



(10) **DE 10 2015 009 314 B4** 2017.05.18

(12)

## Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2015 009 314.2**  
 (22) Anmeldetag: **17.07.2015**  
 (43) Offenlegungstag: **19.01.2017**  
 (45) Veröffentlichungstag  
 der Patenterteilung: **18.05.2017**

(51) Int Cl.: **H01F 7/18 (2006.01)**  
**H01F 7/16 (2006.01)**  
**G05G 5/03 (2006.01)**  
**G06F 3/01 (2006.01)**  
**B60R 16/02 (2006.01)**

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

(73) Patentinhaber:  
**AUDI AG, 85057 Ingolstadt, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

(72) Erfinder:  
**Wachinger, Michael, 86571 Langenmosen, DE**

<b>DE</b>	<b>197 19 614</b>	<b>A1</b>
<b>DE</b>	<b>10 2012 105 148</b>	<b>A1</b>
<b>US</b>	<b>8 232 969</b>	<b>B2</b>
<b>US</b>	<b>2009 / 0 027 823</b>	<b>A1</b>
<b>US</b>	<b>2013 / 0 236 337</b>	<b>A1</b>
<b>WO</b>	<b>2015/ 047 343</b>	<b>A1</b>

(54) Bezeichnung: **Kraftfahrzeug-Bedienvorrichtung mit Aktor für haptische Rückmeldungen und Kraftfahrzeug mit Bedienvorrichtung**

(57) Hauptanspruch: Bedienvorrichtung (3) für ein Kraftfahrzeug (1), aufweisend:

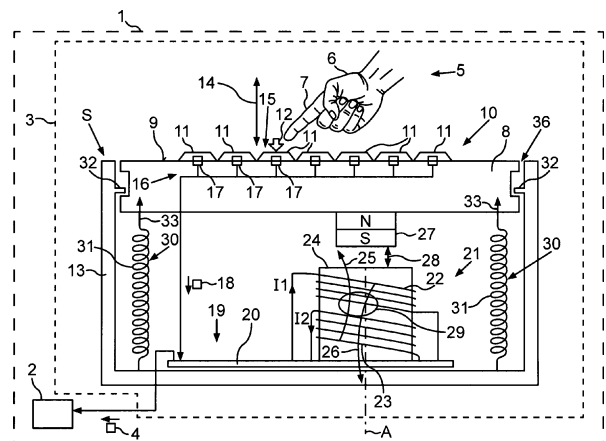
- ein Bedienteil (8), das bezüglich eines Gehäuses (13) der Bedienvorrichtung (3) bewegbar gelagert ist,
- ein ferromagnetisches Anker-element (27) als erstes Magnetelement und einen Elektromagnet (21) als zweites Magnetelement, wobei eines der Magnetelemente bezüglich des Bedienteils (8) und das andere der Magnetelemente bezüglich des Gehäuses (13) fest angeordnet ist,
- eine Steuereinrichtung (19), die dazu eingerichtet ist, den Elektromagneten (21) zu bestromen, wodurch dieser ein das Anker-element (27) zumindest teilweise durchdringendes Magnetfeld (29) erzeugt, welches auf das Anker-element (27) eine Magnetkraft (28) ausübt und hierdurch das Bedienteil (8) bewegt, wobei

der Elektromagnet (21) zum Erzeugen des Magnetfelds (29) sowohl eine erste elektrische Spule (22) als auch eine davon elektrisch getrennte zweite elektrische Spule (23) aufweist, wobei die erste Spule (22) und die zweite Spule (23) koaxial zueinander angeordnet sind und wobei die Steuereinrichtung (19) dazu eingerichtet ist, einen ersten Strom (I1) in der ersten Spule (22) und unabhängig von dem ersten Strom (I1) einen zweiten Strom (I2) in der zweiten Spule (23) einzustellen, dadurch gekennzeichnet, dass

a) die Steuereinrichtung (19) dazu eingerichtet ist, das Magnetfeld (29) als Wechselfeld zum Vibrieren des Bedienteils (8) zu erzeugen, indem sie die erste Spule (22) in ersten Zeitintervallen (34) und die zweite Spule (23) in zweiten Zeitintervallen (35) mit ihrem jeweiligen Strom (I1, I2) bestromt, wobei sich die ersten Zeitintervalle (34) mit den

zweiten Zeitintervallen (35) nur teilweise oder gar nicht überschneiden, und/oder

b) die Steuereinrichtung (19) dazu eingerichtet ist, mittels des ersten Stroms (I1) in der ersten Spule (22) einen Daueranteil des Magnetfelds (29) zu erzeugen, welcher das Bedienteil (8) von einer Ruhelage (S) in eine Funktionslage bewegt und dauerhaft mit einer zur Funktionslage hin wirkenden Rückstellkraft beaufschlagt, und währenddessen mittels des zweiten Stromes (I2) der zweiten Spule (23) zeitweise eine Haptikbewegung des Bedienteils (8) durch einen Wechselanteil des Magnetfelds (29) zu bewirken.



**Beschreibung**

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Bedieneinrichtung für ein Kraftfahrzeug. Die Bedieneinrichtung weist ein bewegliches Bedienteil auf, beispielsweise eine Taste oder eine Tastenleiste. Um an dem Bedienteil eine haptische Rückmeldung für den Benutzer zu erzeugen, sind ein Elektromagnet und ein ferromagnetisches Anker-element bereitgestellt. Eine Steuereinrichtung kann den Elektromagneten bestromen, wodurch das Anker-element mit einer Magnetkraft beaufschlagt wird, die das Bedienteil bewegt. Der Elektromagnet weist hierzu eine elektrische Spule auf.

**[0002]** Eine Haptikerzeugung der genannten Art ist beispielsweise aus der WO 2015/047 343 A1 bekannt. Darin ist ein ferromagnetischer Stab beschrieben, der mittig auf einem Drehlager gelagert ist und an seinen beiden Enden von elektrischen Spulen jeweils mit einer Magnetkraft beaufschlagt werden kann. Durch Bestromen der Spulen kann eine Kipp-lage des Stabes eingestellt werden. Zum Verstärken des Effekts ist ein Dauermagnet mittig unter dem Stab angeordnet. Die beiden elektrischen Spulen sind auf einem gemeinsamen weichenmagnetischen Spulenkern angeordnet.

**[0003]** Aus der EP 1 400 997 A2 ist ein elektrischer Schalter bekannt, der durch einen Aktor in eine Vibrationsbewegung versetzt werden kann, sodass ein Benutzer bei einer Betätigung des Schalters eine haptische Rückmeldung spürt. Der Aktor kann beispielsweise eine Spulenwicklung mit einem darin gelagerten Anker sein.

**[0004]** Aus der DE 10 2008 046 102 A1 ist ein Bedienelement mit spezifischer haptischer Rückmeldung bekannt. Das Bedienelement kann auf zwei Schwingspulen gelagert sein, die ein mechanisches Rückmeldesignal aussenden. Sie können Biege-wellen in dem Bedienelement erzeugen. Hierdurch ergibt sich ein Rückmeldesignal, das haptisch und/oder akustisch wahrnehmbar ist.

**[0005]** Um im Stand der Technik die haptischen Rückmeldesignale zu variieren, muss entsprechend der Strom in den jeweiligen elektrischen Spulen variiert werden. Dies hat den Nachteil, dass eine entsprechend aufwendige elektrische Schaltung zum Variieren der Spulenströme nötig ist. Des Weiteren muss die jeweilige Spule der Elektromagneten für alle vorgesehenen Ströme ausgelegt sein, damit sie nicht überhitzt.

**[0006]** Aus der US 2009/0 027 823 A1 ist ein elektromagnetischer Aktuator bekannt, der zwei koaxial angeordnete elektrische Spulen aufweist, die mittels einer Schalteinrichtung abwechselnd in Reihe oder parallel geschaltet werden können.

**[0007]** Aus der DE 10 2012 105 148 A1 und der US 2013/0 236 337 A1 sind ebenfalls Aktuatoren mit Zwei-Spulensystemen bekannt.

**[0008]** Aus der US 8 232 969 B2 ist ein Touchpad bekannt, an welchem je nach Berührt unterschiedliche haptische Effekte erzeugt werden.

**[0009]** Aus der DE 197 19 614 A1 ist ein elektrisches Schaltgetriebe bekannt.

**[0010]** Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, bei einer Bedieneinrichtung eine Haptikbewegung des beweglichen Bedienteils mit technisch einfachen Mitteln zu variieren.

**[0011]** Die Aufgabe wird durch die Gegenstände der unabhängigen Patentansprüche gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind durch die Merkmale der abhängigen Patentansprüche gegeben.

**[0012]** Erfindungsgemäß wird die Aufgabe gelöst, indem ein Elektromagnet mit zwei oder mehr als zwei Wicklungseinheiten oder elektrischen Spulen bereitgestellt wird. Hierzu stellt die Erfindung eine Bedieneinrichtung für ein Kraftfahrzeug bereit. Ein Bedienteil der Bedieneinrichtung ist bezüglich eines Gehäuses der Bedieneinrichtung bewegbar gelagert. Das Bedienteil kann in der beschriebenen Weise als Taste oder Tastenleiste oder Touchpad ausgestaltet sein. Das Bedienteil kann also eine Bedienoberfläche aufweisen, die ein Benutzer berühren kann, um die Bedieneinrichtung zu bedienen.

**[0013]** Des Weiteren sind ein ferromagnetisches Anker-element und ein Elektromagnet bereitgestellt. Das ferromagnetische Anker-element kann als Dauermagnet oder als weichmagnetischer Körper ausgestaltet sein. Unter weichmagnetisch wird hier insbesondere ein Körper aus einem Material verstanden, das eine Koerzitivfeldstärke kleiner als 1000 Ampere pro Meter aufweist. Das Anker-element und der Elektromagnet stellen jeweils ein Magnetelement der Bedieneinrichtung dar. Eines der beiden Magnetelemente ist bezüglich des Bedienteils und das andere der Magnetelemente ist bezüglich des Gehäuses fest angeordnet. Eine Steuereinrichtung ist dazu eingerichtet, den Elektromagneten zu bestromen. Hierdurch erzeugt der Elektromagnet ein Magnetfeld, welches das Anker-element zumindest teilweise durchdringt. Das Magnetfeld übt hierdurch auf das Anker-element eine Magnetkraft aus, die das Bedienteil bewegt. Die Steuereinrichtung kann beispielsweise einen Transistor oder mehrere Transistoren zum Schalten von Strömen aufweisen. Die Steuereinrichtung kann des Weiteren einen Mikrocontroller oder einen Mikroprozessor zum Steuern der Schaltvorgänge oder des Schaltens aufweisen.

**[0014]** Um nun unterschiedliche Bewegungen des Bedienteils mittels des Elektromagneten bewirken zu können, ist erfindungsgemäß vorgesehen, dass der Elektromagnet zum Erzeugen des Magnetfelds sowohl eine erste elektrische Spule als auch eine davon elektrisch getrennte zweite elektrische Spule aufweist. Die erste Spule und die zweite Spule sind koaxial zueinander angeordnet. Mit anderen Worten durchdringt das magnetische Spulenfeld einer der Spulen die jeweils andere Spule, selbst wenn die beiden Spulen nicht über einen weichmagnetischen Spulenkern gekoppelt sind. Ein Abstand der beiden Spulen zueinander beträgt dabei bevorzugt weniger als zwei Zentimeter, insbesondere weniger als ein Zentimeter. Die Steuereinrichtung ist dazu eingerichtet, in der ersten Spule einen ersten Strom und unabhängig von dem ersten Strom einen zweiten Strom in der zweiten Spule einzustellen. Mit anderen Worten ist die Steuereinrichtung dazu eingerichtet, die beiden elektrischen Spule unabhängig voneinander mit einem jeweiligen Spulenstrom oder kurz Strom zu betreiben. Durch das unabhängige Einstellen der jeweiligen Ströme fließen also durch die erste Spule und die zweite Spule gleichzeitig und/oder abwechselnd ein jeweiliger Strom. Natürlich kann erfindungsgemäß auch vorgesehen sein, mehr als zwei Spulen in dem Elektromagneten vorzusehen, die dann jeweils in der beschriebenen Weise elektrisch voneinander getrennt und unabhängig voneinander durch die Steuereinrichtung mit einem jeweiligen Strom betreibbar oder bestrombar sind.

**[0015]** Durch die Erfindung ergibt sich der Vorteil, dass durch technisch einfach zu realisierendes Schalten des ersten Stroms und des zweiten Stroms das auf das Ankerelement einwirkende, resultierende Magnetfeld verändert wird und sich hierdurch eine einstellbare Magnetkraft auf das Bedienteil ergibt, die das Bedienteil entsprechend anders bewegt. Durch das Vorsehen von zwei Spulen oder mehr als zwei Spulen kann also durch einfache Schaltvorgänge bewirkt werden, dass das Bedienteil in Abhängigkeit von den geschalteten jeweiligen Strömen der Spulen eine andere Bewegung ausführt und/oder mit einer anderen Magnetkraft beschleunigt wird. Somit ergibt sich eine technisch einfach zu realisierende Variation der Haptikbewegungen des Bedienteils.

**[0016]** Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung ist die Steuereinrichtung dazu eingerichtet, das Magnetfeld als Wechselmagnetfeld zum Vibrieren des Bedienteils zu erzeugen. Hierbei bestromt die Steuereinrichtung die erste Spule in zeitlich voneinander getrennten ersten Zeitintervallen und die zweite Spule in zeitlich voneinander getrennten zweiten Zeitintervallen mit ihrem jeweiligen Strom, also dem ersten Strom in der ersten Spule und dem zweiten Strom in der zweiten Spule. Die ersten Zeitintervalle überschneiden sich mit den zweiten Zeitintervallen nur teilweise oder gar nicht. Jede der beiden Spu-

len wird also mittels einer Pulsweitenmodulation des jeweiligen Stroms bestromt oder durchflossen. Die Spulen werden hierbei abwechselnd bestromt. Indem sich dabei die Zeitintervalle, in denen die jeweilige Spule bestromt wird, teilweise überschneiden, kann der beschriebene Effekt aus Restmagnetfeld und ver-ringerndem Gegenmagnetfeld erzeugt werden. Hierdurch kann ein Richtungswechsel der Magnetkraft am Bedienteil erzeugt oder hervorgerufen werden, der insbesondere besonders schnell oder hochfrequent ist.

**[0017]** Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung ist die Steuereinrichtung dazu eingerichtet, mittels des ersten Stroms in der ersten Spule einen Daueranteil des Magnetfelds zu erzeugen, welcher das Bedienteil von einer Ruhelage in eine Funktionslage bewegt. Die Ruhelage weist das Bedienteil auf, wenn es durch den Benutzer unberührt ist und wenn der Elektromagnet stromlos ist. Die Funktionslage ist diejenige Lage, in welcher sich das Bedienteil befindet, wenn es vom Benutzer unbetätigt ist, aber durch den Daueranteil des Magnetfelds mit einer Rückstellkraft beaufschlagt wird, die zur Funktionslage hin wirkt. Hierdurch kann das Bedienteil beispielsweise schwebend in der Funktionslage gehalten werden. Die Funktionslage ist insbesondere diejenige Position des Bedienteils, die eingenommen wird, wenn das Bedienteil zum Empfangen einer Benutzerbetätigung aktiviert ist. Die Ruhelage ist bei inaktiver oder abgeschalteter Bedienvorrichtung eingenommen. Während also mittels der ersten Spule das Bedienteil in die Funktionslage gedrückt oder gezogen wird, wird durch die Steuereinrichtung mittels des zweiten Stromes der zweiten Spule zeitweise die Haptikbewegung des Bedienteils durch einen Wechselanteil des Magnetfelds bewirkt. Die zweite Spule wird also zum Erzeugen der Haptikbewegung genutzt. Hierdurch ergibt sich der Vorteil, dass die erste Spule für einen Dauerstrom zum Erzeugen des Daueranteils ausgelegt ist, während die zweite Spule optimiert für die Erzeugung der Haptikbewegung des Bedienteils ausgelegt sein kann.

**[0018]** Zu der Erfindung gehören auch optionale Weiterbildungen, durch deren Merkmale sich zusätzliche Vorteile ergeben.

**[0019]** Gemäß einer Weiterbildung sind die beiden Spulen auf einem gemeinsamen weichmagnetischen Körper angeordnet. Der weichmagnetische Körper kann beispielsweise als Eisenkern bereitgestellt sein. Durch die Weiterbildung ergibt sich der Vorteil, dass die einzelnen Magnetfelder der beiden Spulen in dem Eisenkern nicht nur überlagern, sondern zusätzlich das resultierende Magnetfeld durch die Permeabilität des weichmagnetischen Körpers verstärkt werden. Hierdurch wird die beschriebene Magnetkraft verstärkt.

**[0020]** Gemäß einer alternativen Weiterbildung sind die beiden Spulen jeweils als Flachspulen oder Spulenspulen aus Leiterbahnen einer Leiterplatte gebildet. Hierdurch ergibt sich eine besonders bauraumsparende Ausbildungsform.

**[0021]** Gemäß einer Weiterbildung sind die Spulen in Bezug auf ihre Bauweise unterschiedlich. Insbesondere sind die Spulen in zumindest einer der folgenden Eigenschaften unterschiedlich: der Anzahl der Windungen, einem Drahtdurchmesser des jeweiligen Spulendrahtes, einem Drahtmaterial des jeweiligen Spulendrahtes. Zusätzlich können auch die jeweiligen Relativlagen der Spulen zum Anker-element unterschiedlich sein. Hierdurch kann mittels jeder Spule eine andere Bewegung des Bedienteils verursacht werden, selbst wenn beide Spulen mit baugleicher Elektronik und/oder Elektrik angesteuert werden. Mit anderen Worten ergeben sich unterschiedliche Bewegungen des Bedienteils, selbst wenn der erste Strom und der zweite Strom einen gleichen zeitlichen Verlauf und/oder einen gleichen Amplitudenverlauf aufweisen.

**[0022]** Gemäß einer Weiterbildung ist eine Sensoreinrichtung bereitgestellt, die durch ein Sensorsignal eine Berührstelle signalisiert, an welcher ein Benutzer das Bedienteil berührt. Die Steuereinrichtung ist dazu eingerichtet, in Abhängigkeit von dem Sensorsignal eine Auswahl aus den folgenden drei Schaltmodi zu treffen: nur die erste Spule, nur die zweite Spule, beide Spulen werden mit ihrem jeweiligen Strom bestromt oder beaufschlagt. Jeder Schaltmodus bewirkt eine andere Bewegung des Bedienteils. Die Steuereinrichtung ist dazu eingerichtet, die Spulen gemäß dem ausgewählten Schaltmodus zu bestromen. Mit anderen Worten unterscheidet sich der haptische Effekt oder die Haptikbewegung des Bedienteils in Abhängigkeit von einer Berührstelle am Bedienteil. Hierdurch können verschiedene Schaltfunktionen auf dem Bedienteil auch durch eine unterschiedliche Haptik oder Haptikbewegung für den Benutzer spürbar gemacht werden, beispielsweise durch unterschiedlich große Bewegungsamplituden des Bedienteils. Es können auch verschiedene Schaltarten mit unterschiedlichen Haptikbewegungen unterstützt werden, beispielsweise ein Schieber und/oder eine Druckfunktion.

**[0023]** Gemäß einer Weiterbildung ist die Steuereinrichtung dazu eingerichtet, mittels des ersten Stroms ein erstes Teilmagnetfeld der ersten Spule und mittels des zweiten Stroms ein zweites Teilmagnetfeld der zweiten Spule zu erzeugen, wobei sich die beiden Teilmagnetfelder in dem Anker-element konstruktiv oder additiv zu dem resultierenden Magnetfeld überlagern. Somit wird das Magnetfeld aus den beiden Teilmagnetfeldern erzeugt, wobei die beiden Spulen hierbei das Magnetfeld verstärken. Hierdurch lässt sich das Anker-element beschleunigen oder abbrem-

sen, ohne dass hierzu insbesondere eine der beiden Spulen ein besonders großer Spulenstrom führen muss.

**[0024]** Gemäß einer Weiterbildung ist die Steuereinrichtung dazu eingerichtet, ein Restmagnetfeld, das von der ersten Spule aufgebaut worden ist und das eine Gegeninduktion in der ersten Spule bewirkt, zu verringern. Ein solches Restmagnetfeld verzögert in der ersten Spule einen Richtungswechsel des ersten Stroms. Mit anderen Worten lässt sich der erste Strom nicht schlagartig abschalten oder umschalten, da das Restmagnetfeld die Gegeninduktion erzeugt und hierdurch den ersten Strom nur exponentiell abklingen lässt. Dieses Restmagnetfeld wird bei der Weiterbildung verringert, indem mittels des zweiten Stroms in der zweiten Spule ein Gegenmagnetfeld erzeugt wird. Hierdurch wird das Restmagnetfeld schneller abgebaut als ohne das Gegenmagnetfeld. Somit kann ein Richtungswechsel des ersten Stroms schneller herbeigeführt werden als ohne das Gegenmagnetfeld. Hierdurch lassen sich Wechsel in der Richtung der auf das Bedienteil wirkenden Magnetkraft bewirken und insbesondere beschleunigen.

**[0025]** Die Bedienvorrichtung ist selbstverständlich in vorteilhafter Weise auch dazu ausgelegt, in Abhängigkeit von einer benutzerseitigen Betätigung des Bedienteils ein Steuersignal für zumindest ein Gerät des Kraftfahrzeugs zu erzeugen. Mit anderen Worten lässt sich also selbstverständlich mittels der Bedienvorrichtung zumindest ein Gerät des Kraftfahrzeugs bedienen.

**[0026]** In diesem Zusammenhang sieht die Erfindung auch ein Kraftfahrzeug mit zumindest einem Gerät vor. Bei dem zumindest einem Gerät kann es sich beispielsweise jeweils um ein Infotainmentsystem (Informations-Unterhaltungssystem), eine Klimaanlage oder eine Telefonanlage handeln. Des Weiteren weist das erfindungsgemäße Kraftfahrzeug eine Ausführungsform der erfindungsgemäßen Bedienvorrichtung auf. Die Bedienvorrichtung ist mit dem zumindest einen Gerät gekoppelt, wobei die Steuereinrichtung der Bedienvorrichtung dazu eingerichtet ist, in Abhängigkeit von einer benutzerseitigen Betätigung des Bedienteils ein Steuersignal zu erzeugen und das erzeugte Steuersignal an das zumindest eine Gerät auszusenden. Die Betätigung des Bedienteils ist insbesondere Berührung und/oder eine Beaufschlagung einer Bedienoberfläche des Bedienteils mit einer Bedienkraft durch den Benutzer. Diese Betätigung kann beispielsweise durch die beschriebene Sensoreinrichtung erfasst werden, die hierzu beispielsweise Sensoren aufweisen kann, die beispielsweise durch kapazitive Sensoren bereitgestellt sein können. Hierdurch kann eine Annäherung an die Bedienoberfläche und/oder eine Berührung der Bedienoberfläche durch die Sensoreinrichtung sensiert und durch das Sensorsignal signalisiert werden.

**[0027]** Das erfindungsgemäße Kraftfahrzeug ist bevorzugt als Kraftwagen, insbesondere als Personenkraftwagen, ausgestaltet.

**[0028]** Im Folgenden ist ein Ausführungsbeispiel der Erfindung beschrieben. Hierzu zeigt:

**[0029]** Fig. 1 eine schematische Darstellung einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen Kraftfahrzeugs und

**[0030]** Fig. 2 ein Diagramm mit einem schematisierten Verlauf von Stromamplituden, wie sie sich bei einer Bedieneinrichtung des Kraftfahrzeugs von Fig. 1 ergeben können.

**[0031]** Bei dem im Folgenden erläuterten Ausführungsbeispiel handelt es sich um eine bevorzugte Ausführungsform der Erfindung. Bei dem Ausführungsbeispiel stellen die beschriebenen Komponenten der Ausführungsform jeweils einzelne, unabhängig voneinander zu betrachtende Merkmale der Erfindung dar, welche die Erfindung jeweils auch unabhängig voneinander weiterbilden und damit auch einzeln oder in einer anderen als der gezeigten Kombination als Bestandteil der Erfindung anzusehen sind. Des Weiteren ist die beschriebene Ausführungsform auch durch weitere der bereits beschriebenen Merkmale der Erfindung ergänzbar.

**[0032]** In den Figuren sind funktionsgleiche Elemente jeweils mit denselben Bezugszeichen versehen.

**[0033]** Fig. 1 zeigt ein Kraftfahrzeug 1, bei dem es sich beispielsweise um einen Kraftwagen, insbesondere einen Personenkraftwagen, handeln kann. Dargestellt sind ein Gerät 2 und eine Bedieneinrichtung 3 für das Gerät 2. Die Bedieneinrichtung 3 ist mit dem Gerät 2 gekoppelt, beispielsweise über einen CAN-Bus (CAN – Controller Area Network). Das Gerät 2 kann beispielsweise ein Infotainmentsystem, eine Klimaanlage, eine Telefonanlage oder eine Fahrwerksteuerung sein. Die Bedieneinrichtung 3 kann auch mit mehreren Geräten gekoppelt sein. Die Bedieneinrichtung 3 erzeugt zum Steuern des Geräts 2 ein Steuersignal 4 in Abhängigkeit von einer Betätigung der Bedieneinrichtung 3 durch einen Benutzer 5. Von dem Benutzer ist in der Figur nur eine Hand 6 mit einem Finger 7 dargestellt.

**[0034]** Zum Betätigen der Bedieneinrichtung 3 weist diese ein Bedienteil 8 auf, an dessen Bedienoberfläche 9 in dem gezeigten Beispiel beispielhaft eine Tastenleiste 10 mit mehreren Tasten 11 ausgestaltet sein kann. Der Benutzer 5 betätigt eine der Bedientasten 11, indem er mit dem Finger 7 die Bedienoberfläche 9 im Bereich der Taste 11 mit einer Bedienkraft 12 niederdrückt oder beaufschlägt. Das Bedienteil 8 ist beispielsweise bezüglich eines Gehäuses 13 der Bedieneinrichtung 3 bewegbar entlang einer Betäti-

gungsrichtung 14 gelagert. Die Betätigungsrichtung 14 ist beispielsweise senkrecht zur Bedienoberfläche 9 ausgerichtet, so dass die Bedienkraft 12 parallel oder zumindest teilweise parallel zur Betätigungsrichtung 14 wirkt und hierdurch das Bedienteil 8 in die Betätigungsrichtung 14 aus einer Nulllage S (in Fig. 1 dargestellt) ausgelenkt wird. Falls der Benutzer 5 das Bedienteil 8 mit der Bedienkraft 12 über eine der Tasten 11 niederdrückt oder die Taste 11 berührt, wird durch die Bedieneinrichtung 3 das Steuersignal 4 erzeugt. Hierbei erfolgt die Erzeugung des Steuersignals 4 in Abhängigkeit von der Berührstelle 15, also beispielsweise der berührten Taste 11. In Abhängigkeit von der berührten Taste 11 wird also das Steuersignal 4 erzeugt und an das Gerät 2 ausgesendet, so dass in dem Gerät 2 abhängig von dem Steuersignal 4 eine Gerätefunktion aktiviert oder ausgelöst wird.

**[0035]** In der Bedieneinrichtung 3 erfasst eine Sensoreinrichtung 16, welche Berührstelle 15 berührt worden ist, also beispielsweise welche Taste 11 berührt worden ist. Die Sensoreinrichtung 16 kann hierzu beispielsweise Sensoren 17 aufweisen, von denen jeder beispielsweise als kapazitiver Sensor ausgestaltet sein kann. In Fig. 1 sind der Übersichtlichkeit halber nur einige der Sensoren mit einem Bezugszeichen versehen. Die Berührstelle 15, also beispielsweise die berührte Taste 11, wird durch ein Sensorsignal 18 der Sensoreinrichtung 16 signalisiert.

**[0036]** Das Steuersignal 4 wird durch eine Steuereinrichtung 19 erzeugt, die beispielsweise auf der Grundlage einer Leiterplatte 20 realisiert sein kann, durch welche eine elektronische Schaltung realisiert sein kann. Die Leiterplatte 22 kann des Weiteren einen Mikrocontroller oder einen Mikroprozessor aufweisen, durch welchen eine Schaltlogik zum Erzeugen des Steuersignals 4 realisiert sein kann. Die Steuereinrichtung 19 empfängt das Sensorsignal 18.

**[0037]** Mit Erzeugen des Steuersignals 4 wird an der Bedienoberfläche 9 des Bedienteils 8 für den Benutzer 5 ein haptisches Rückmeldesignal oder ein taktiles Rückmeldesignal erzeugt, d. h. eine Haptikbewegung. Beispielsweise kann das Bedienteil 8 als Haptikbewegung vibrieren oder eine Stoßbewegung ausführen. Zum Erzeugen der Haptikbewegung des Bedienteils 8 ist eine Aktoreinrichtung 21 bereitgestellt, die durch die Steuereinrichtung 19 bei Erzeugen des Steuersignals 4 bestromt wird. Die Aktoreinrichtung 21 weist einen Elektromagneten 22 mit einer ersten elektrischen Spule 23 und einer zweiten elektrischen Spule 24 auf. Die beiden Spule 22, 23 sind koaxial entlang einer Achse A angeordnet. Durch das Bestromen kann die Spule 22 mit einem Spulenstrom I1 und/oder die Spule 23 mit einem Spulenstrom I2 beaufschlagt werden, so dass der jeweilige Strom I1, I2 durch die Spule 22, 23 fließt. Optional kann der Elektromagnet 21 auch einen Eisenkern 24 zur Verstärkung der durch den Spulenstrom I1 in der Spule 22

und des durch den Spulenstrom I2 in der Spule **23** jeweils erzeugten Magnetfelds **25**, **26** aufweisen. Die Magnetfelder **25**, **26** stellen jeweils ein Teilmagnetfeld dar.

**[0038]** Der Elektromagnet **21** ist bezüglich des Gehäuses **13** fest angeordnet. An dem Bedienteil **8** kann ein Dauermagnet **27** bereitgestellt sein, welcher von den Magnetfeldern **25**, **26** zumindest teilweise durchdrungen wird. Hier bewirkt eine Magnetkraft **28** auf den Dauermagneten **27**, wobei eine Richtung der Magnetkraft **28** von einer räumlichen Orientierung des magnetischen Gesamtmagnetfeld **29** aus den beiden Magnetfeldern **25**, **26** ist. Das Gesamtmagnetfeld **29** stellt ein resultierendes Magnetfeld oder Überlagerungsfeld dar. Der Dauermagnet **27** stellt ein Anker-element dar. Anstelle des Dauermagneten **27** kann auch ein weichmagnetischer Körper an dem Bedienteil **8** angeordnet sein. Dann wirkt die Magnetkraft **28** stets als Anziehungskraft hin zum Elektromagneten **21**.

**[0039]** Bei abgeschaltetem Elektromagneten **21** wird das Bedienteil **8** durch eine Rückstelleinrichtung **30** in die Nulllage S gedrückt oder gezogen. Die Rückstelleinrichtung **30** kann hierzu beispielsweise Federn **31** aufweisen, die beispielsweise als Druckfedern das Bedienteil **8** gegen zumindest ein Anschlagselement **32** drücken. Mit anderen Worten beaufschlagt die Rückstelleinrichtung **30** das Bedienteil **8** mit einer Rückstellkraft **33**, die zur Nulllage S hin wirkt. Die Steuereinrichtung **19** kann die Spulenströme E1, E2 in Abhängigkeit von dem Sensorsignal **18** auswählen oder einstellen. Jede Spule **22**, **23** stellt hierbei eine unabhängig von der jeweils anderen Spule **23**, **22** bestrombare oder beschaltbare Wicklungseinheit dar.

**[0040]** Der Elektromagnet **21** ist somit zur Ansteuerung des Bedienteils **8** für eine aktive Haptik oder eine Haptikbewegung mit zwei oder (in **Fig. 1** nicht dargestellt) mehr als zwei Wicklungseinheiten oder Spulen ausgestaltet. Diese werden von der Steuereinrichtung **19** auf der Leiterplatte **20** angesteuert. Dadurch lassen sich die verschiedensten haptischen Effekte erzeugen. Jeder Wicklung oder Spule **22**, **23** kann jeweils eine eigene, spezifische Haptikbewegung des Bedienelements **8** erzeugt werden. Kriterien dafür sind zum Beispiel die Anzahl der Wicklungen oder Windungen in jeder Spule **22**, **23**, der jeweilige Drahtdurchmesser des Spulendrahts, das Wicklungsmaterial jeder Spule **22**, **23** und/oder der Abstand der Spule **22**, **23** von dem Anker-element **27**. Beispielsweise können zwei verschiedene Schaltfunktionen auf dem Bedienteil **8** auch verschiedene Haptiken erhalten, beispielsweise eine erste Haptikbewegung und eine im Vergleich dazu schwächere Haptikbewegung, die also beispielsweise eine geringere Frequenz und/oder Amplitude aufweist. Falls das Bedienteil einen Schieber aufweist oder beispielsweise als Touchpad mit Schieberfunktion bereitgestellt ist, kann ein sol-

cher Schieber kombiniert werden mit einer Druckfunktion und hierbei für die Schieberfunktion einerseits und die Druckfunktion andererseits jeweils eine andere Haptikbewegung vorgesehen sein.

**[0041]** Die Wicklungseinheiten der Spulen **22**, **23** können auch dazu benutzt werden, um sehr schnelle Magnetfeldänderungen zu erzeugen. Um beispielsweise das Gesamtmagnetfeld **29** durch konstruktive Überlagerung der beiden Magnetfelder **25**, **26** zu erzeugen, können die erste Spule **22** und die zweite Spule **23** sich gegenseitig unterstützen, indem sie gleichgerichtete Magnetfelder **25**, **26** erzeugen (in **Fig. 1** nicht dargestellt). Dies kann dazu genutzt werden, um den Dauermagneten **27** besonders schnell zu beschleunigen oder diesen schnell abzubremesen.

**[0042]** Die Magnetfelder **25**, **26** können auch einander entgegenwirken, um hierdurch das Gesamtmagnetfeld **29** abzubauen. Zur Veranschaulichung dieses Effekts ist in **Fig. 2** beispielhaft dargestellt, wie über der Zeit t ein Strombetrag der Spulenströme I1, I2 verändert werden kann. Das Beispiel in **Fig. 2** zeigt, dass zunächst der Strom I1, und hierdurch das Gesamtmagnetfeld **29** die Magnetkraft **28** auf den Dauermagneten **27** ausübt. Soll nun der Strom I1 abgeschaltet werden und beispielsweise die Magnetkraft **28** umgeschaltet werden, so würde aufgrund der Induktivität des Elektromagneten **21** ohne die zweite Spule **23** der Strom I1 mit einem Verlauf abklingen, der hier als Verlauf I1' veranschaulicht ist. Grund dafür ist, dass zunächst die Energie des Magnetfelds **25** abgebaut werden muss. Dies geschieht durch eine Gegeninduktion in der ersten Spule **22**. Das Magnetfeld **25** stellt nach dem Abschalten des Stroms I1 ein Restmagnetfeld dar. Wird nun aber ein Gegenstrom in die Spule **23** durch die Steuereinrichtung **19** eingeprägt, so wird das Magnetfeld **25** durch das entgegengesetzt gerichtete Magnetfeld **26** (dargestellt in **Fig. 1**) geschwächt, sodass das Gesamtmagnetfeld **29** schneller abgebaut wird. Das Magnetfeld **26** stellt ein Gegenmagnetfeld dar. Hierdurch ergibt sich der in **Fig. 2** dargestellte Verlauf für den Spulenstrom I1. Dies kann dazu genutzt werden, um eine besonders schnelle Vibration des Dauermagneten **27** zu verursachen. Jeder Spulenstrom I1, I2 kann auch getaktet oder gestuft angesteuert werden, zum Beispiel mit einem PWM-Signal (PWM-Pulsweitenmodulation). Die beiden Spulenströme **34**, **35** sind dabei zu unterschiedlichen, sich nur teilweise überschneidenden Zeitintervallen **34**, **35** eingeschaltet.

**[0043]** Weiter kann zum Beispiel eine Wicklungseinheit oder Spule **23**, **24** dazu genutzt werden, um das Bedienteil **8** dauerhaft abzustößen oder anzuziehen und dadurch die Bedienoberflächen **9** aus einer Ruhelage in eine Funktionslage zu bringen. Im Beispiel von **Fig. 1** kann beispielsweise das Bedienteil **8** gegen die Rückstellkraft **33** nach unten, tiefer in das Gehäuse **13** gezogen werden, wo es dann die Funk-

tionslage aufweise würde. Die Funktionslage kann dem Benutzer **5** beispielsweise signalisieren, dass die Tastenleiste **10** aktiv ist, das heißt die Bedieneinrichtung **3** auf eine Betätigung einer der Tasten **11** mit der Erzeugung eines Steuersignals **4** reagieren wird. Bei dieser Ausführungsform wäre dann die gezeigte Nulllage **S** eine Ruhelage, in welcher die Bedieneinrichtung **3** ausgeschaltet oder deaktiviert wäre. Falls mit einer der Spulen **22**, **23** das Bedienteil **8** in die Funktionslage gebracht und dort gehalten wird, kann mit der zweiten Spule ausschließlich das Anziehen der Oberfläche oder Abstoßen der Oberfläche für die Erzeugung einer Haptikbewegung, d. h. eine Vibration oder einer stoßweisen Auslenkung, genutzt werden. Dies kann natürlich auch in umgekehrter Richtung erfolgen. Dadurch würde dann die Bedienhaptik durch das Abstoßen der Oberfläche erzeugt.

**[0044]** Der in **Fig. 1** dargestellte Aufbau dient nur als Prinzipiendarstellung. Die Anordnung kann auch anders erfolgen, sodass beispielsweise mittels der Magnetkraft **28** die Haptikbewegung des Bedienteils **8** seitlich, quer, vor, zurück, rauf und/oder runter eingestellt werden kann. Für eine Querbewegung kann ein Spaltmaß eines umlaufenden Spalts **36** zwischen Bedienteil **8** und Gehäuse **13** entsprechend eingestellt sein. Weiterhin können die Wicklungseinheiten der Spulen **22**, **23** auch direkt auf der Leiterplatte **20** als Leiterbahnen ausgeführt sein.

**[0045]** Insgesamt zeigt das Beispiel, wie durch die Erfindung ein Bedienteil mit aktiver Haptik, einem Permanentmagneten und einem Elektromagneten mit zwei oder mehr Windungseinheiten als Aktoreinrichtung bereitgestellt werden kann.

### Patentansprüche

1. Bedieneinrichtung (**3**) für ein Kraftfahrzeug (**1**), aufweisend:

- ein Bedienteil (**8**), das bezüglich eines Gehäuses (**13**) der Bedieneinrichtung (**3**) bewegbar gelagert ist,
- ein ferromagnetisches Anker-element (**27**) als erstes Magnetelement und einen Elektromagneten (**21**) als zweites Magnetelement, wobei eines der Magnetelemente bezüglich des Bedienteils (**8**) und das andere der Magnetelemente bezüglich des Gehäuses (**13**) fest angeordnet ist,
- eine Steuereinrichtung (**19**), die dazu eingerichtet ist, den Elektromagneten (**21**) zu bestromen, wodurch dieser ein das Anker-element (**27**) zumindest teilweise durchdringendes Magnetfeld (**29**) erzeugt, welches auf das Anker-element (**27**) eine Magnetkraft (**28**) ausübt und hierdurch das Bedienteil (**8**) bewegt, wobei der Elektromagneten (**21**) zum Erzeugen des Magnetfelds (**29**) sowohl eine erste elektrische Spule (**22**) als auch eine davon elektrisch getrennte zweite elektrische Spule (**23**) aufweist, wobei die erste Spule (**22**) und die zweite Spule (**23**) koaxial zueinander ange-

ordnet sind und wobei die Steuereinrichtung (**19**) dazu eingerichtet ist, einen ersten Strom (**I1**) in der ersten Spule (**22**) und unabhängig von dem ersten Strom (**I1**) einen zweiten Strom (**I2**) in der zweiten Spule (**23**) einzustellen,

**dadurch gekennzeichnet**, dass

a) die Steuereinrichtung (**19**) dazu eingerichtet ist, das Magnetfeld (**29**) als Wechselfeld zum Vibrieren des Bedienteils (**8**) zu erzeugen, indem sie die erste Spule (**22**) in ersten Zeitintervallen (**34**) und die zweite Spule (**23**) in zweiten Zeitintervallen (**35**) mit ihrem jeweiligen Strom (**I1**, **I2**) bestromt, wobei sich die ersten Zeitintervalle (**34**) mit den zweiten Zeitintervallen (**35**) nur teilweise oder gar nicht überschneiden, und/oder

b) die Steuereinrichtung (**19**) dazu eingerichtet ist, mittels des ersten Stroms (**I1**) in der ersten Spule (**22**) einen Daueranteil des Magnetfelds (**29**) zu erzeugen, welcher das Bedienteil (**8**) von einer Ruhelage (**S**) in eine Funktionslage bewegt und dauerhaft mit einer zur Funktionslage hin wirkenden Rückstellkraft beaufschlagt, und währenddessen mittels des zweiten Stroms (**I2**) der zweiten Spule (**23**) zeitweise eine Haptikbewegung des Bedienteils (**8**) durch einen Wechselanteil des Magnetfelds (**29**) zu bewirken.

2. Bedieneinrichtung (**3**) nach Anspruch 1, wobei die beiden Spulen (**22**, **23**) auf einem gemeinsamen weichmagnetischen Körper (**24**) angeordnet sind.

3. Bedieneinrichtung (**3**) nach Anspruch 1, wobei die beiden Spulen (**22**, **23**) jeweils als Flachspule aus Leiterbahnen einer Leiterplatte (**20**) gebildet sind.

4. Bedieneinrichtung (**3**) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Spulen (**22**, **23**) in Bezug auf ihre Bauweise unterschiedlich sind.

5. Bedieneinrichtung (**3**) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei eine Sensoreinrichtung (**16**) bereitgestellt ist, die durch ein Sensorsignal (**18**) eine Berührstelle (**15**), an welcher ein Benutzer (**5**) das Bedienteil (**8**) berührt, signalisiert, und wobei die Steuereinrichtung (**19**) dazu eingerichtet ist, in Abhängigkeit von dem Sensorsignal (**18**) eine Auswahl aus den folgenden Schaltmodi zu treffen: nur die erste Spule (**22**), nur die zweite Spule (**23**), beide Spulen (**22**, **23**) werden mit ihrem jeweiligen Strom (**I1**, **I2**) beaufschlagt, wobei die Steuereinrichtung (**19**) gemäß dem ausgewählten Schaltmodus die Spulen (**22**, **23**) zu bestromen eingerichtet ist und jeder Schaltmodus eine andere Bewegung des Bedienteils (**8**) bewirkt.

6. Bedieneinrichtung (**3**) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Steuereinrichtung (**19**) dazu eingerichtet ist, mittels des ersten Stroms (**I1**) ein erstes Teilmagnetfeld (**25**) der ersten Spule (**22**) und mittels des zweiten Stroms (**I2**) ein zweites Teilmagnetfeld (**26**) der zweiten Spule (**23**) zu erzeugen, wobei sich die beiden Teilmagnetfelder (**25**, **26**) in

dem Ankerelement (27) konstruktiv zu dem Magnetfeld (29) überlagern.

7. Bedieneinrichtung (3) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Steuereinrichtung (19) dazu eingerichtet ist, ein Gegeninduktion in der ersten Spule (22) bewirkendes Restmagnetfeld (25), das von der ersten Spule (22) aufgebaut worden ist, mittels des zweiten Stroms (I2) in der zweiten Spule (23) durch ein Gegenmagnetfeld (26) zu verringern.

8. Kraftfahrzeug (1) mit zumindest einem Gerät (2) und mit einer Bedieneinrichtung (3) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Bedieneinrichtung (3) mit dem zumindest einen Gerät (2) gekoppelt ist, wobei die Steuereinrichtung (19) der Bedieneinrichtung (3) dazu eingerichtet ist, in Abhängigkeit von einer benutzerseitigen Betätigung des Bedienteils (8) der Bedieneinrichtung (3) ein Steuersignal (4) zu erzeugen und an das zumindest eine Gerät (2) auszusenden.

Es folgen 2 Seiten Zeichnungen





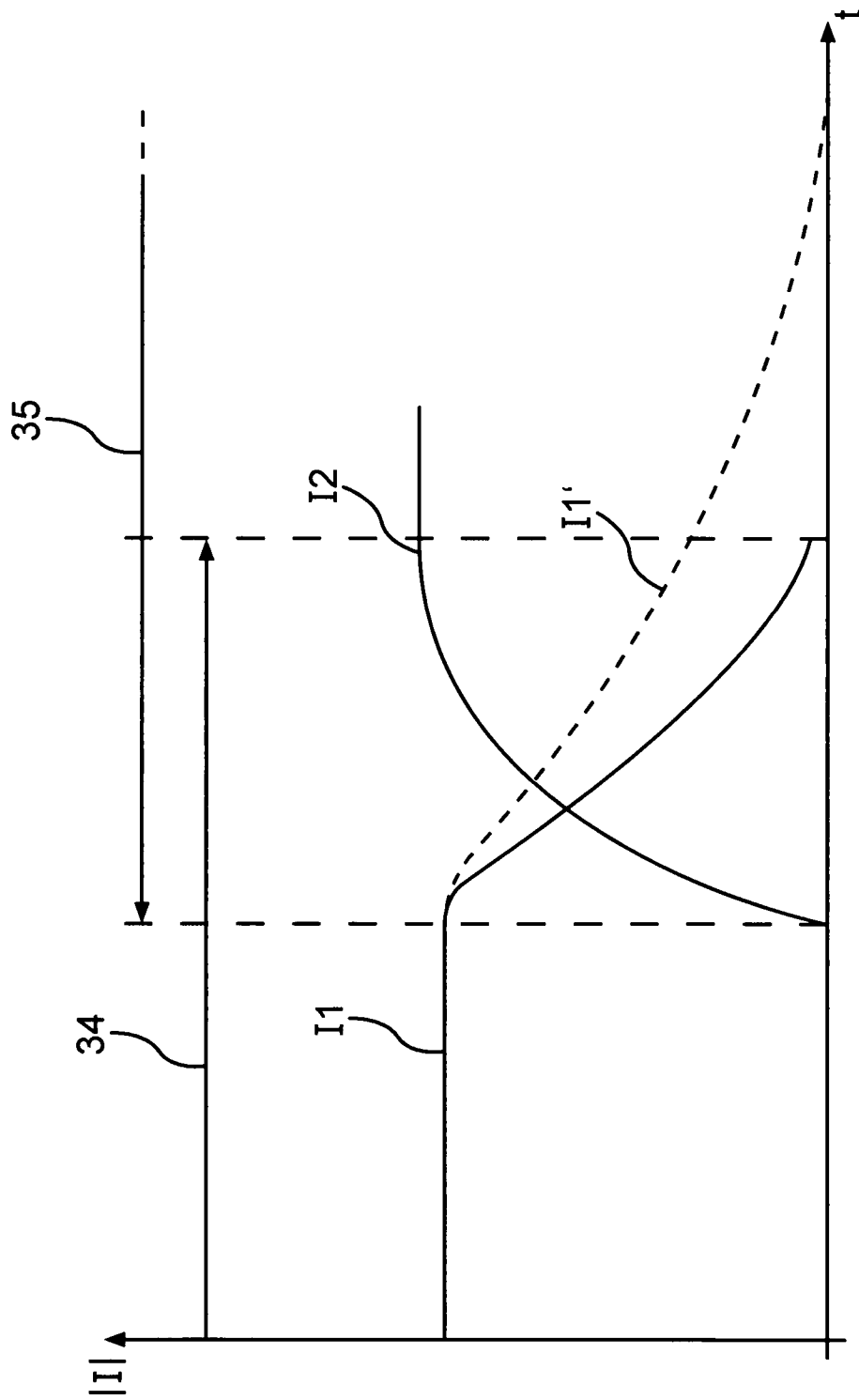


Fig.2