



(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2009 028 167.3**
(22) Anmeldetag: **31.07.2009**
(43) Offenlegungstag: **10.02.2011**

(51) Int Cl.⁸: **G01R 31/36** (2006.01)
G01R 15/18 (2006.01)

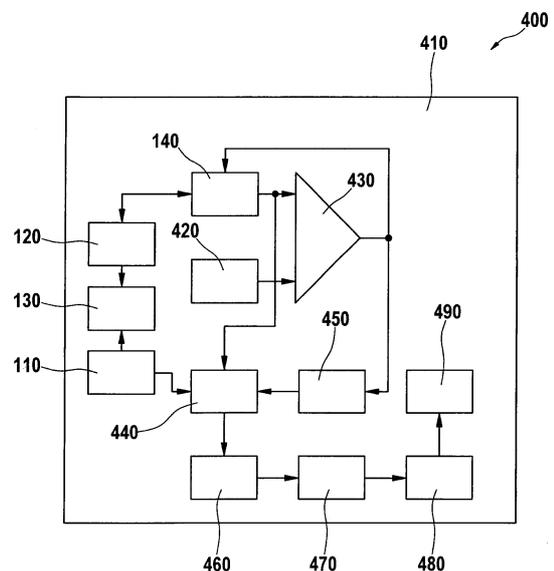
(71) Anmelder:
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

(72) Erfinder:
Wenzler, Axel, 71229 Leonberg, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Batteriesensor mit Fluxgate**

(57) Zusammenfassung: Ein Verfahren zum Bestimmen des Ladezustandes einer Batterie in einem Kraftfahrzeug umfasst Schritte des Beaufschlagens einer Spule mit einer Messspannung des zyklischen Umpolens der Messspannung, wenn der Betrag des durch die Spule fließenden Sekundärstroms einen vorbestimmten Schwellenwert übersteigt, des Abtastens des Sekundärstroms, des Rekonstruierens des Verlaufs des Sekundärstroms auf der Basis der abgetasteten Sekundärstromwerte und des Bestimmens des Ladezustandes auf der Basis des Verlaufs der Sekundärstromwerte.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Technik zur Bestimmung eines Ladezustands einer Batterie. Insbesondere betrifft die Erfindung ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Bestimmung des Ladezustands einer Batterie in einem Kraftfahrzeug mittels eines Fluxgate-Magnetometers.

Stand der Technik

[0002] Moderne Kraftfahrzeuge verfügen über eine Vielzahl von Subsystemen, die auf eine Versorgung mit elektrischem Strom angewiesen sind. Einige solcher Subsysteme, beispielsweise eine elektronische Wegfahrsperrung oder eine Alarmanlage, können auch Strom verbrauchen, wenn ein Antriebsmotor des Kraftfahrzeugs nicht in Betrieb ist und der erforderliche Strom von einer Bordbatterie aufgebracht wird. Häufig treten die genannten Subsysteme nur in gewissen Intervallen in Aktion, und verbringen die restliche Zeit in einem stromsparenden Modus. Um nach einer längeren Standzeit des Kraftfahrzeugs einen Ladezustand der Batterie zu garantieren, der ausreicht, um den Antriebsmotor mittels eines elektrischen Startermotors in Gang zu setzen, werden die Subsysteme in Abhängigkeit eines Ladezustandes der Batterie gesteuert. Für die Bestimmung des Ladezustandes sind unterschiedliche Techniken bekannt. Üblicherweise erfordern diese, den Verlauf des Batteriestroms in die Batterie bzw. aus der Batterie zu bestimmen. Aus dem Stromverlauf kann auf eine Aufladung oder Entladung der Batterie geschlossen werden, aus der sich der Ladezustand der Batterie ermitteln lässt.

[0003] Zur Vermeidung einer galvanischen Kopplung bei einer Strombestimmung des Batteriestroms wird mittels eines Fluxgate-Magnetometers ein Magnetfeld bestimmt, das in einem mit der Batterie verbundenen Leiterstück durch den Batteriestrom induziert wird. Aus dem Magnetfeld wird dann der Batteriestrom bestimmt. Zur Magnetfeldmessung wird ein weichmagnetischer Spulenkern, der dem Magnetfeld des Leiterstücks ausgesetzt ist, mittels einer Sekundärspule zyklisch in die magnetische Sättigung getrieben. Während bestimmter Abschnitte eines solchen Messzyklus entspricht der durch die Spule fließende Strom dem durch das Übertragungsverhältnis geteilten Batteriestrom.

[0004] DE 42 28 948 A1 zeigt einen solchen Stromsensor auf der Basis eines Fluxgate-Magnetometers. Die Zeitabschnitte jedes Messzyklus, in denen der Spulenkern die magnetische Sättigung erreicht hat, können für eine Bestimmung des Magnetfeldes bzw. des Batteriestroms nicht verwendet werden, so dass das Fluxgate-Magnetometer in diesen Zeitabschnitten „blind“ ist. Insbesondere bei elektrischen Verbrauchern mit periodisch veränderlicher Stromauf-

nahme können diese „blinden“ Zeitabschnitte zu unzutreffenden Bestimmungen des Batteriestroms führen.

Offenbarung der Erfindung

[0005] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine Technik anzugeben, eine Bestimmung eines Ladezustands einer Batterie in einem Kraftfahrzeug mittels eines Fluxgate-Magnetometers genauer und zuverlässiger zu machen. Die Aufgabe wird gelöst durch ein Verfahren nach Anspruch 1 und eine Vorrichtung nach Anspruch 8. Unteransprüche geben mögliche bzw. zweckmäßige Ausgestaltungen an.

[0006] Eine Spule, die mittels eines weichmagnetischen Spulenkerns mit einem vom Batteriestrom durchflossenen Leiterstück magnetisch gekoppelt ist, wird mit einer Messspannung beaufschlagt, bis ein durch die Spule fließender Sekundärstrom einen vorbestimmten Schwellenwert erreicht, was das Erreichen der magnetischen Sättigung des Spulenkerns anzeigt, woraufhin die Messspannung umgepolt wird. Erreicht der Sekundärstrom erneut den Schwellenwert, wird die Messspannung erneut umgepolt und ein Messzyklus ist vollständig durchlaufen. Während des Messzyklus wird der Sekundärstrom abgetastet und aus den Abtastungen wird der Verlauf des Sekundärstroms rekonstruiert. Der Ladezustand der Batterie wird anschließend auf der Basis des Verlaufs der Sekundärstromwerte bestimmt.

[0007] Durch das Rekonstruieren des Verlaufs des Sekundärstroms werden auch Schwankungen im Batteriestrom erfassbar, die sich zu Zeitpunkten ereignen, zu denen eine unmittelbare Messung mittels des beschriebenen Aufbaus eines Fluxgate-Magnetometers nicht möglich ist. Insbesondere bei einer Bestimmung des Verlaufs des Batteriestroms über eine Vielzahl von Messzyklen hinweg wird mit dem angegebenen Verfahren eine Bestimmung von Stromschwankungen des Batteriestroms mit sogenannten Aliasfrequenzen (auch: Schwebungsfrequenzen) vermieden, die entstehen können, wenn ein periodisch schwankender Batteriestrom periodisch abgetastet wird und die beiden Perioden nicht übereinstimmen.

[0008] Der Sekundärstrom kann mehr als zweimal pro Zyklus abgetastet werden, beispielsweise in jedem Halbzyklus wenigstens zweimal oder öfter. Durch den Schritt des Rekonstruierens kann jede Einzelmessung die Genauigkeit der Bestimmung des Magnetfeldes verbessern, so dass praktisch keine Obergrenze für die Anzahl der Abtastungen pro Zyklus existiert. Für eine Steigerung der Anzahl Abtastungen pro Zeiteinheit kann somit eine Zykluszeit konstant bleiben, so dass auf eine Anpassung der Messanordnung verzichtet werden kann.

[0009] Die Abtastungen können mit unterschiedlichen Zeitabständen durchgeführt werden. Mit einer geeignet durchgeführten Rekonstruktion lassen sich derart nicht äquidistant abgetastete Werte verarbeiten, so dass Abtastungen vorzugsweise in den Bereichen des Zyklus erfolgen, in denen der Informationsgewinn durch die Abtastung maximiert ist. Dies ist beispielsweise in den Zeitabschnitten der Fall, in denen sich der weichmagnetische Spulenkern nicht in der magnetischen Sättigung befindet.

[0010] Das Rekonstruieren kann nur auf der Basis von Abtastungen durchgeführt werden, die außerhalb eines vorbestimmten zeitlichen Bereichs um die Zeitpunkte des Umpolens der Messspannung erhoben wurden. Das Umpolen der Messspannung erfolgt, wenn sich der weichmagnetische Spulenkern in der magnetischen Sättigung befindet. In einem gewissen zeitlichen Bereich um diesen Zeitpunkt liefert der Wert des Sekundärstroms keine verwertbare Information über das zu bestimmende Magnetfeld bzw. den das Magnetfeld hervorrufenden Batteriestrom. Abtastungen in diesem Bereich können daher mangels Informationsgewinn unterbleiben, oder in diesem Bereich vorgenommene Abtastungen können verworfen werden, so dass der Schritt des Rekonstruierens des Verlaufs des Sekundärstroms nur Abtastungen zur Basis hat, die auf den Batteriestrom hinweisen.

[0011] Mit der beschriebenen Technik lassen sich insbesondere periodische Batteriestromschwankungen erfassen, die durch Subsysteme des Kraftfahrzeugs hervorgerufen werden, die periodisch aktiviert sind.

[0012] Abtastzeitpunkte können auf der Basis einer zeitlichen Zyklusdauer eines vorangegangenen Zyklus bestimmt werden. In Abhängigkeit einer Reihe von Parametern, beispielsweise einem Betrag des Batteriestroms oder einer herrschenden Temperatur, kann ein Messzyklus unterschiedlich lange dauern, wobei zeitlich aufeinander folgende Messzyklen üblicherweise nur eine geringe Abweichung ihrer Zyklusdauern aufweisen. Die Länge eines Messzyklus liegt üblicherweise im Bereich von 2 bis 5 ms.

[0013] Der Ladezustand kann zusätzlich auf der Basis der Batteriespannung bestimmt werden, wobei die Batteriespannung zeitgleich mit dem Sekundärstrom abgetastet werden kann und der Verlauf der Batteriespannung auf der Basis der abgetasteten Batteriespannungswerte in entsprechender Weise bestimmt werden kann. Auf diese Weise kann garantiert werden, dass der rekonstruierte Verlauf der Batteriespannung und der rekonstruierte Verlauf des Batteriestroms miteinander synchronisiert sind, so dass aus unterschiedlich zeitlichen Bezügen keine Bestimmungsfehler resultieren. In einer alternativen Ausführungsform können abgetastete Batteriespan-

nungswerte auch mittels eines Zeitgliedes zeitlich so verzögert werden, dass sie den entsprechenden Sekundärstromwerten nach der Rekonstruktion des Sekundärstromverlaufs zugeordnet werden können. Eine solche Verzögerung kann um eine statisch vorbestimmte Zeitdauer oder dynamisch um die jeweils zur vollständigen Rekonstruktion erforderliche Zeitdauer erfolgen.

[0014] Die genannte Technik kann in Form eines Anwender-spezifischen IC (ASIC) implementiert sein. Die Spule, der Spulenkern und die beschriebene Vorrichtung können in einer separaten Baugruppe integriert sein.

[0015] Die Abtastungen können mittels einer Ablaufsteuerung zeitlich gesteuert sein. Insbesondere können die Zeitpunkte von Abtastungen von der Ablaufsteuerung auf der Basis einer zeitlichen Zyklusdauer eines vorangegangenen Zyklus bestimmt werden.

[0016] Im Folgenden wird die Erfindung anhand der beiliegenden Figuren genauer erläutert, in denen

[0017] [Fig. 1](#) eine Messanordnung zum Bestimmen eines Batteriestroms nach dem Prinzip der magnetischen Kompensation;

[0018] [Fig. 2](#) einen zeitlichen Verlauf des Sekundärstroms im Fluxgate-Magnetometer aus [Fig. 1](#);

[0019] [Fig. 3](#) eine schematische Darstellung einer Vorrichtung zur Bestimmung des Ladezustands einer Batterie mit Hilfe des Fluxgate-Magnetometers aus [Fig. 1](#); und

[0020] [Fig. 4](#) ein Ablaufdiagramm eines Verfahrens zur Bestimmung des Ladezustands der Batterie aus [Fig. 1](#) darstellt.

[0021] [Fig. 1](#) zeigt eine Messanordnung **100** zur Bestimmung eines Batteriestroms (Primärstroms) **IP** einer Batterie **110**. Eine Spule **120** ist um einen torusförmigen Spulenkern **130**, durch den ein Leiterstück zur Batterie **110** führt, gewickelt. Nicht dargestellte Verbraucher sind oberhalb der Darstellung mit der Batterie **110** verbunden. Zwei Anschlüsse der Spule **120** führen zu einer H-Schaltung **140**. Diese umfasst die vier Schalter **S1** bis **S4**, die derart miteinander synchronisiert sind, dass entweder nur **S1** und **S3** oder nur **S2** und **S4** geschlossen sind, so dass eine Messspannung U_{mess} einer Messspannungsquelle **150** in normaler oder umgekehrter Polarität an die Spule **120** angelegt ist. An jedem der Messwiderstände (Shunts) **R1** bis **R4** fällt eine Spannung ab, die für den durch die Spule **120** fließenden Sekundärstrom **IS** charakteristisch ist. In der Praxis ist nur einer der Widerstände **R1** bis **R4** als Shunt ausgeführt, die an-

deren sind durch Leiterstücke ersetzt.

[0022] Das Prinzip einer Messung mittels der Messanordnung **100** wird nun anhand von [Fig. 2](#) erläutert, die einen zeitlichen Verlauf **200** des Sekundärstroms IS der Spule **120** aus [Fig. 1](#) illustriert. In [Fig. 2](#) ist in vertikaler Richtung der Sekundärstrom IS und in horizontaler Richtung eine Zeit t angetragen. Der dargestellte Verlauf **200** entspricht einem Messzyklus; nach diesem wiederholt sich der Ablauf.

[0023] Um den Spulenkern **130** ist ein Übertrager auf gebaut, dessen Primärwicklung aus dem mit der Batterie **110** verbundenen Leiterstück (Primärwicklungszahl: 1) und dessen Sekundärwicklung aus der Spule **120** (Sekundärwicklungszahl: üblicherweise 500–1000) besteht. Der Übertrager hat ein Übertragungsverhältnis entsprechend dem Verhältnis der Wicklungszahlen, also z. B. 1:500 bis 1:1000. Der Batteriestrom IP erzeugt in dem mit der Batterie **110** verbundenen Leiterstück ein Magnetfeld im Bereich des weichmagnetischen Spulenkerns **130**. Der Sekundärstrom IS durch die Spule **120** soll nun so eingestellt werden, dass das mittels der Spule **120** hervorgerufene Magnetfeld das durch den Primärstrom erzeugte Magnetfeld genau kompensiert. Dann entspricht der Sekundärstrom IS, multipliziert mit dem Übertragungsverhältnis, dem Batteriestrom IP.

[0024] Nach Anlegen der Messspannung U_{mess} an die Spule **120** zum Zeitpunkt t_0 verhält sich die Spule **120** wie eine große Induktivität, während sie ein Magnetfeld aufbaut, und der durch sie fließende Sekundärstrom IS steigt langsam an. Zum Zeitpunkt t_2 ist das aufgebaute Magnetfeld so groß, dass sich der Spulenkern **130** in der magnetischen Sättigung befindet, und die Spule **120** verhält sich wie eine kleine Induktivität, das heißt, der Sekundärstrom IS steigt schnell weiter. Zum Zeitpunkt t_3 , erreicht der Sekundärstrom IS eine vorbestimmte Schwelle, und die H-Schaltung **140** wird angesteuert, die an der Spule **120** anliegende Messspannung umzupolen.

[0025] Die Spule **120** verhält sich dann wieder wie eine kleine Induktivität, und der Sekundärstrom IS steigt mit geändertem Vorzeichen wieder langsam an, bis der Spulenkern **130** zum Zeitpunkt t_5 in der entgegen gesetzten Richtung vollständig magnetisiert ist und in die magnetische Sättigung eintritt. Daraufhin verhält sich die Spule **120** wieder wie eine kleine Induktivität und der durch sie fließende Sekundärstrom IS steigt betragsmäßig schnell weiter. Zum Zeitpunkt t_6 hat der Betrag des Sekundärstroms IS den Schwellenwert wieder erreicht und die H-Schaltung **140** wird angesteuert, die Messspannung U_{mess} an der Spule **120** erneut umzupolen.

[0026] Derjenige Sekundärstrom IS, der zur gesuchten Kompensation von Magnetfeldern im Spulenkern **130** führt, ist jeweils in der Mitte derjenigen

Bereiche des Verlaufs **200** des Sekundärstroms IS zu finden, in denen sich die Spule **120** wie eine große Induktivität verhält, also zu den Zeitpunkten t_1 und t_4 . Ein betragsmäßiger Unterschied zwischen den Sekundärstromwerten IS zwischen den Zeitpunkten t_1 und t_4 ist durch eine Hysterese der um den Spulenkern **130** gewickelten Spule **120** bedingt. Der Mittelwert zwischen den beiden Sekundärstromwerten IS, multipliziert mit dem Übertragungsverhältnis, entspricht somit dem Batteriestrom IP.

[0027] Abtastungen des Sekundärstroms IS, die in den Zeitabschnitten t_0 – t_2 bzw. t_3 – t_5 stattfinden, können aufgrund der Linearität des Verlaufs **200** in diesen Bereichen dazu verwendet werden, die Bestimmung des Sekundärstroms IS zu den Zeitpunkten t_1 und t_4 zu verbessern. In den Zeitabschnitten t_2 – t_3 und t_5 – t_6 , in denen sich der Spulenkörper **130** in der magnetischen Sättigung befindet, können keine für das zu bestimmende Magnetfeld aussagekräftige Abtastungen des Sekundärstroms IS durchgeführt werden.

[0028] Der Messzyklus von t_0 bis t_6 kann beispielsweise zu den folgenden Zeitpunkten zwölf Mal abgetastet werden:

[0,15; 0,20; 0,25; 0,30; 0,35; 0,40; 0,65; 0,70; 0,75; 0,80; 0,85; 0,90]-Tzyklus;

wobei Tzyklus die Zeitdauer zwischen t_0 und t_6 bezeichnet, die näherungsweise auf der Basis einer zeitlichen Zyklusdauer eines vorangegangenen Zyklus bestimmt werden kann. Die Zeitpunkte [0,05; 0,10; 0,45; 0,50; 0,55; 0,60; 0,95], die zu einer äquidistanten Abtastung des Verlaufs **200** fehlen, befinden sich in den Bereichen der magnetischen Sättigung t_2 – t_3 und t_5 – t_6 , so dass auf eine Abtastung verzichtet wird.

[0029] Die auf diese Weise nicht äquidistant abgetasteten Werte des Sekundärstroms IS können im Rahmen einer anschließenden Verarbeitung zunächst so umgewandelt werden, dass sie gleiches Vorzeichen aufweisen, wie der Batteriestrom IP. Anschließend können die abgetasteten Werte um die Hysterese der um den Spulenkern **130** gewickelten Spule **120** und um die linearen Abweichungen im ersten Messabschnitt t_0 – t_2 und im zweiten Messabschnitt t_3 – t_5 kompensiert werden. Als Zwischenergebnis stehen dann eine Reihe nicht äquidistant abgetasteter Sekundärstromwerte IS bereit, die auf einem Batteriestrom IP zu unterschiedlichen Messzeitpunkten hinweisen. Um auch Änderungen des Batteriestroms IP zu erfassen, die in den Bereichen t_2 – t_3 und t_5 – t_6 liegen, werden die nunmehr vorliegenden Abtastwerte einer Signalrekonstruktion unterzogen, die periodische Signale zwischen den Abtastzeitpunkten rekonstruiert. Somit kann ein Verlauf des Sekundärstroms IS bereitgestellt werden, der dem tatsächlichen Batteriestrom IP auch über die „blinden“ Abschnitte t_2 – t_3 und t_5 – t_6 sehr gut folgt. Aus diesem

Verlauf kann mit hoher Zuverlässigkeit auf einen Ladezustand der Batterie **110** geschlossen werden.

[0030] Das Rekonstruieren kann periodische Anteile des Verlaufs des Sekundärstroms unterhalb einer vorbestimmten Maximalfrequenz abbilden. Beispielsweise kann das in der DE 10 2005 060 874 A1 offenbarte Verfahren zur echtzeitfähigen Rekonstruktion eines nicht-äquidistant abgetasteten analogen Signals für das Rekonstruieren verwendet werden. Bei diesem Verfahren werden eine Anzahl von Filtern bereitgestellt, die jeweils einen periodischen Teil des ursprünglichen Signals rekonstruieren. Die rekonstruierbare Maximalfrequenz des Signals richtet sich nach der Art bzw. Anzahl der Filter sowie der Anzahl der Abtastungen pro Messzyklus.

[0031] **Fig. 3** zeigt ein Verfahren **300** zum Bestimmen des Ladezustandes einer Batterie mit der Messanordnung **100** aus **Fig. 1**. In einem Schritt **305** befindet sich das Verfahren im Startzustand. In einem Schritt **310** wird die Messspannung U_{mess} an die Spule **120** angelegt. Nachfolgend werden in einem Schritt **315** der Sekundärstrom I_S und die Batteriespannung der Batterie **110** abgetastet. Zeitpunkte für diese Abtastungen können auf der Basis einer Zyklusdauer eines vorangegangenen Messzyklus bestimmt werden, beispielsweise als vorbestimmte relative Zeitpunkte (5%, 10%, ... der Zyklusdauer). Der abgetastete Sekundärstrom wird zweierlei ausgewertet. Einerseits wird der Sekundärstrom I_S in einem Schritt **320** mit einem Schwellenwert verglichen und in einem Schritt **325** überprüft, ob der Sekundärstrom den Schwellenwert überschritten hat. Ist dies der Fall, so wird in einem Schritt **330** die Messspannung umgepolt. Aus den Schritten **325** oder **330** kehrt das Verfahren zum Schritt **315** zurück und durchläuft erneut.

[0032] Andererseits werden in einem Schritt **335** die im Schritt **315** abgetasteten Werte des Sekundärstroms I_S gesammelt. In einem Schritt **340** wird sodann bestimmt, ob genügend Abtastwerte vorliegen. Dies ist üblicherweise der Fall, wenn Abtastwerte eines kompletten Messzyklus vorliegen. Ist dies nicht der Fall, kehrt das Verfahren zum Schritt **335** zurück und sammelt weitere Abtastwerte. Sind im Schritt **340** genügend Werte gesammelt, so werden in einem folgenden Schritt **345** die gesammelten Werte des Sekundärstroms I_S vorverarbeitet, indem sie vorzeichengleich gemacht, um die Hysterese des Übertragers und bezüglich des linearen Verlaufs im Bereich t_0-t_2 bzw. t_3-t_5 kompensiert werden. Eine Vorverarbeitung der unmittelbar messbaren Batteriespannung kann entfallen. Anschließend werden in einem Schritt **350** Verläufe des Sekundärstroms I_S und der Batteriespannung aus den abgetasteten Werten rekonstruiert. Schließlich wird in einem Schritt **355** auf der Basis der rekonstruierten Verläufe der Ladezustand der Batterie **110** bestimmt.

[0033] **Fig. 4** zeigt eine schematische Darstellung **400** einer Vorrichtung zur Bestimmung des Ladezustands einer Batterie mittels der Messanordnung **100** aus **Fig. 1**. Die an Bord eines Kraftfahrzeugs **410** befindliche Vorrichtung umfasst die Batterie **110**, die Spule **120**, den Spulenkern **130** und die H-Schaltung **140** aus **Fig. 1**. Die Elemente **110** bis **140** sind entsprechend der Messanordnung **100** in **Fig. 1** miteinander verbunden. Darüber hinaus umfasst die Vorrichtung einen Schwellenwertgeber **420**, einen Komparator **430**, einen Abtaster **440**, eine Abtaststeuerung **450**, eine Verarbeitungseinrichtung **460**, einen Tiefpass **470**, eine Bestimmungseinrichtung **480**, sowie eine Energiesteuerung **490**. Der Komparator **430** ist mit der H-Schaltung **140** und dem Schwellenwertgeber **420** verbunden und bestimmt, ob ein von der H-Schaltung **140** bereitgestellter Sekundärstrom I_S den Schwellenwert überschreitet oder nicht. Ein entsprechendes Signal stellt er der Abtaststeuerung **450** und der H-Schaltung **140** zur Verfügung, woraufhin die H-Schaltung **140** die Messspannung U_{mess} an der Spule **120** in Abhängigkeit des Signals umpolt. Der Abtaster **440** ist mit einem der Messwiderstände R_1 bis R_4 an der H-Schaltung **140** verbunden und erhält von diesem ein Signal, das auf den Sekundärstrom I_S hinweist. Ferner ist der Abtaster **440** mit der Batterie **110** verbunden und bezieht von dieser ein Signal, das auf die Batteriespannung hinweist. Außerdem ist der Abtaster **440** mit der Abtaststeuerung **450** verbunden, um Abtastungen wie oben ausgeführt zu vorbestimmten Zeitpunkten durchzuführen.

[0034] Schließlich ist der Abtaster **440** auch mit der Verarbeitungseinrichtung **460** verbunden, und stellt dieser die Abtastwerte des Sekundärstroms I_S und der Batteriespannung bereit. Die Verarbeitungseinrichtung **460** ist dazu eingerichtet, die oben mit Bezug auf **Fig. 2** und **Fig. 3** ausgeführte Verarbeitung der Abtastwerte, insbesondere die Rekonstruktion des Verlaufs des Sekundärstroms I_S durchzuführen. Die Verarbeitungseinrichtung **460** ist mit dem Tiefpass **470** verbunden und stellt diesem die rekonstruierten Verläufe bereit. Der Tiefpass **470** ist mit der Bestimmungseinrichtung **480** verbunden und stellt dieser geglättete Verläufe bereit. Die Bestimmungseinrichtung **480** stellt über eine Verbindung mit der Energiesteuerung **490** einen von ihr bestimmten Ladezustand der Batterie **110** bereit. Die Energiesteuerung **490** ist dazu eingerichtet, einzelne Verbraucher an Bord des Kraftfahrzeugs **410** in Abhängigkeit des bestimmten Ladezustands der Batterie **110** in ihrem Energieverhalten zu beeinflussen, beispielsweise durch Verändern eines Aktivitäts- oder Ruheintervalls oder durch Deaktivieren.

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

- DE 4228948 A1 [0004]
- DE 102005060874 A1 [0030]

Patentansprüche

1. Verfahren (**300**) zum Bestimmen des Ladezustandes einer Batterie (**110**) in einem Kraftfahrzeug (**410**), folgende Schritte umfassend:

- Beaufschlagen einer Spule mit einer Messspannung;
- zyklisches Umpolen (**330**) der Messspannung, wenn der Betrag des durch die Spule fließenden Sekundärstroms einen vorbestimmten Schwellenwert übersteigt;
- Abtasten (**315**) des Sekundärstroms;
- Rekonstruieren (**350**) des Verlaufs des Sekundärstroms auf der Basis der abgetasteten Sekundärstromwerte; und
- Bestimmen (**355**) des Ladezustandes auf der Basis des Verlaufs der Sekundärstromwerte.

2. Verfahren (**300**) nach Anspruch 1, wobei der Sekundärstrom mehr als 2-mal pro Zyklus abgetastet wird.

3. Verfahren (**300**) nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Abtastungen mit unterschiedlichen Zeitabständen ausgeführt werden.

4. Verfahren (**300**) nach Anspruch 3, wobei das Rekonstruieren (**350**) nur auf der Basis von Abtastungen durchgeführt wird, die außerhalb eines vorbestimmten zeitlichen Bereichs um die Zeitpunkte des Umpolens der Messspannung erhoben wurden.

5. Verfahren (**300**) nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei das Rekonstruieren (**350**) periodische Anteile des Verlaufs des Sekundärstroms unterhalb einer vorbestimmten Maximalfrequenz abbildet.

6. Verfahren (**300**) nach einem der vorangehenden Ansprüche, ferner umfassend den Schritt des Bestimmens (**315**) von Abtastzeitpunkten auf der Basis einer zeitlichen Zyklusdauer eines vorangegangenen Zyklus.

7. Verfahren (**300**) nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei der Ladezustand mit folgenden Schritten zusätzlich auf der Basis der Batteriespannung bestimmt wird:

- Abtasten (**315**) der Batteriespannung zeitgleich mit dem Sekundärstrom;
- Rekonstruieren (**350**) des Verlaufs der Batteriespannung auf der Basis der abgetasteten Batteriespannungswerte.

8. Vorrichtung (**300**) zur Bestimmung des Ladezustandes einer Batterie (**110**) in einem Kraftfahrzeug (**410**), umfassend:

- eine Messspannungsquelle (**150**) zum Beaufschlagen einer Spule mit einer Messspannung;
- eine Vergleichseinrichtung (**430**) zum Vergleichen

des Betrags des durch die Spule fließenden Sekundärstroms mit einem vorbestimmten Schwellenwert;

- eine Umpoleinrichtung (**S1–S4**) zum zyklischen Umpolen der Messspannung in Abhängigkeit vom Vergleichsergebnis;
- eine Abtasteinrichtung (**440**) zum Abtasten des Sekundärstroms;
- eine Verarbeitungseinrichtung (**460**) zum Rekonstruieren des Verlaufs des Sekundärstroms auf der Basis der abgetasteten Sekundärstromwerte; und
- eine Bestimmungseinrichtung (**480**) zum Bestimmen des Ladezustandes auf der Basis des Verlaufs der Sekundärstromwerte.

9. Vorrichtung (**300**) nach Anspruch 8, gekennzeichnet durch eine Abtaststeuerung (**450**) zur zeitlichen Steuerung der Abtastungen.

Es folgen 4 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

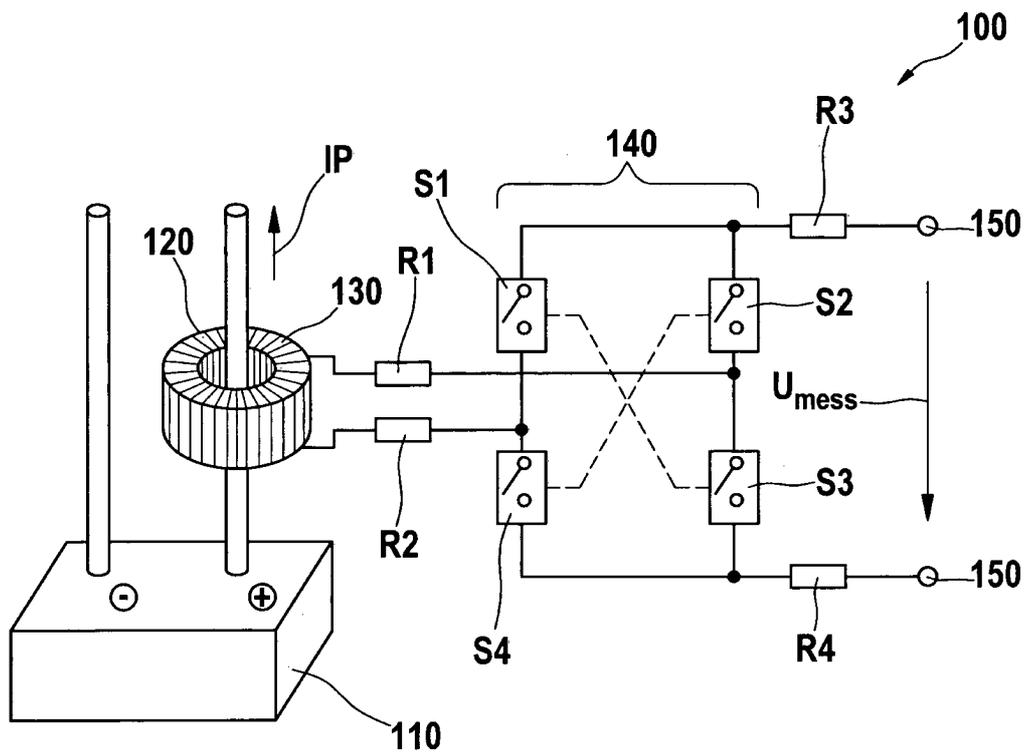


Fig. 1

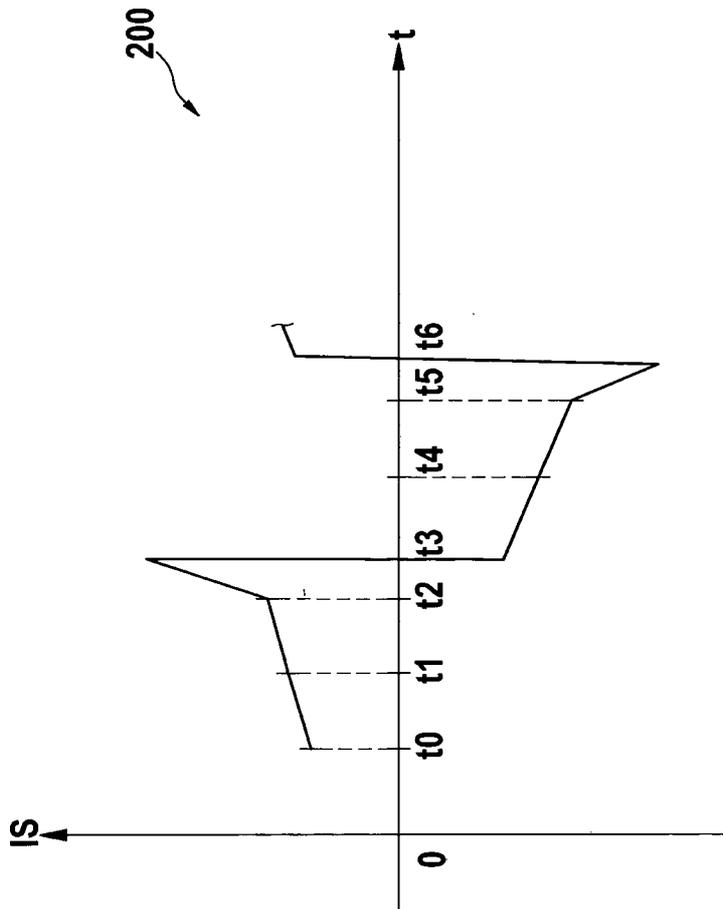


Fig. 2

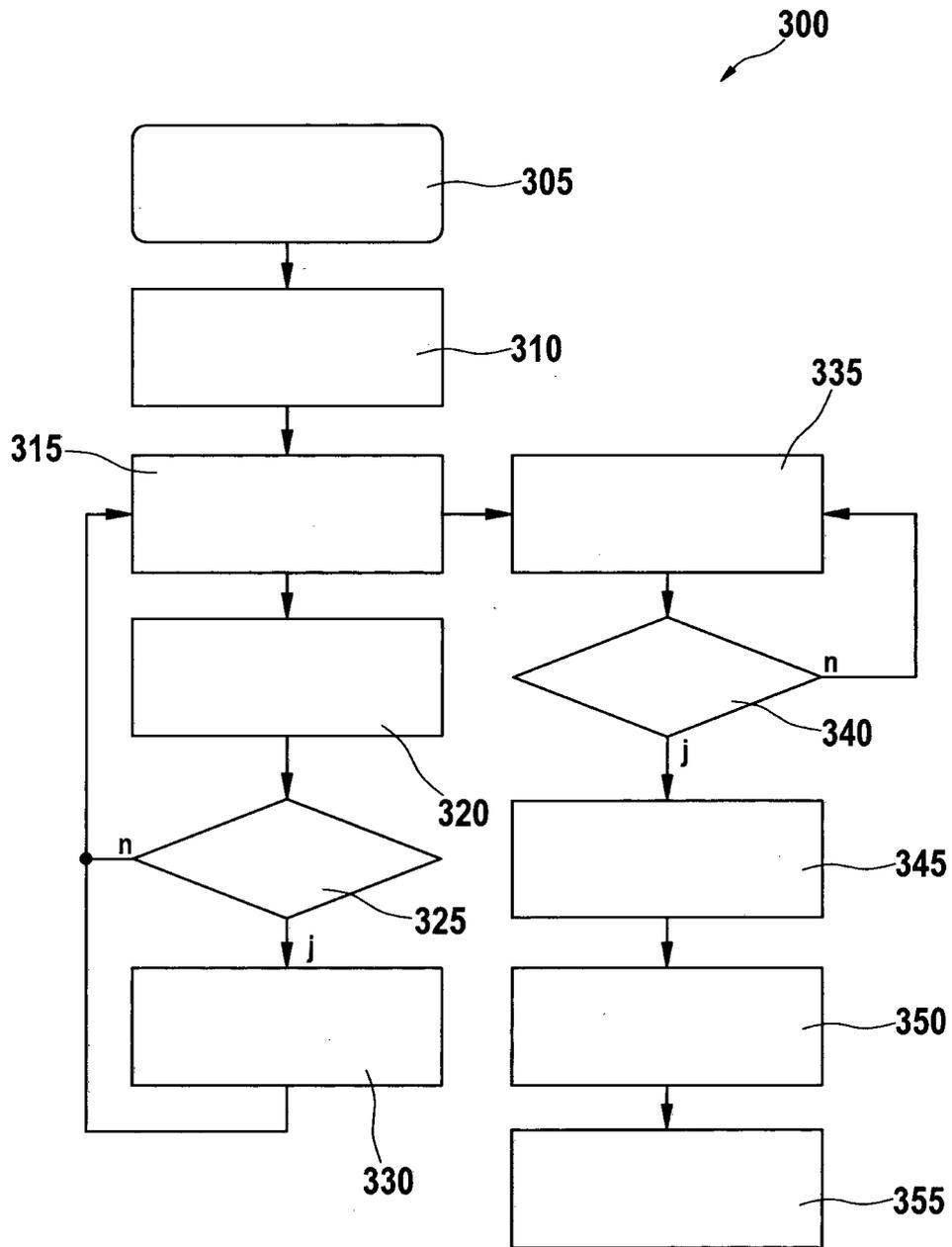


Fig. 3

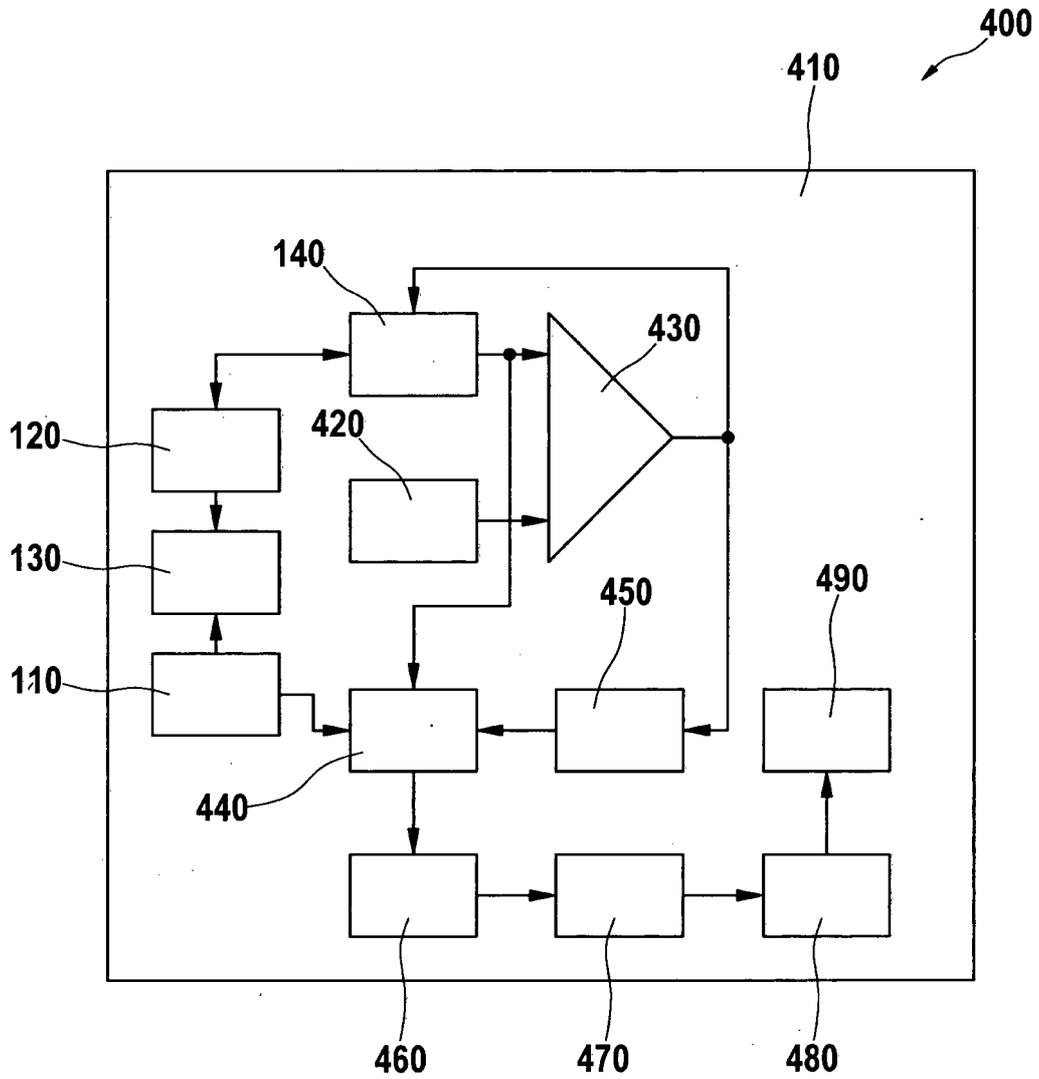


Fig. 4