstoffs basierend auf dem Rotieren des Wählzylinders (16) zu erfassen, welches erfolgt, während die Betätigungseinrichtung (18) betätigt wird.

2. Vorrichtung (110; 210; 310; 410; 510) nach Anspruch 1, wobei die Messeinrichtung eine Magnetfeldsensoreinrichtung (122; 522) und eine Dauermagneteinrichtung (124; 224-i; 324-i; 424-i; 524) aufweist, welche bei dem Rotieren des Wählzylinders (16) bezüglich einander bewegt werden; und wobei die Messeinrichtung (20) dazu ausgelegt ist, die Menge des abgegebenen Wirkstoffs basierend auf einer Veränderung eines durch die Magnetfeldsensoreinrichtung (22; 122; 522) gemessenen Magnetfelds zu erfassen.

3. Vorrichtung (110, 210; 310; 410; 510) nach Anspruch 2, wobei die Dauermagneteinrichtung (124; 224-i; 324-i; 424-i; 524) bezüglich des Wählzylinders (16) fest angeordnet ist; und wobei sich die Magnetfeldsensoreinrichtung (122; 522) bei dem Rotieren des Wählzylinders (16) bezüglich des Wählzylinders (16) bewegt.

4. Vorrichtung (110; 210; 310; 410) nach Anspruch 2 oder 3, wobei sich die Magnetfeldsensoreinrichtung (122) bei dem Rotieren des Wählzylinders (16) auf einer Kreisbahn (123) bewegt.

5. Vorrichtung (210; 310; 410) nach Anspruch 4, wobei die Dauermagneteinrichtung (224-i; 324-i; 424-i) drehsymmetrisch bezüglich einer Drehachse der Kreisbahn (123) der Magnetfeldsensoreinrichtung (122) ausgebildet und angeordnet ist.

6. Vorrichtung (510) nach Anspruch 2, wobei die Magnetfeldsensoreinrichtung (522) und die Dauermagneteinrichtung (524) bezüglich einander entlang einer Rotationsachse des Rotierens des Wählzylinders (16) angeordnet sind.

7. Vorrichtung (210; 310) nach einem der Ansprüche 1 bis 6,

wobei die Magnetfeldsensoreinrichtung (122) zum Messen eines durch die Dauermagneteinrichtung (224-i; 324-i) erzeugten Magnetfelds ausgelegt ist; und

wobei die Messeinrichtung (20) dazu ausgelegt ist, die Messwerte des durch die Dauermagneteinrichtung (224-i; 324-i) erzeugten Magnetfelds mit einer in der Messeinrichtung (20) hinterlegten Tabelle zu vergleichen und daraus Drehpositionen der Magnetfeldsensoreinrichtung (122) relativ zu der Dauermagneteinrichtung (224-i; 324-i) zu ermitteln; und wobei die Messeinrichtung (20) dazu ausgelegt ist, die abgegebene Menge des Wirkstoffs basierend auf den ermittelten Drehpositionen zu erfassen.

8. Vorrichtung (210; 310) nach einem der Ansprüche 1 bis 6,

wobei die Magnetfeldsensoreinrichtung (122) zum Messen eines durch die Dauermagneteinrichtung (224-i; 324-i) erzeugten Magnetfelds ausgelegt ist; und

wobei die Messeinrichtung (20) dazu ausgelegt ist, aus den Messwerten des durch die Dauermagneteinrichtung (224-i; 324-i) erzeugten Magnetfelds Punkte gemäß mindestens einem vorbestimmten Kriterium zu ermitteln und basierend auf den ermittelten Punkten die Menge des abgegebenen Wirkstoffs zu erfassen.

9. Verfahren zum Erfassen einer abgegebenen Menge eines flüssigen Wirkstoffs, mit den Schritten: Einstellen (S10) einer abzugebenden Menge des flüssigen Wirkstoffs durch Rotieren eines Wählzylinders (16) von einer Nullposition (71) zu einer Abgabeposition (72); Betätigen (S20) einer Betätigungseinrichtung (18) zum Veranlassen eines Abgebens des Wirkstoffs; wobei beim Abgeben des Wirkstoffs der Wählzylinder (16) rotiert wird; Erfassen (S30), solange die Betätigungseinrichtung (18) betätigt wird, eines Rotierens des Wählzylinders (16); und Ausgeben (S40) eines Signals, welches das erfasste Rotieren des Wählzylinders (16) indiziert und/oder welches eine abgegebene Menge des Wirkstoffs basierend auf dem erfassten Rotieren des Wählzylinders (16) indiziert.

10. Verfahren nach Anspruch 9, wobei zum Erfassen (S30) einer abgegebenen Menge des Wirkstoffs basierend auf dem erfassten Rotieren des Wählzylinders (16) zeitlich diskrete Messwerte eines Magnetfelds durch eine Magnetfeldsensoreinrichtung (122) gemessen werden; wobei die zeitlich diskreten Messwerte mit einer Tabelle verglichen und aus dem Vergleich Drehpositionen der Magnetfeldsensoreinrichtung (122) ermittelt werden; und

wobei das Erfassen (S30) der abgegebenen Menge des Wirkstoffs auf den ermittelten Drehpositionen basiert.

11. Verfahren nach Anspruch 9,
wobei zum Erfassen (S30) einer abgegebenen Menge des Wirkstoffs basierend auf dem erfassten Rotieren des Wählzylinders (16) zeitlich diskrete Messwerte eines Magnetfelds durch eine Magnetfeldsensoreinrichtung (122) gemessen werden;
wobei aus den zeitlich diskreten Messwerten Punkte gemäß mindestens einem vorbestimmten Kriterium ermittelt werden;
wobei basierend auf den ermittelten Punkten Drehpositionen der Magnetfeldsensoreinrichtung (122) ermittelt werden; und
wobei das Erfassen (S30) der abgegebenen Menge des Wirkstoffs auf den ermittelten Drehpositionen basiert.

12. Verfahren nach Anspruch 9,
wobei zum Erfassen (S30) einer abgegebenen Menge des Wirkstoffs basierend auf dem erfassten Rotieren des Wählzylinders (16) zeitlich diskrete Messwerte eines Magnetfelds durch eine Magnetfeldsensoreinrichtung (522) gemessen werden;
wobei unter Verwendung von bereitgestellten Parametern einer Referenz-Ellipse die gemessenen diskreten Messwerte mit Winkeln der Referenz-Ellipse assoziiert werden; und
wobei das Erfassen (S30) der abgegebenen Menge des Wirkstoffs auf den assoziierten Winkeln der Referenz-Ellipse basiert.

Es folgen 10 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

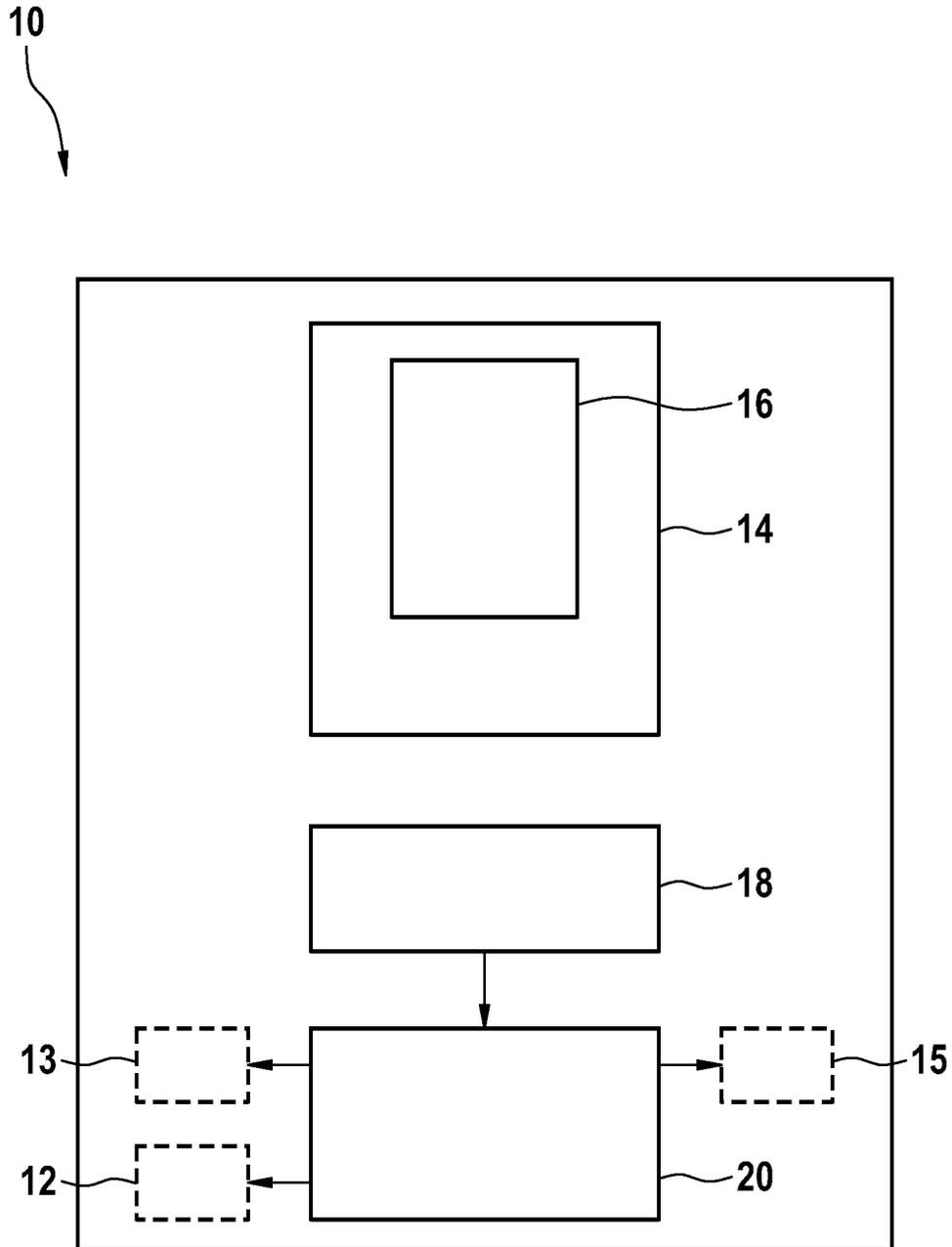


FIG. 1

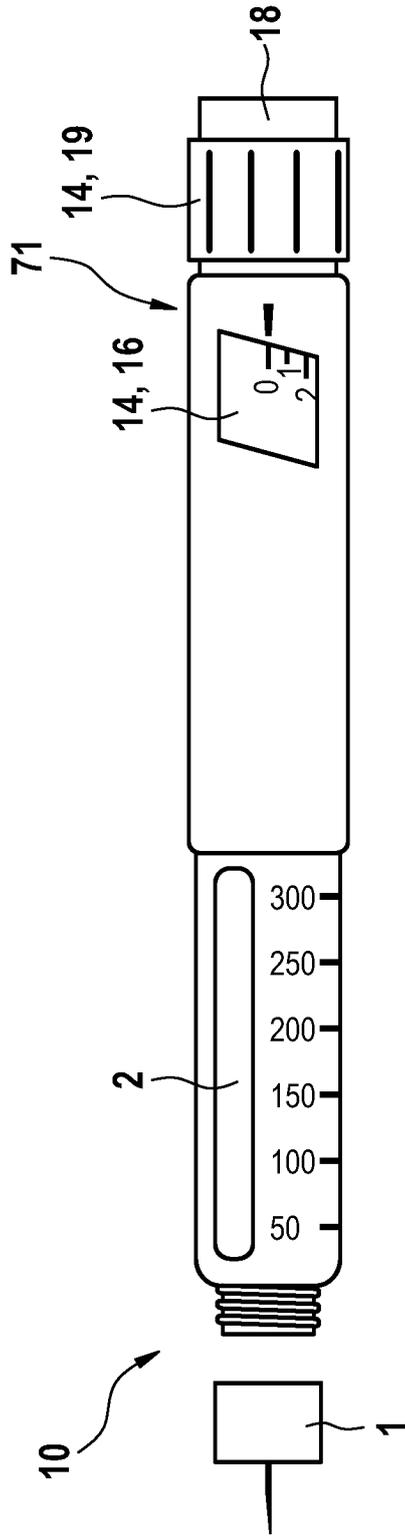


FIG. 2

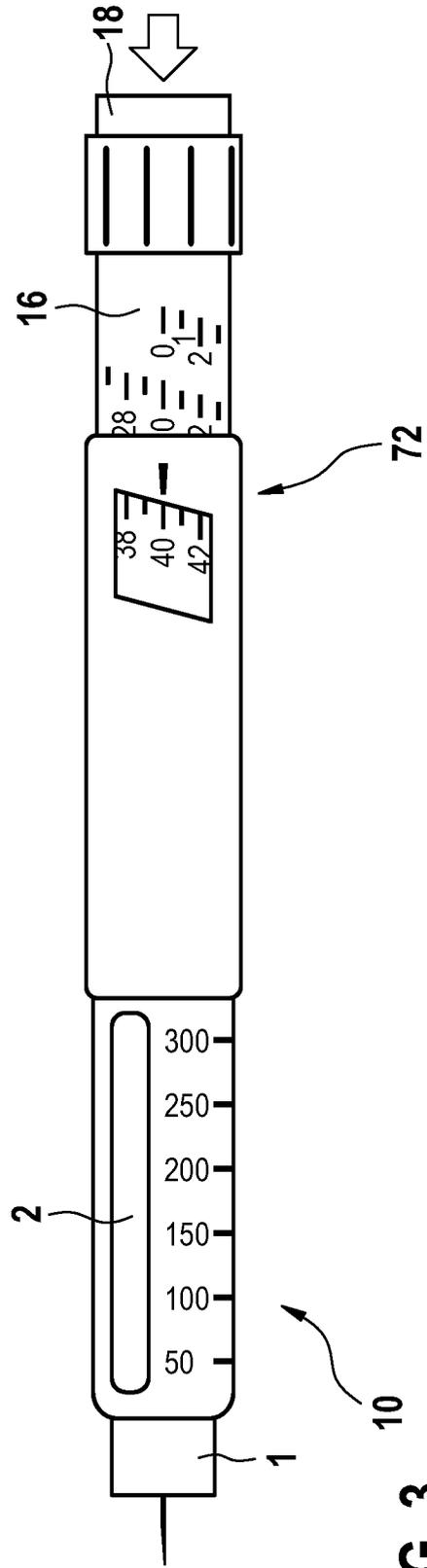


FIG. 3

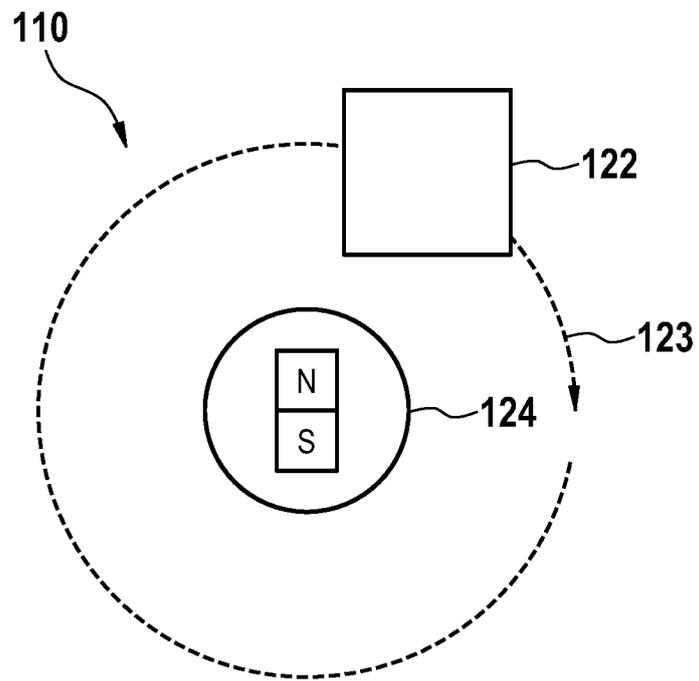


FIG. 4

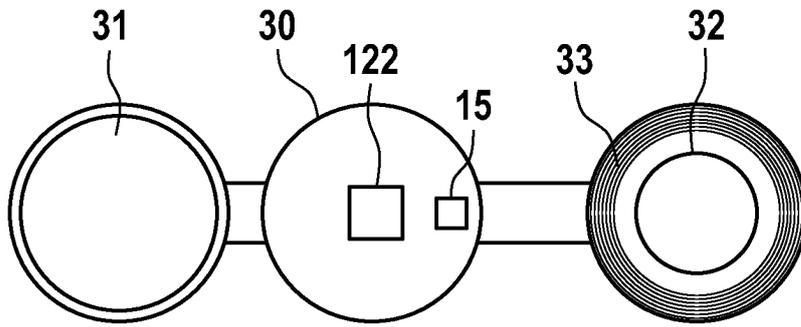


FIG. 5

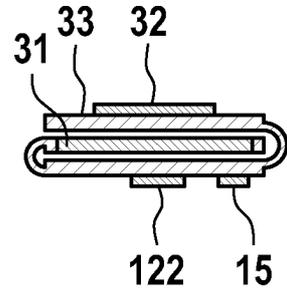


FIG. 6

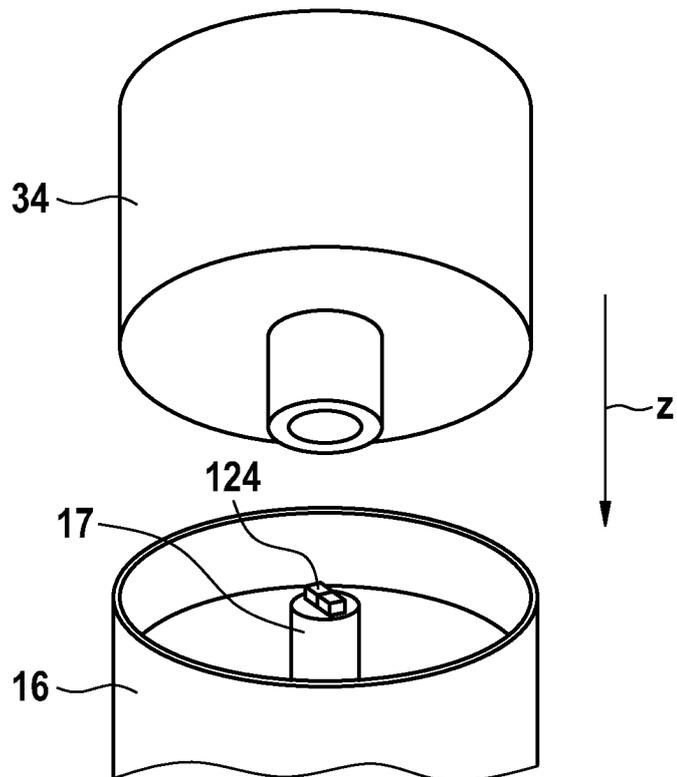


FIG. 7

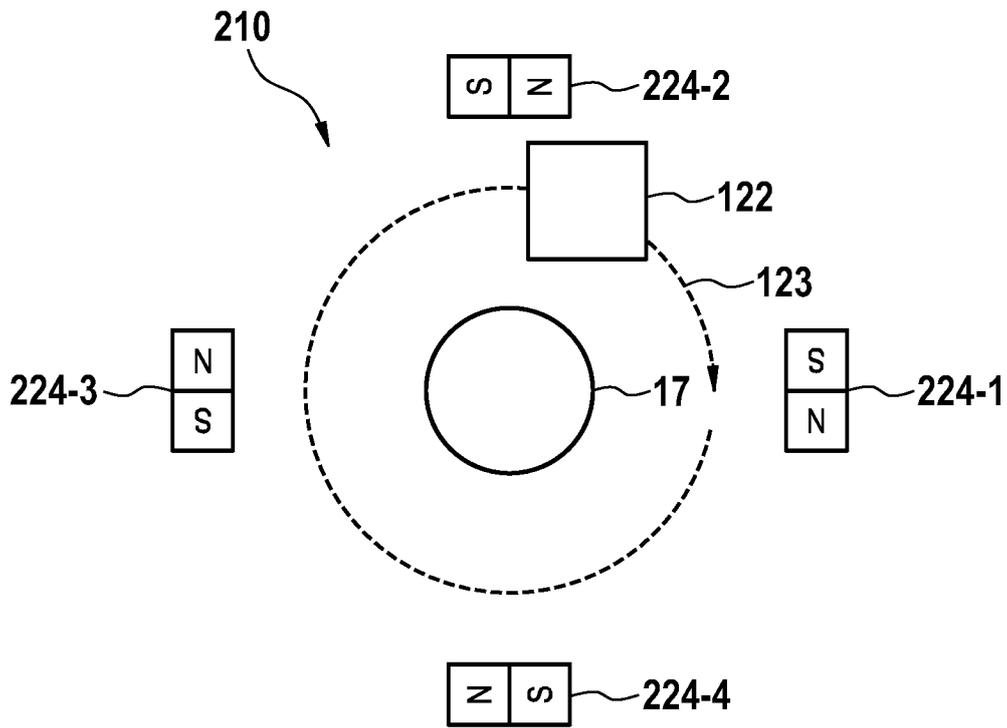


FIG. 8

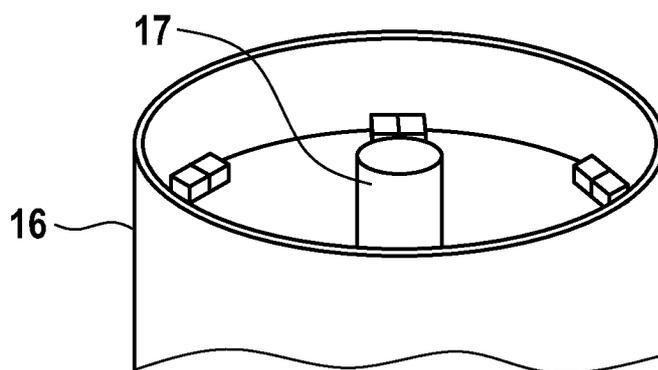


FIG. 9

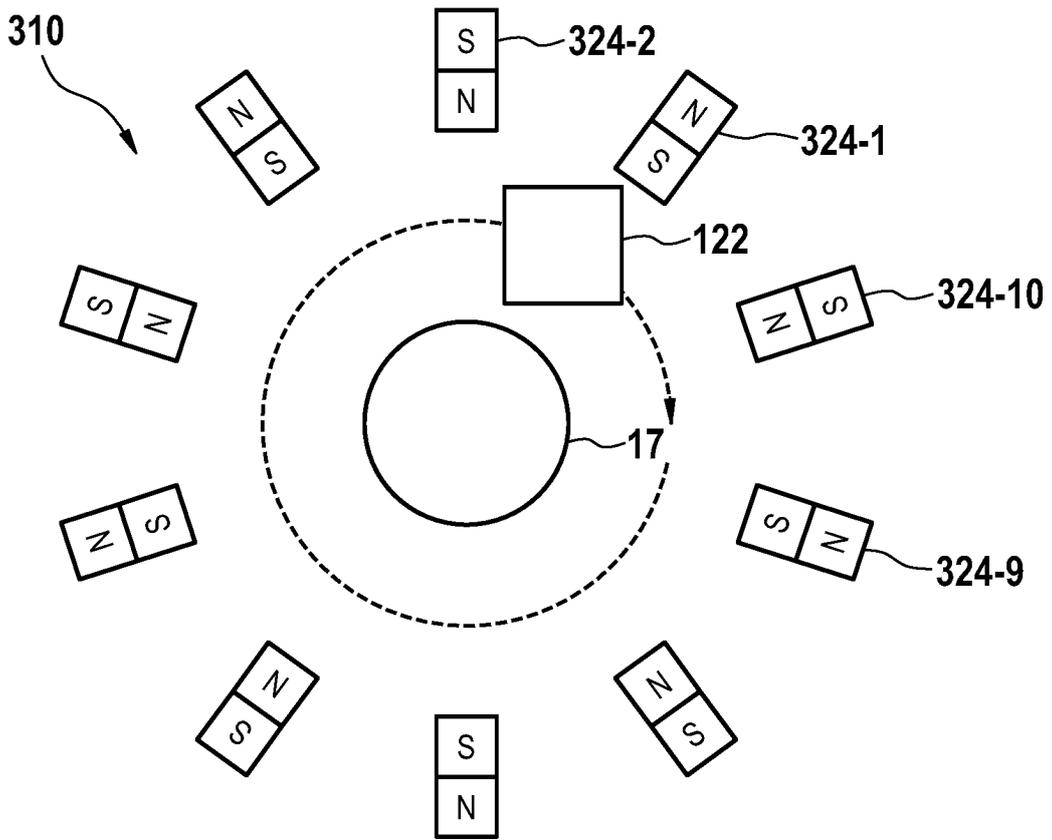


FIG. 10

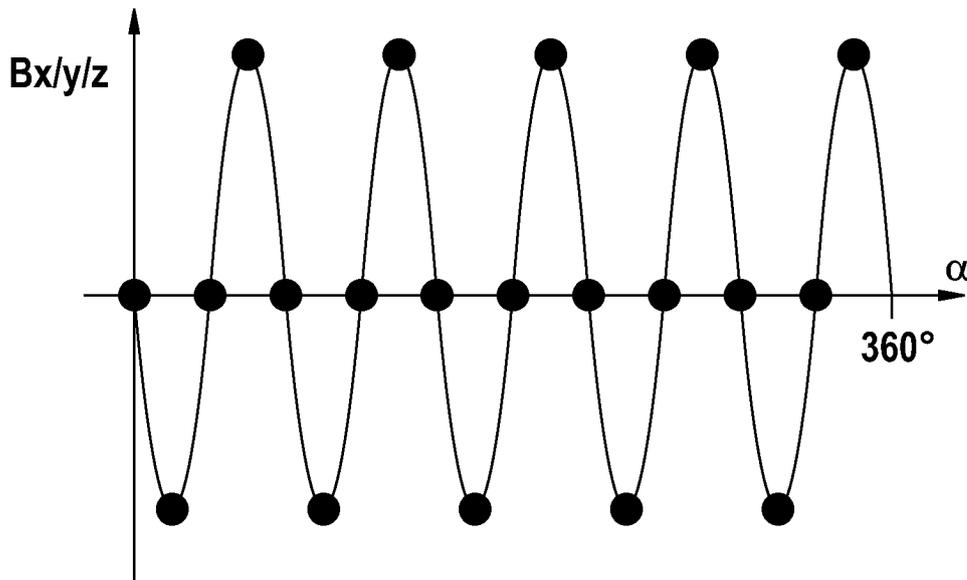


FIG. 11

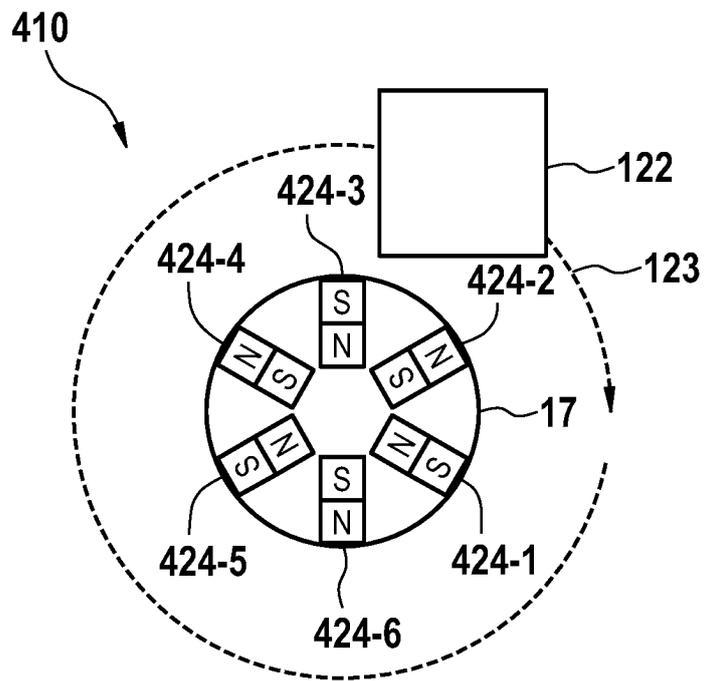


FIG. 12

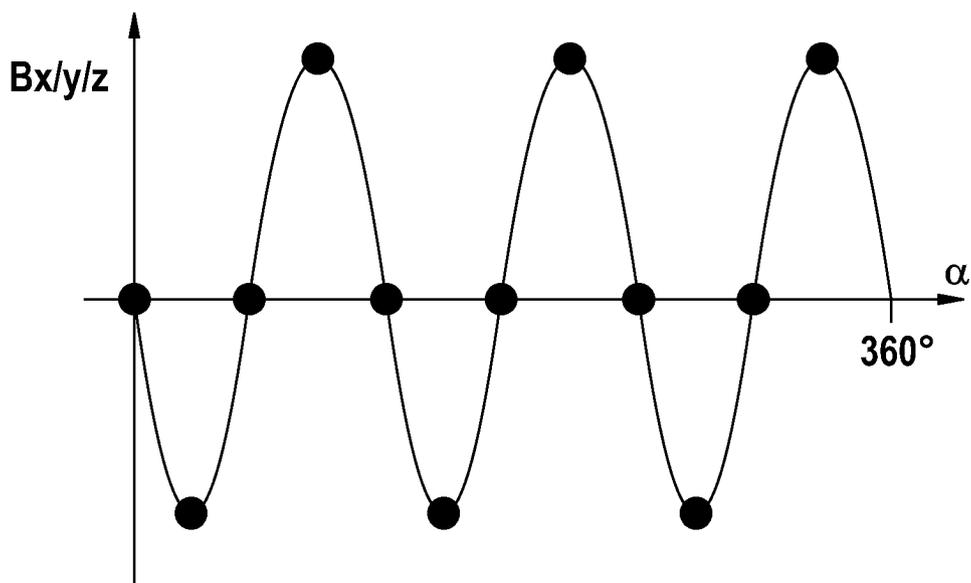


FIG. 13

	BX	BY	BZ
P1	Bxmin1-Bxmax1	Bymin1-Bymax1	Bzmin1-Bzmax1
P2	Bxmin2-Bxmax2	Bymin2-Bymax2	Bzmin2-Bzmax2
P3	Bxmin3-Bxmax3	Bymin3-Bymax3	Bzmin3-Bzmax3
P4	Bxmin4-Bxmax4	Bymin4-Bymax4	Bzmin4-Bzmax4
P5	Bxmin5-Bxmax5	Bymin5-Bymax5	Bzmin5-Bzmax5
P6	Bxmin6-Bxmax6	Bymin6-Bymax6	Bzmin6-Bzmax6
P7	Bxmin7-Bxmax7	Bymin7-Bymax7	Bzmin7-Bzmax7
P8	Bxmin8-Bxmax8	Bymin8-Bymax8	Bzmin8-Bzmax8
P9	Bxmin9-Bxmax9	Bymin9-Bymax9	Bzmin9-Bzmax9
PS	BxminS-BxmaxS	ByminS-BymaxS	BzminS-BzmaxS

FIG. 14

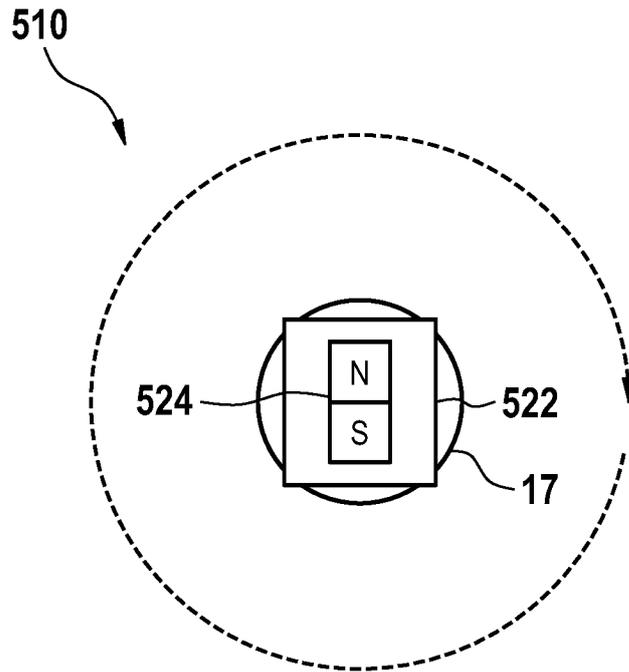


FIG. 15

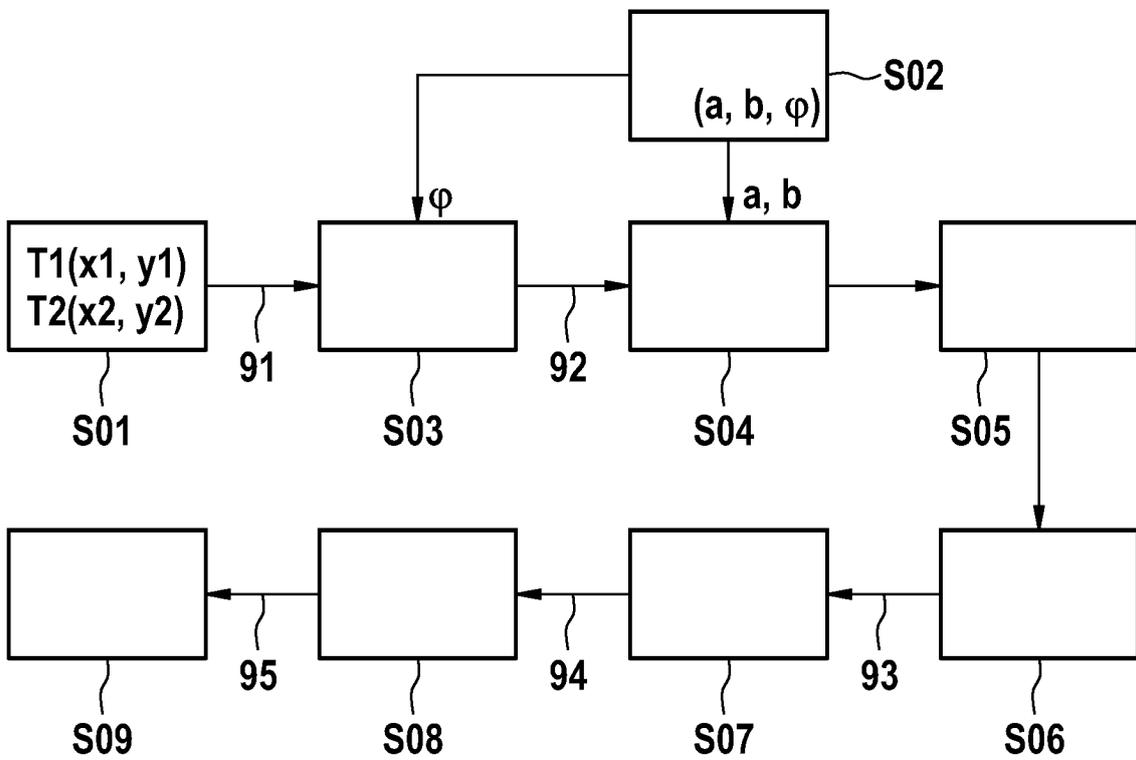


FIG. 16

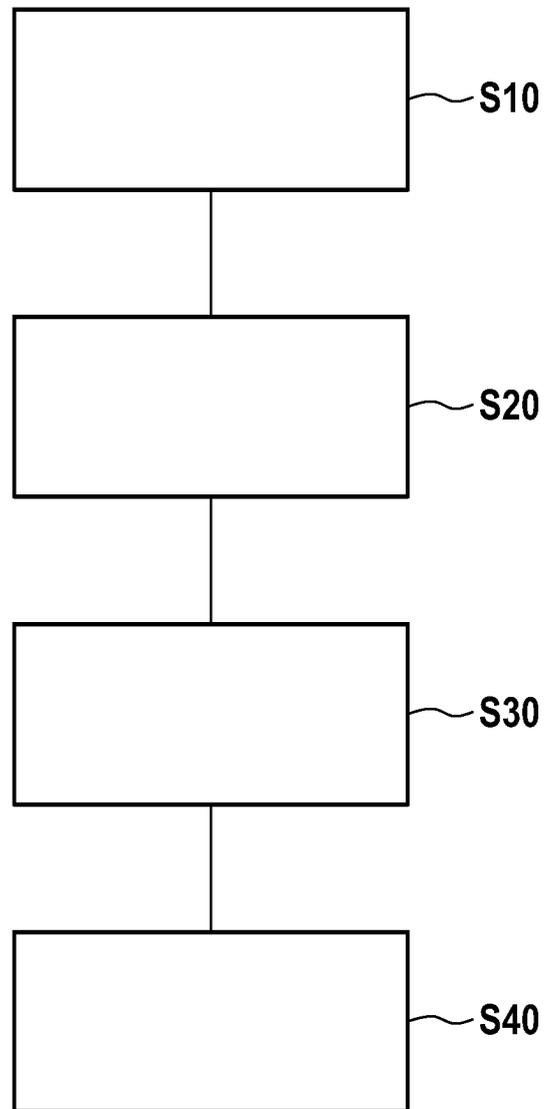


FIG. 17