



(10) **DE 10 2017 106 908 A9** 2017.12.14

(12) **Berichtigung der Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2017 106 908.9**

(22) Anmeldetag: **30.03.2017**

(43) Offenlegungstag: **05.10.2017**

(15) Korrekturinformation:

Beschreibung Absatz 0057

(48) Veröffentlichungstag der Berichtigung: **14.12.2017**

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

B25F 5/00 (2006.01)

H02J 7/00 (2006.01)

H01M 10/42 (2006.01)

(30) Unionspriorität:

2016-072237

31.03.2016

JP

(71) Anmelder:

MAKITA CORPORATION, Anjo, Aichi, JP

(74) Vertreter:

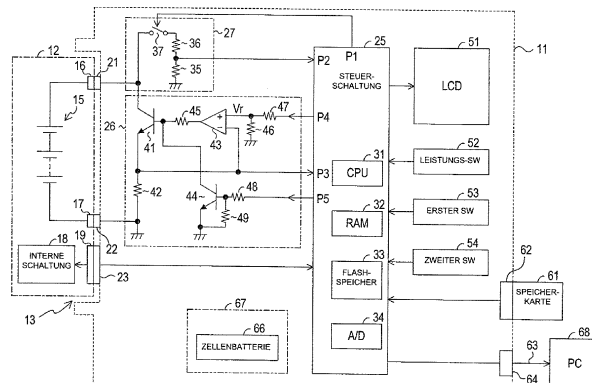
Kramer Barske Schmidtchen Patentanwälte PartG mbB, 80687 München, DE

(72) Erfinder:

Yamada, Toru, Anjo, Aichi, JP; Takahashi, Koji, Anjo, Aichi, JP

(54) Bezeichnung: **Prüfvorrichtung und Prüfverfahren für ein Batteriepack für eine elektrische Arbeitsmaschine**

(57) Zusammenfassung: Eine Prüfvorrichtung (11) für ein Batteriepack (12) für eine elektrische Arbeitsmaschine weist einen Verbinder (13), einen Entlader (26), eine Änderungsvorrichtung (25), eine Entladevorrichtung (25), einen Spannungswertdetektor (25, 27) und einen Berechner (25) auf. Die Änderungsvorrichtung (25) detektiert einen Nennspannungswert des mit dem Verbinder (13) verbundenen Batteriepacks (12) oder einen Spannungswert einer Batterie (15) in dem Batteriepack (12) und verringert eine Entladezeit der Batterie (15) und/oder einen Entladestromwert der Batterie (15) bei einem größeren detektierten Wert.



Die oben angegebenen bibliografischen Daten entsprechen dem aktuellen Stand zum Zeitpunkt der Veröffentlichung dieser Berichtigung.

Beschreibung**HINTERGRUND**

[0001] Die vorliegende Offenbarung betrifft die Prüfung von Batteriepacks für elektrische Arbeitsmaschinen.

[0002] Die JP 2000-121710 offenbart eine Technik, bei der eine Spannung einer wiederaufladbaren Batterie vor einer Pulsentladung und eine Spannung der wiederaufladbaren Batterie während der Pulsentladung detektiert werden und ein Innenwiderstandwert der wiederaufladbaren Batterie unter Verwendung eines Unterschieds zwischen diesen detektierten Batteriespannungen berechnet wird. Die Pulsentladung wird durch eine Konstantstromentladeschaltung durchgeführt. Die Konstantstromentladeschaltung weist einen Transistor zur Entladung auf, der zwischen einen positiven Elektrodenanschluss und einen negativen Elektrodenanschluss der wiederaufladbaren Batterie geschaltet ist, und durch Einschalten des Transistors wird eine Entladung bei einem konstanten Strom durchgeführt.

ZUSAMMENFASSUNG

[0003] Gemäß der zuvor beschriebenen Technik kann durch Verlängern einer Entladezeit der wiederaufladbaren Batterie oder Erhöhen eines Entladestroms eine Berechnungsgenauigkeit des Innenwiderstandswerts verbessert werden. Genauer gesagt ermöglicht eine längere Entladezeit eine Detektion einer Batteriespannung, die durch die Entladung verringert und ausreichend stabil geworden ist, und ermöglicht somit, dass der zuvor erwähnte Unterschied, der den Innenwiderstandswert angibt, genauer erhalten werden kann. Ein großer Entladestrom erhöht ein Ausmaß einer Verringerung der Spannung der wiederaufladbaren Batterie, was das Erhalten des zuvor beschriebenen Unterschieds, der den Innenwiderstandswert angibt, erleichtert.

[0004] Probleme, die im Folgenden beschrieben werden, können bei einer Prüfvorrichtung zum Detektieren eines Innenwiderstandswerts eines Batteriepacks für ein elektrisches Arbeitswerkzeug, genauer gesagt, eines Innenwiderstandswerts einer Batterie in dem Batteriepack, mit der zuvor beschriebenen Technik auftreten.

[0005] Eine Nennspannung eines Batteriepacks, genauer gesagt, eine Nennspannung einer Batterie, die in dem Batteriepack verbaut ist, kann in Abhängigkeit von einem Typ des Batteriepacks variieren. Eine Nennspannung ist ein Wert, der als eine ungefähre Spannung zwischen Anschlüssen spezifiziert ist, die erhalten wird, wenn eine Batterie unter Normalbedingungen verwendet wird, und ist für gewöhnlich auf einem Batteriepack angegeben.

[0006] Im Folgenden werden zwei Typen von Batteriepacks mit unterschiedlichen Nennspannungen als ein Beispiel betrachtet. Angenommen, dass die Entladezeit und der Entladestrom, um jeweilige Innenwiderstandswerte dieser Batteriepacks zu detektieren, dieselben sind, wird ein Leistungsverbrauch und eine Wärmeabfuhr des zuvor erwähnten Transistors größer sein, wenn der Innenwiderstandswert des Batteriepacks mit einer größeren Nennspannung detektiert wird, als wenn der Innenwiderstandswert des Batteriepacks mit einer kleineren Nennspannung detektiert wird. Dementsprechend sollte der Transistor basierend auf dem Batteriepack mit der größeren Nennspannung ausgewählt werden und entsprechende Wärmeableitungseigenschaften aufweisen. Somit muss ein großer Transistor mit einer sehr hohen Nennleistung verwendet werden, oder es muss eine große Wärmeableitungsrippe an dem Transistor angebracht werden, was die Größe einer Prüfvorrichtung erhöht.

[0007] Gemäß einem Aspekt der vorliegenden Offenbarung ist es wünschenswert, eine Technik bereitzustellen, die eine Verkleinerung einer Prüfvorrichtung für ein Batteriepack für eine elektrische Arbeitsmaschine ermöglicht.

[0008] Ein Aspekt der vorliegenden Offenbarung ist eine Prüfvorrichtung für ein Batteriepack für eine elektrische Arbeitsmaschine. Die Prüfvorrichtung weist einen Verbinder, einen Entlader, eine Änderungsvorrichtung, eine Entladevorrichtung, einen Spannungswertdetektor und einen Berechner auf. Der Verbinder ist zur Verbindung mit dem Batteriepack ausgebildet. Das Batteriepack weist eine Batterie mit einem positiven Elektrodenanschluss und einem negativen Elektrodenanschluss auf. Der Entlader weist einen Transistor auf, der zwischen den positiven Elektrodenanschluss und den negativen Elektrodenanschluss der Batterie in dem mit dem Verbinder verbundenen Batteriepack geschaltet wird, und der Entlader ist zum Entladen der Batterie über den Transistor ausgebildet. Die Änderungsvorrichtung ist zum Detektieren eines Nennspannungswerts des dem Verbinder verbundenen Batteriepacks oder eines Spannungswerts der Batterie in dem Batteriepack und zum Verringern einer Entladezeit der Batterie und/oder eines Entladestromwerts der Batterie bei einem größeren detektierten Wert, beispielsweise, wenn der detektierte Wert einen Schwellenwert überschreitet, oder in Abhängigkeit von einer Größe des detektierten Werts, ausgebildet. Die Entladevorrichtung ist zum Bewirken, dass der Entlader während der Entladezeit zum Entladen der Batterie während der Entladezeit betrieben wird. Der Spannungswertdetektor ist zum Detektieren eines ersten Spannungswerts und eines zweiten Spannungswerts ausgebildet. Der erste Spannungswert ist ein Spannungswert der Batterie, bevor die Entladevorrichtung das Entladen der Batterie beginnt. Der zwei-

te Spannungswert ist ein Spannungswert der Batterie während eines Entladens der Batterie. Der Berechner ist zum Berechnen eines Innenwiderstandswerts der Batterie basierend auf dem Entladestromwert und auf einem Unterschied zwischen dem ersten Spannungswert und dem zweiten Spannungswert, die durch den Spannungswertdetektor detektiert werden, ausgebildet.

[0009] Bei der wie oben beschrieben ausgebildeten Prüfvorrichtung können eine Leistungsaufnahme und eine Wärmeerzeugung des Transistors verringert werden, wenn der Innenwiderstandswert eines Batteriepacks mit einer hohen Nennspannung detektiert wird.

[0010] Somit kann ein kompakter Transistor mit einer niedrigen Nennleistung verwendet werden, oder eine Wärmeableitungsrippe, die an dem Transistor angebracht ist, kann verkleinert oder weggelassen werden. Demzufolge kann die Prüfvorrichtung verkleinert werden.

[0011] Wenn die Entladezeit auf eine festgelegte kurze Zeitdauer eingestellt ist und der Entladestromwert auf einen festgelegten kleinen Wert eingestellt ist, ist es wahrscheinlich, dass eine Genauigkeit einer Berechnung des Innenwiderstandswerts eines beliebigen Batteriepacks verringert wird.

[0012] Die zuvor beschriebene Prüfvorrichtung ermöglicht jedoch, eine Verringerung einer Genauigkeit einer Berechnung für ein Batteriepack mit einer niedrigen Nennspannung zu vermeiden. Mit anderen Worten, gemäß der wie oben beschrieben ausgebildeten Prüfvorrichtung können eine gute Detektionsleistung und eine Verkleinerung einer Prüfvorrichtung auf ausgewogene Weise erhalten werden.

[0013] Die Prüfvorrichtung kann ferner einen Entladestromwertdetektor aufweisen, der zum Detektieren des Entladestromwerts ausgebildet ist. In diesem Fall kann der Berechner ferner zum Berechnen des Innenwiderstandswerts basierend auf dem von dem Entladestromwertdetektor detektieren Entladestromwert und auf dem Unterschied berechnet werden.

[0014] Alternativ dazu kann der Berechner ferner zum Berechnen des Innenwiderstandswerts basierend auf dem eingestellten Entladestromwert und dem Unterschied ausgebildet sein.

[0015] Die Änderungsvorrichtung kann ferner zum Bestimmen einer Größe des detektierten Werts basierend auf mindestens einem voreingestellten Schwellenwert ausgebildet sein. Die Änderungsvorrichtung kann zum Verringern der Entladezeit ausgebildet sein. Gemäß der so aufgebauten Prüfvorrichtung muss keine Hardwarekonfiguration zum Ändern des Entladestromwerts durch den Entlader vorgese-

hen werden, und somit kann der Aufbau der Prüfvorrichtung vereinfacht werden. Die Änderungsvorrichtung kann zum Erhalten von Daten von dem Batteriepack, die ermöglichen, den Nennspannungswert zu spezifizieren, und Detektieren des Nennspannungswerts basierend auf den erhaltenen Daten ausgebildet sein. Gemäß der so aufgebauten Prüfvorrichtung kann der Nennspannungswert korrekt detektiert werden.

[0016] Alternativ dazu kann die Änderungsvorrichtung zum Detektieren des Nennspannungswerts basierend auf dem Spannungswert der Batterie ausgebildet sein. Gemäß der so aufgebauten Prüfvorrichtung kann der Nennspannungswert detektiert werden, auch wenn die Daten, die das Spezifizieren des Nennspannungswerts ermöglichen, nicht von dem Batteriepack erhalten werden können.

[0017] Die Prüfvorrichtung kann eine Leiterplatte aufweisen. In diesem Fall kann der Transistor eine Oberfläche aufweisen und derart auf der Leiterplatte montiert sein, dass die eine Oberfläche die Leiterplatte kontaktiert. Die so aufgebaute Prüfvorrichtung kann problemlos weiter verkleinert werden. Dies liegt daran, dass bei solch einer Prüfvorrichtung Wärme von dem Transistor zu der Leiterplatte abgeleitet wird, was eine Verwendung eines noch kompakteren Transistors und eine Verringerung einer Höhe des auf der Leiterplatte montierten Transistors ermöglicht.

[0018] Die Prüfvorrichtung kann ferner einen Anzeigeprozessor aufweisen, der zum Bewirken, dass eine Anzeigevorrichtung den von dem Berechner berechneten Innenwiderstandswert anzeigt, ausgebildet ist. Die Prüfvorrichtung, die so aufgebaut ist, ermöglicht, dass einem Benutzer der Prüfvorrichtung der berechnete Innenwiderstandswert mitgeteilt werden kann.

[0019] Der Entlader kann ferner zum konstanten Entladen der Batterie mit dem Entladestromwert ausgebildet sein. In diesem Fall kann der Innenwiderstandswert des Batteriepacks genauer detektiert werden. Der Entlader kann ferner zum Einschalten des Transistors zum Entladen der Batterie ausgebildet sein.

[0020] Der Verbinder kann ferner derart ausgebildet sein, dass das Batteriepack an dem Verbinder angebracht werden kann.

[0021] Gemäß einem anderen Aspekt der vorliegenden Offenbarung wird ein Prüfverfahren für ein Batteriepack für eine elektrische Arbeitsmaschine bereitgestellt, wobei das Batteriepack einen positiven Elektrodenanschluss und einen negativen elektrischen Anschluss aufweist. Das Prüfverfahren beinhaltet: Schalten eines Transistors zwischen den positiven Elektrodenanschluss und den negativen Elektrodenanschluss der Batterie in dem Batteriepack;

Detektieren eines Nennspannungswerts des Batteriepacks oder eines Spannungswerts der Batterie in dem Batteriepack; Einstellen einer Entladezeit der Batterie und/oder eines Entladestromwerts der Batterie derart, dass die Entladezeit und/oder der Entladestromwert verringert werden/wird, wenn der detektierte Wert größer ist; Entladen der Batterie über den Transistor während der Entladezeit; Detektieren eines ersten Spannungswerts, der ein Spannungswert der Batterie vor einem Beginn eines Entladens der Batterie ist; Detektieren eines zweiten Spannungswerts, der ein Spannungswert der Batterie während eines Entladens der Batterie ist; Berechnen eines Unterschieds zwischen dem detektierten ersten Spannungswert und dem detektierten zweiten Spannungswert; und Berechnen eines Innenwiderstandswerts der Batterie basierend auf dem Entladestromwert und dem berechneten Unterschied. Das zuvor beschriebene Prüfverfahren kann dieselben Wirkungen wie die zuvor beschriebene Prüfvorrichtung erzielen.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0022] Im Folgenden werden beispielhafte Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen beschrieben. Es zeigen:

[0023] Fig. 1 ein Konfigurationsdiagramm, das eine Konfiguration eines Batterieprüfgeräts einer ersten Ausführungsform zeigt;

[0024] Fig. 2 ein Flussdiagramm, das einen Steuerprozess zeigt;

[0025] Fig. 3 ein Flussdiagramm, das einen Widerstandswertdetektionsprozess der ersten Ausführungsform zeigt;

[0026] Fig. 4 ein Zeitdiagramm, das die Einzelheiten des Widerstandswertdetektionsprozesses zeigt;

[0027] Fig. 5 ein Flussdiagramm, das einen Anzeigeprozess zeigt;

[0028] Fig. 6 ein Diagramm, das ein erstes Bild bis zu einem vierten Bild als Diagnoseergebnisbilder zeigt;

[0029] Fig. 7 ein erstes Diagramm, das eine Anzeigeform von Markierungen in dem vierten Bild zeigt;

[0030] Fig. 8 ein zweites Diagramm, das eine Anzeigeform der Markierungen in dem vierten Bild zeigt;

[0031] Fig. 9 ein Flussdiagramm, das einen Markierungsanzeigeeinstellprozess zeigt;

[0032] Fig. 10 ein Diagramm, das einen montierten Transistor zeigt;

[0033] Fig. 11 ein Konfigurationsdiagramm, das eine Konfiguration eines Batterieprüfgeräts einer zweiten Ausführungsform zeigt;

[0034] Fig. 12 ein Flussdiagramm, das einen Widerstandswertdetektionsprozess der zweiten Ausführungsform zeigt; und

[0035] Fig. 13 ein Flussdiagramm, das einen Widerstandswertdetektionsprozess eines modifizierten Beispiels zeigt.

DETAILLIERTE BESCHREIBUNG DER BEVORZUGTEN AUSFÜHRUNGSFORMEN

[Erste Ausführungsform]

<Konfiguration>

[0036] Ein Batterieprüfgerät **11**, das in Fig. 1 gezeigt ist, ist ein Beispiel für eine Prüfvorrichtung und weist einen Befestigungsabschnitt **13**, an dem ein Batteriepack **12** lösbar befestigt wird, auf. Das Batterieprüfgerät **11** führt eine Prüfung (oder Diagnose) des an dem Befestigungsabschnitt **13** befestigten Batteriepacks **12** durch. Das Batteriepack **12** wird als eine Leistungsquelle für eine elektrische Arbeitsmaschine (nicht gezeigt) verwendet. Die elektrische Arbeitsmaschine kann elektrische Geräte umfassen, die in verschiedenen Arbeitsumgebungen verwendet werden, beispielsweise beim Heimwerken, in der Produktion, bei Gartenarbeiten, am Bau, etc. Genauer gesagt kann die elektrische Arbeitsmaschine beispielsweise ein elektrisches Kraftwerkzeug zur Bearbeitung von Holz, Metall oder Mauerwerk oder eine Arbeitsmaschine für eine Gartenarbeit oder eine elektrische Vorrichtung zum Vorbereiten einer Arbeitsumgebung sein. Genauer gesagt kann die elektrische Arbeitsmaschine beispielsweise ein elektrischer Hammer, ein elektrischer Bohrhammer, ein elektrischer Bohrer, ein elektrischer Schrauber, ein elektrischer Schraubenschlüssel, ein elektrisches Schleifgerät, eine elektrische Kreissäge, eine elektrische Reciprosäge, eine elektrische Stichsäge, ein elektrischer Schneider, eine elektrische Kettensäge, ein elektrischer Hobel, ein elektrischer Nagler (einschließlich eines elektrischen Tackers), eine elektrische Heckenschere, ein elektrischer Rasenmäher, ein elektrischer Rasentrimmer, ein elektrischer Grasschneider, ein elektrischer Sauger, ein elektrisches Gebläse, ein elektrischer Staubsammler, ein Arbeitslicht, eine Audiovorrichtung für eine Arbeitsumgebung, beispielsweise ein Radio oder ein Lautsprecher, etc. sein.

[0037] Genauer gesagt weist das Batteriepack **12** eine wiederaufladbare Batterie **15** und Anschlüsse **16** und **17** auf. Die Batterie **15** kann beispielsweise eine Lithiumionenbatterie sein und mehrere in Reihe geschaltete wiederaufladbare Zellen aufweisen. Der

Anschluss **16** ist ein positiver Elektrodenanschluss der Batterie **15**, und der Anschluss **17** ist ein negativer Elektrodenanschluss der Batterie **15**. Das heißt, eine Spannung der Batterie **15** (im Folgenden als „Batteriespannung“ bezeichnet) wird über die Anschlüsse **16** und **17** von dem Batteriepack **12** ausgegeben.

[0038] Das Batteriepack **12** weist ferner eine interne Schaltung **18** und einen Kommunikationsverbinder **19** auf. Die interne Schaltung **18** führt eine Diagnose der Batterie **15** und eine Selbstdiagnose der internen Schaltung **18** durch. Der Kommunikationsverbinder **19** weist mehrere Signalanschlüsse für eine Kommunikation der internen Schaltung **18** mit externen Schaltungen und Vorrichtungen auf.

[0039] Der Befestigungsabschnitt **13** des Batterieprüfgeräts **11** weist Anschlüsse **21** und **22** und einen Kommunikationsverbinder **23** auf.

[0040] Die Anschlüsse **21** und **22** sind jeweils mit den Anschlüssen **16** und **17** des Batteriepacks **12** verbunden, das an dem Befestigungsabschnitt **13** befestigt ist. Der Anschluss **22** ist ferner mit der Masseleitung des Batterieprüfgeräts **11** verbunden. Mit anderen Worten, wenn das Batteriepack **12** an dem Befestigungsabschnitt **13** befestigt ist, tritt an dem Anschluss **21** bezüglich eines elektrischen Potenzials des Anschlusses **22** die Batteriespannung auf.

[0041] Der Kommunikationsverbinder **23** weist mehrere Signalanschlüsse auf, ähnlich zu dem Kommunikationsverbinder **19** des Batteriepacks **12**. Der Kommunikationsverbinder **23** ist in Eingriff mit dem Kommunikationsverbinder **19** des an dem Befestigungsabschnitt **13** befestigten Batteriepacks **12**. Wenn der Kommunikationsverbinder **19** und der Kommunikationsverbinder **23** miteinander in Eingriff sind, ist jeder Signalanschluss des Kommunikationsverbinders **19** mit einem entsprechenden Signalanschluss des Kommunikationsverbinders **23** verbunden. Demzufolge sind die interne Schaltung **18** des Batteriepacks **12** und das Batterieprüfgerät **11** so verbunden, dass sie Daten austauschen können.

[0042] Das Batterieprüfgerät **11** weist eine Steuerschaltung **25**, eine Entladeschaltung **26** und eine Spannungseingabeschaltung **27** auf. Die Steuerschaltung **25** steuert den Betrieb des Batterieprüfgeräts **11**. Die Entladeschaltung **26** entlädt die Batterie **15** in den an dem Befestigungsabschnitt **13** befestigten Batteriepack **12** mit einem konstanten Strom. Die Spannungseingabeschaltung **27** gibt die Batteriespannung in die Steuerschaltung **25** ein. Im Folgenden wird die Batterie in den an dem Befestigungsabschnitt **13** befestigten Batteriepack **12** auch als eine befestigte Batterie **15** bezeichnet. Dementsprechend gibt die Batteriespannung eine Spannung der befestigten Batterie **15** an.

[0043] Die Steuerschaltung **25** weist einen Mikrocomputer mit beispielsweise einer CPU **31**, einem RAM **32**, einem nicht flüchtigen, mit Daten beschreibbaren Flash-Speicher **33** und einem A/D-Wandler **34** sowie anderen Komponenten auf. Jede der verschiedenen Funktionen der Steuerschaltung **25** wird durch Ausführen eines in dem Flash-Speicher **33** gespeicherten Programms durch die CPU **31** ausgeführt, der ein Beispiel für ein nicht flüchtiges Aufzeichnungsmedium ist. Durch eine Ausführung des Programms wird ferner ein Verfahren entsprechend dem Programm ausgeführt. Die Steuerschaltung **25** weist einen Mikrocomputer auf oder kann mehrere Mikrocomputer aufweisen. Verfahren zum Erhalten der verschiedenen Funktionen der Steuerschaltung **25** sind nicht auf eine Software beschränkt, und ein Teil bzw. alle der Funktionen der Steuerschaltung **25** kann/können durch Hardware mit einer Kombination aus einer Logikschaltung, einer analogen Schaltung und dergleichen erhalten werden. Genauer gesagt können die Funktionen der Steuerschaltung **25** zum Teil oder vollständig durch eine Kombination verschiedener einzelner Elektronikbauteile oder durch eine anwendungsspezifische integrierte Schaltung (ASIC), ein anwendungsspezifisches Standardprodukt (ASSP), eine programmierbare Logikvorrichtung wie ein FPGA oder eine beliebige Kombination daraus erhalten werden.

[0044] Die Spannungseingabeschaltung **27** weist in Reihe geschaltete Widerstände **35** und **36** und einen Messschalter **37** auf. Genauer gesagt ist ein erstes Ende des Widerstands **35** mit einem ersten Ende des Widerstands **36** verbunden, während ein zweites Ende des Widerstands **35** mit der Masseleitung verbunden ist. Ein zweites Ende des Widerstands **36** ist mit dem Anschluss **21** verbunden, wenn der Messschalter **37** eingeschaltet ist. Wenn der Messschalter **37** eingeschaltet ist, tritt an einem Verbindungspunkt zwischen dem Widerstand **35** und dem Widerstand **36** die durch die Widerstände **35** und **36** geteilte Batteriespannung auf. Der Messschalter **37** kann beispielsweise ein MOSFET sein. Der Messschalter **37** kann durch ein Signal, das von einem Ausgabeanschluss P1 der Steuerschaltung **25** ausgegeben wird, ein- bzw. ausgeschaltet werden. Die Spannung an dem Verbindungspunkt zwischen dem Widerstand **35** und dem Widerstand **36** wird ferner in einen Eingabeanschluss P2 der Steuerschaltung **25** eingegeben.

[0045] Beim Detektieren der Batteriespannung schaltet die Steuerschaltung **25** den Messschalter **37** ein und detektiert einen Spannungswert an dem Eingabeanschluss P2, d.h., einen Spannungswert an dem Verbindungspunkt zwischen dem Widerstand **35** und dem Widerstand **36**. Dann berechnet die Steuerschaltung **25** einen Wert der Batteriespannung basierend auf dem detektierten Spannungswert. Genauer gesagt wird, wenn der Widerstand **35** einen Widerstandswert R35 aufweist und der Widerstand **36** ei-

nen Widerstandswert R36 aufweist, ein Wert durch Multiplizieren des Spannungswerts an dem Eingabeanschluss P2 mit „ $(R35 + R36)/R35$ “ als der Wert der Batteriespannung berechnet. Dann wird der berechnete Wert als ein detektierter Wert der Batteriespannung betrachtet. Der Grund für das Vorsehen des Messschalters **37** besteht darin, einen unnötigen Verbrauch von elektrischer Leistung der befestigten Batterie **15** aufgrund eines kontinuierlichen Stromflusses von der befestigten Batterie **15** zu den Widerständen **35** und **36** zu verhindern oder zu verringern.

[0046] Die Entladeschaltung **26** weist einen Transistor **41**, Widerstände **42** und **45** bis **49**, einen Operationsverstärker **43** und einen Transistor **44** auf. Der Transistor **41**, der ein Transistor zum Entladen der Batterie **15** ist, kann beispielsweise ein NPN-Leistungstransistor sein. Genauer gesagt können zwei in einer Darlington-Schaltung verbundene NPN-Transistoren in dem Transistor **41** verbaut sein. Ein Kollektor des Transistors **41** ist mit dem Anschluss **21** verbunden, und ein Emitter des Transistors **41** ist mit einem ersten Ende des Widerstands **42** verbunden. Ein zweites Ende des Widerstands **42** ist mit dem Anschluss **22** und der Masseleitung verbunden. Dementsprechend ist der Transistor **41** über den Widerstand **42** zwischen den positiven Elektrodenanschluss **16** und den negativen Elektrodenanschluss **17** der angebrachten Batterie **15** geschaltet. Der Widerstand **42** ist ein Widerstand zum Detektieren eines Entladestroms der angebrachten Batterie **15**.

[0047] Ein Verbindungspunkt zwischen dem Emitter des Transistors **41** und dem Widerstand **42** ist mit einem invertierenden Eingang des Operationsverstärkers **43** und einem Eingabeanschluss P3 der Steuerschaltung **25** verbunden. Eine Basis des Transistors **41** ist über den Widerstand **45** mit einem Ausgangsanschluss des Operationsverstärkers **43** verbunden. Ein nicht invertierender Eingang des Operationsverstärkers **43** ist mit einem Verbindungspunkt zwischen einem ersten Ende des Widerstands **46** und einem ersten Ende des Widerstands **47** verbunden. Ein zweites Ende des Widerstands **46** ist mit der Masseleitung verbunden, und ein zweites Ende des Widerstands **47** ist mit einem Ausgabeanschluss P4 der Steuerschaltung **25** verbunden.

[0048] Der Transistor **44** kann beispielsweise ein NPN-Kleinsignaltransistor sein. Ein Kollektor des Transistors **44** ist mit der Basis des Transistors **41** verbunden, und ein Emitter des Transistors **44** ist mit der Masseleitung verbunden. Eine Basis des Transistors **44** ist über den Widerstand **48** mit einem Ausgabeanschluss P5 der Steuerschaltung **25** verbunden. Die Basis des Transistors **44** ist ferner über den Widerstand **49** mit dem Emitter des Transistors **44** verbunden.

[0049] Beim Stopp eines Betriebs der Entladeschaltung **26** stellt die Steuerschaltung **25** einen Spannungspegel des Ausgabeanschlusses P4 auf einen niedrigen Pegel ein, und stellt ferner einen Spannungspegel des Ausgabeanschlusses P5 auf einen hohen Pegel ein. Eine Spannung jedes der Ausgabeanschlüsse P1 bis P5 der Steuerschaltung **25** wird 0 V, wenn der Spannungspegel auf Niedrig gesetzt wird, und wird beispielsweise 3,3 V, wenn der Spannungspegel auf Hoch gesetzt wird. Wenn der Spannungspegel des Ausgabeanschlusses P5 auf Hoch gesetzt wird, wird der Transistor **44** eingeschaltet, und somit wird der Transistor **41** ausgeschaltet.

[0050] Bei einem Betrieb der Entladeschaltung **26** setzt die Steuerschaltung **25** den Spannungspegel des Ausgabeanschlusses P4 auf Hoch, und setzt ebenso den Spannungspegel des Ausgabeanschlusses P5 auf Niedrig. Wenn der Spannungspegel des Ausgabeanschlusses P5 auf Niedrig gesetzt ist, wird der Transistor **44** ausgeschaltet, und somit kann der Transistor **41** durch eine Ausgabe des Operationsverstärkers **43** eingeschaltet werden. Eine Spannung des nicht invertierenden Eingangs des Operationsverstärkers **43** ist eine Spannung, die durch Teilen der Spannung des Ausgabeanschlusses P4 durch die Widerstände **46** und **47**, wenn der Spannungspegel auf Hoch eingestellt ist, erhalten wird. Der Operationsverstärker **43** schaltet den Transistor **41** derart, dass die Spannung an dem Verbindungspunkt zwischen dem Emitter des Transistors **41** und dem Widerstand **42** gleich der Spannung des nicht invertierenden Eingangs des Operationsverstärkers **43** ist. Dementsprechend wird ein Wert I_c eines konstanten Entladestroms, der über den Transistor **41** von der befestigten Batterie **15** entladen wird, durch „ $V_r/R42$ “ angegeben, wenn ein Wert der Spannung des nicht invertierenden Eingangs des Operationsverstärkers **43** V_r ist und ein Widerstandswert des Widerstands **42** R42 ist. Bei der vorliegenden Ausführungsform werden die jeweiligen Widerstandswerte der Widerstände **46** und **47** und R42 derart ausgewählt, dass der Wert von I_c 2 Ampere beträgt.

[0051] Die Steuerschaltung **25** detektiert ferner einen tatsächlichen Wert des Entladestroms von der angebrachten Batterie **15** durch Detektieren eines Werts einer Spannung des Eingabeanschlusses P3, d.h., eines Werts einer Spannung des Verbindungspunkts zwischen dem Emitter des Transistors **41** und dem Widerstand **42**, während eines Betriebs der Entladeschaltung **26**. Genauer gesagt berechnet die Steuerschaltung **25** einen Wert des Entladestroms durch Teilen des detektierten Werts der Spannung des Eingabeanschlusses P3 durch R42. Der berechnete Wert des Entladestroms wird als ein detektierter Wert des Entladestroms betrachtet.

[0052] Das Batterieprüfgerät **11** weist ferner eine Flüssigkristallanzeige (LCD) **51** als ein Beispiel

für eine Anzeigevorrichtung, einen Leistungsschalter (Leistungs-SW) **52**, einen ersten Schalter (SW) **53**, einen zweiten Schalter (SW) **54**, einen Kartenschlitz **62** und einen Anschluss **64** auf. Die LCD **51**, die bei diesem Beispiel eine Monochrom-LCD ist, kann auch eine Farb-LCD sein. Der erste Schalter **53** und der zweite Schalter **54** sind Schalter zum Ändern von auf der LCD **51** anzuzeigenden Bildern. Der Kartenschlitz **62** ist zum Anbringen einer Speicherkarte **61** ausgebildet. Der Anschluss **64** ist zum Einführen eines Anschlusses eines USB-Kabels **63** ausgebildet.

[0053] Das Batterieprüfgerät **11** weist ferner einen Aufnahmeabschnitt **67** zum Aufnehmen einer Zellenbatterie **66** auf. Elektrische Leistung für einen Betrieb des Batterieprüfgeräts **11** wird von der in dem Aufnahmeabschnitt **67** aufgenommenen Zellenbatterie **66** zugeführt. Wenngleich in **Fig. 1** lediglich eine Zellenbatterie **66** gezeigt ist, kann der Aufnahmeabschnitt **67** mehrere Zellenbatterien mit einer spezifischen Form (beispielsweise 4 AA-Batterien) aufnehmen.

[0054] Die Speicherkarte **61** kann eine SDHC-Speicherkarte oder eine andere Speicherkarte sein. Durch Einführen der Speicherkarte **61** in den Kartenschlitz **62** kann ein Programm, das als Firmware in dem Flash-Speicher **33** der Steuerschaltung **25** gespeichert ist, mit einem Programm in der Speicherkarte **61** überschrieben werden, so dass eine Betriebsspezifikation des Batterieprüfgeräts **11** geändert werden kann.

[0055] Das Batterieprüfgerät **11** kann ferner über das USB-Kabel **63** mit einem Personal Computer (PC) **68** oder einem nicht gezeigten AC-Adapter verbunden werden. Bei der vorliegenden Ausführungsform kann der Anschluss **64** ein Anschluss für einen Mikro-USB-Anschluss des Typs B oder ein anderer Anschluss sein.

[0056] Das Batterieprüfgerät **11** kann über USB mit Leistung versorgt werden, beispielsweise über das USB-Kabel **63** von dem PC **68** oder dem AC-Adapter. Dementsprechend verwendet das Batterieprüfgerät **11** während der Zufuhr von elektrischer Leistung über USB keine elektrische Leistung der Zellenbatterie **66** und kann ohne die Zellenbatterie **66** betrieben werden. Das Batterieprüfgerät **11** weist ferner eine Funktion zur Übertragung von Information in Bezug auf das Batteriepack **12** etc. zu dem PC **68**, der über das USB-Kabel **63** verbunden ist, auf.

<Von der internen Schaltung des Batteriepacks erhaltene Information>

[0057] Das Batterieprüfgerät **11** kann Information, die unten als (1) bis (9) aufgeführt ist, von der internen Schaltung **18** des Batteriepacks **12** erhalten.

(1) Daten, die ermöglichen, einen Nennspannungswert des Batteriepacks **12** zu spezifizieren: die Daten können beispielsweise Daten sein, die eine Modellnummer des Batteriepacks **12** angeben. Bei der vorliegenden Ausführungsform werden Identifizierungsdaten (im Folgenden eine „Nennspannungs-ID“), die den Nennspannungswert angeben, von der internen Schaltung **18** des Batteriepacks **12** zu dem Batterieprüfgerät **11** übertragen.

(2) Anzahl von Ladungen: die Anzahl von Ladungen der Batterie **15**.

(3) Verbleibende Energie der Batterie: eine verbleibende Ladungsenergie der Batterie **15**.

(4) Batterielebensdauer: eine verbleibende Lebensdauer der Batterie **15**.

(5) Überentladungstendenz: eine Tendenz, dass die Batterie **15** so verwendet wird, dass sie einen Überentladungszustand annimmt. Die Überentladungstendenz kann beispielsweise als ein Verhältnis der Anzahl von Verwendungen der Batterie **15** zum Erreichen des Überentladungszustands zu der Gesamtanzahl von Verwendungen der Batterie **15** (entsprechend der Gesamtanzahl von Ladungen der Batterie **15**) berechnet werden. Der Überentladungszustand bezeichnet einen Zustand, in dem die verbleibende Energie der Batterie zu stark abgenommen hat.

(6) Überlastbetriebsrate: eine Rate, mit der die Batterie **15** in einem Überlastzustand verwendet wird. Die Überlastbetriebsrate kann beispielsweise als ein Verhältnis der Anzahl von Verwendungen der Batterie **15** in dem Überlastzustand zu der Gesamtanzahl von Verwendungen der Batterie **15** (entsprechend der Gesamtanzahl von Ladungen der Batterie **15**) berechnet werden. Der Überlastzustand ist ein Zustand, in dem ein zu hoher Strom von der Batterie **15** fließt.

(7) Jeweilige Blockspannungen: Spannungen jeweiliger Zellen in der Batterie **15**.

(8) Zellendiagnoseergebnis: ein Ergebnis einer Diagnose, ob eine Zelle in der Batterie **15** fehlerhaft ist.

(9) Schaltungsdiagnoseergebnis: ein Selbstdiagnoseergebnis der internen Schaltung **18**. Das heißt, ein Ergebnis einer Diagnose, ob die interne Schaltung **18** fehlerhaft ist.

<Von der Steuerschaltung ausgeführter Steuerprozess>

[0058] In dem Batterieprüfgerät **11** wird, wenn ein Leistungsschalter **52** für eine spezifizierte Zeitdauer (beispielsweise 1 Sekunde) von einem Benutzer eingeschaltet wird, verschiedenen Komponenten wie der Steuerschaltung **25** und der LCD **51** elektrische Leistung zugeführt, und die Steuerschaltung **25** wird aktiviert. Eine Aktivierung der Steuerschaltung **25** führt zu einer Aktivierung des Batterieprüfgeräts **11**.

[0059] Bei einer Aktivierung zeigt die Steuerschaltung **25** auf der LCD **51** ein Anfangsbild an und startet einen in **Fig. 2** gezeigten Steuerprozess. Wenn der erste Schalter **53** von dem Benutzer eingeschaltet wird, während das Anfangsbild angezeigt wird, erhöht die Steuerschaltung **25** einen Bildkontrast der LCD **51** (d.h. eine Anzeigedichte), während, wenn der zweite Schalter **54** von dem Benutzer eingeschaltet wird, die Steuerschaltung **25** den Bildkontrast verringert.

[0060] Wie in **Fig. 2** gezeigt, führt die Steuerschaltung **25** nach dem Beginn des Steuerprozesses in S110 einen Vorbereitungsprozess zum Kommunizieren mit der internen Schaltung **18** des Batteriepacks **12** aus.

[0061] Der Vorbereitungsprozess beinhaltet einen Prozess zum Detektieren, dass das Batteriepack **12** an dem Befestigungsabschnitt **13** befestigt ist. Bei der vorliegenden Ausführungsform wird, wenn das Batteriepack **12** an dem Befestigungsabschnitt **13** befestigt wird, eine Spannung eines spezifischen Signalanschlusses in dem Kommunikationsverbinder **23** von einer spezifizierten Spannung zu einer unterschiedlichen Spannung geändert. Die Steuerschaltung **25** bestimmt basierend auf der Spannung des spezifischen Signalanschlusses, ob das Batteriepack **12** an dem Befestigungsabschnitt **13** befestigt ist.

[0062] Nach einer Bestimmung, dass das Batteriepack **12** an dem Befestigungsabschnitt **13** befestigt ist, schreitet die Steuerschaltung **25** zu S120 fort und führt eine Kommunikation mit der internen Schaltung **18** des Batteriepacks **12** durch. Durch die Kommunikation mit der internen Schaltung **18** liest die Steuerschaltung **25** die zuvor erwähnte Information von der internen Schaltung **18**. Ferner zeigt die Steuerschaltung **25** beim Beginn der Kommunikation mit der internen Schaltung **18** auf der LCD **51** ein Kommunikationsbild an, das angibt, dass die Kommunikation durchgeführt wird.

[0063] In S130 führt die Steuerschaltung **25** dann einen in **Fig. 3** gezeigten Widerstandswertdetektionsprozess zum Detektieren eines Innenwiderstandswerts einer angebrachten Batterie **15** aus. Der Widerstandswertdetektionsprozess wird im Folgenden genauer beschrieben.

[0064] Nach Abschluss des Widerstandswertdetektionsprozesses führt die Steuerschaltung **25** in S140 einen Anzeigevorbereitungsprozess aus, der ein Prozess zum Vorbereiten einer Anzeige von Information auf der LCD **51** ist.

[0065] Anschließend führt die Steuerschaltung **25** in S150 einen in **Fig. 5** gezeigten Anzeigeprozess zum Anzeigen eines Diagnoseergebnisses des Batteriepacks **12** auf der LCD **51** aus. Das auf der LCD **51** angezeigte Diagnoseergebnis beinhaltet den in dem Wi-

derstandswertdetektionsprozess in S130 detektierten Innenwiderstandswert. Der Anzeigeprozess wird im Folgenden beschrieben.

<Widerstandswertdetektionsprozess>

[0066] Wie in **Fig. 3** gezeigt, bestimmt die Steuerschaltung **25** beim Starten des Widerstandswertdetektionsprozesses in S130 in **Fig. 2** in S210, ob der Nennspannungswert des Batteriepacks **12** größer als ein spezifizierter Wert V_{th} ist. In S210 detektiert die Steuerschaltung **25** den Nennspannungswert des Batteriepacks **12** basierend auf der Nennspannungs-ID, die von der internen Schaltung **18** erhalten wird. Bei der vorliegenden Ausführungsform wird der durch die Nennspannungs-ID angegebene Nennspannungswert als der Nennspannungswert des Batteriepacks **12** detektiert. Dann bestimmt die Steuerschaltung **25** in S210, ob der detektierte Nennspannungswert größer als der spezifizierte Wert V_{th} ist. Der spezifizierte Wert V_{th} kann beispielsweise 18 V sein.

[0067] Wenn die Steuerschaltung **25** in S210 bestimmt, dass der Nennspannungswert nicht größer als der spezifizierte Wert V_{th} (d.h., kleiner oder gleich dem spezifizierten Wert V_{th}) ist, stellt die Steuerschaltung **25** in S220 eine Entladezeit T_d auf eine erste Zeit T_1 ein und geht dann zu S240 über. Die Entladezeit T_d ist eine Zeitdauer, während der die befestigte Batterie **15** durch die Entladeschaltung **26** entladen wird. Die erste Zeit T_1 kann beispielsweise eine Sekunde sein.

[0068] Wenn die Steuerschaltung **25** in S210 bestimmt, dass der Nennspannungswert größer als der spezifizierte Wert V_{th} ist, stellt die Steuerschaltung **25** in S230 die Entladezeit T_d auf eine zweite Zeit T_2 ein und geht dann zu S240 über. Die zweite Zeit T_2 ist kürzer als die erste Zeit T_1 und kann beispielsweise vier Millisekunden sein.

[0069] In S240 detektiert die Steuerschaltung **25** den Wert der Batteriespannung, wie durch einen Zeitpunkt t_1 in **Fig. 4** angegeben, und speichert den Wert als einen detektierten Wert V_1 . Genauer gesagt wird, wie zuvor beschrieben, der Messschalter **37** zum Detektieren eines Werts einer Spannung des Eingabeanschlusses P2 eingeschaltet, und der Wert der Batteriespannung wird anhand des detektierten Werts berechnet. Danach wird der berechnete Wert als der detektierte Wert V_1 gespeichert. Es sei bemerkt, dass die Steuerschaltung **25** den Messschalter **37** eingeschaltet lässt, bis ein im Folgenden beschriebener Prozess eines Schritts S280 abgeschlossen ist.

[0070] In S250 startet die Steuerschaltung **25** das Entladen der befestigten Batterie **15** durch die Entladeschaltung **26**, was in **Fig. 4** durch einen Zeitpunkt t_2 angegeben ist. Genauer gesagt ändert die Steu-

erschaltung **25** den Spannungspegel des Ausgabeanschlusses P4 von Niedrig zu Hoch und ändert ferner den Spannungspegel des Ausgabeanschlusses P5 von Hoch zu Niedrig, so dass der Betrieb der Entladeschaltung **26** begonnen wird.

[0071] In S260 bestimmt die Steuerschaltung **25**, ob ein Messzeitpunkt gekommen ist. Genauer gesagt bestimmt die Steuerschaltung **25**, ob eine Zeitdauer ($T_d - T_m$), die um eine benötigte Messzeit T_m kürzer als die in S220 oder S230 eingestellte Entladezeit T_d ist, seit Beginn der Entladung der befestigten Batterie **15** vergangen ist. Die benötigte Messzeit T_m ist eine Zeitdauer, die zum Messen des Werts der Batteriespannung während einer Entladung und des tatsächlichen Werts des Entladestroms benötigt wird, genauer gesagt, eine Zeitdauer, die zum Ausführen der im Folgenden beschriebenen Prozesse der Schritte S270 und S280 benötigt wird. Die Steuerschaltung **25** wartet in S260, bis der Messzeitpunkt erreicht wird, und geht dann, wenn bestimmt wird, dass der Messzeitpunkt erreicht worden ist, zu S270 über.

[0072] In S270 detektiert die Steuerschaltung **25** den tatsächlichen Wert des Entladestroms von der befestigten Batterie **15**, was in **Fig. 4** durch einen Zeitpunkt t_3 angegeben ist, und speichert dann den tatsächlichen Wert als einen detektierten Wert I_r . Genauer gesagt detektiert die Steuerschaltung **25** wie oben beschrieben den Wert der Spannung des Eingabeanschlusses P3 und berechnet basierend auf dem detektierten Wert den Wert I_c des Entladestroms. Dann wird der berechnete Wert I_c als der detektierte Wert I_r gespeichert.

[0073] Ferner detektiert die Steuerschaltung **25** den Wert der Batteriespannung in S280 auf dieselbe Weise wie in S240, und speichert den detektierten Wert als einen detektierten Wert V_2 .

[0074] In S290 stoppt die Steuerschaltung **25** das Entladen der befestigten Batterie **15** durch die Entladeschaltung **26**, was in **Fig. 4** durch einen Zeitpunkt t_4 angegeben ist. Genauer gesagt ändert die Steuerschaltung **25** den Spannungspegel des Ausgabeanschlusses P4 von Hoch zu Niedrig, und ändert ferner den Spannungspegel des Ausgabeanschlusses P5 von Niedrig zu Hoch, so dass der Betrieb der Entladeschaltung **26** gestoppt wird. Eine Zeitdauer von einer Bestimmung in S260, dass der Messzeitpunkt gekommen ist, bis zu einem Abschluss des Prozesses des Schritts S280 ist die zuvor erwähnte benötigte Messzeit T_m . Somit wird während der Entladezeit T_d das Entladen der befestigten Batterie **15** durchgeführt.

[0075] In S300 berechnet die Steuerschaltung **25** einen Innenwiderstandswert R_b der befestigten Batterie **15** gemäß der untenstehenden Gleichung (1) unter Verwendung der detektierten Werte V_1 , I_r und

V_2 , die jeweils in S240, S270 und S280 gespeichert werden, und beendet dann den Widerstandswertdetektionsprozess. Der in S300 berechnete Innenwiderstandswert ist ein Detektionsergebnis des Innenwiderstandswerts durch den Widerstandswertdetektionsprozess.

$$R_b = (V_1 - V_2)/I_r$$

Gleichung (1)

[0076] In jedem der Schritte S240 und S280 kann der Wert der Batteriespannung durch mehrmaliges Detektieren des Werts des Spannungseingabeanschlusses P2 und Verwenden eines Mittelwerts mehrerer Werte, die durch die mehreren Detektionen erhalten werden, berechnet werden. Auf ähnliche Weise kann in S270 der Wert des Entladestroms durch mehrmaliges Detektieren des Werts der Spannung des Eingabeanschlusses P3 und Verwenden eines Mittelwerts mehrerer Werte, die durch die mehreren Detektionen erhalten werden, berechnet werden. Alternativ dazu kann die Prozedur, in der der Prozess zum Detektieren des Werts der Spannung des Eingabeanschlusses P3 in S270 unmittelbar von dem Prozess zum Detektieren des Werts der Spannung des Eingabeanschlusses P2 in S280 gefolgt wird, mehrere Male bei spezifizierten Zeitintervallen durchgeführt werden.

[0077] Ferner kann in S260 basierend darauf, ob die Entladezeit T_d abgelaufen ist, bestimmt werden, ob der Messzeitpunkt gekommen ist. In diesem Fall ist eine tatsächliche Entladezeit die Summe ($T_d + T_m$) aus der Entladezeit T_d und der benötigten Messzeit T_m .

<Anzeigeprozess>

[0078] Wie in **Fig. 5** gezeigt, zeigt die Steuerschaltung **25** beim Beginn des Anzeigeprozesses in S150 in **Fig. 2** in S400 ein erstes Bild auf der LCD **51** an. Das erste Bild ist eines von mehreren Diagnoseergebnisbildern, die das Diagnoseergebnis des Batteriepacks **12** zeigen. Durch den Prozess des Schritts S400 wird ein auf der LCD **51** angezeigtes Bild (im Folgenden „Anzeigebild“) von dem zuvor erwähnten Kommunikationsbild zu dem ersten Bild geändert. Wie in **Fig. 6** gezeigt, beinhaltet das Diagnoseergebnisbild bei der vorliegenden Ausführungsform das erste Bild bis zu einem vierten Bild. Eine Anzeigereihenfolge der ersten bis vierten Bilder ist spezifiziert als „erstes Bild → zweites Bild → drittes Bild → viertes Bild → erstes Bild“. Einzelheiten der ersten bis vierten Bilder werden im Folgenden beschrieben.

[0079] In S410 bestimmt die Steuerschaltung **25**, ob der erste Schalter **53** eingeschaltet ist, und geht zu S420 über, wenn bestimmt wird, dass der erste Schalter **53** eingeschaltet ist.

[0080] In S420 ändert die Steuerschaltung **25** das Anzeigebild zu einem nächsten Bild in der Anzeigereihenfolge. Beispielsweise ist das Anzeigebild, wenn das Anzeigebild beim Übergang zu S420 das erste Bild ist, zu dem zweiten Bild zu ändern. Wenn beispielsweise das Anzeigebild beim Übergang zu S420 das vierte Bild ist, ist das Anzeigebild zu dem ersten Bild zu ändern. Nach Abschluss des Prozesses in S420 oder einer Bestimmung in S410, dass der erste Schalter **53** nicht eingeschaltet ist, geht die Steuerschaltung **25** zu S430 über.

[0081] In S430 bestimmt die Steuerschaltung **25**, ob der zweite Schalter **54** eingeschaltet ist, und geht zu S440 über, wenn bestimmt wird, dass der zweite Schalter **54** eingeschaltet ist.

[0082] In S440 ändert die Steuerschaltung **25** das Anzeigebild zu einem vorherigen Bild in der Anzeigereihenfolge. Beispielsweise wird, wenn das Anzeigebild beim Übergang zu S440 das erste Bild ist, das Anzeigebild zu dem vierten Bild geändert. Wenn beispielsweise das Anzeigebild beim Übergang zu S440 das vierte Bild ist, wird das Anzeigebild zu dem dritten Bild geändert. Nach Abschluss des Prozesses in S440 oder bei einer Bestimmung in S430, dass der zweite Schalter **54** nicht eingeschaltet ist, kehrt die Steuerschaltung **25** zu S410 zurück.

[0083] Da der zuvor beschriebene Anzeigeprozess ausgeführt wird, kann der Benutzer durch Betätigung des ersten Schalters **53** oder des zweiten Schalters **54** das Anzeigebild zu einem gewünschten Bild von dem ersten Bild bis zu dem vierten Bild ändern.

<Einzelheiten der ersten bis vierten Bilder>

«Erstes Bild»

[0084] Wie in **Fig. 6** gezeigt, weist das erste Bild einen oberen Abschnitt **1a**, einen mittleren Abschnitt **1b** und einen unteren Abschnitt **1c** auf.

[0085] In dem oberen Abschnitt **1a** des ersten Bilds wird die Anzahl von Ladungen, die von der internen Schaltung **18** erhalten wird, als ein Zahlenwert angezeigt.

[0086] In dem mittleren Abschnitt **1b** des ersten Bilds wird eine verbleibende Batterieenergie, die von der internen Schaltung **18** erhalten wird, als eine Balkenanzeige angezeigt. In dieser Balkenanzeige gibt ein Zustand, in dem sich ein schwarzer Balken von einem linken Ende zu einem rechten Ende erstreckt, einen vollständig geladenen Zustand an. Wenngleich hierin der Einfachheit halber der Ausdruck „schwarz“ verwendet wird, soll der Ausdruck „schwarz“ eine Farbe angeben, die sich von einer Hintergrundfarbe auf der monochromen LCD **51** unterscheidet, jedoch nicht auf eine schwarze Farbe beschränkt ist. Die verblei-

bende Batterieenergie, die in dem mittleren Abschnitt **1b** des ersten Bilds anzuzeigen ist, kann beispielsweise anhand des Werts der Batteriespannung, die in S240 oder S280 in **Fig. 3** detektiert wird, bestimmt werden.

[0087] In dem unteren Abschnitt **1c** des ersten Bilds wird der Innenwiderstandswert der Batterie **15**, der in S300 in **Fig. 3** berechnet wird, als ein Zahlenwert angezeigt.

«Zweites Bild»

[0088] Wie in **Fig. 6** gezeigt, weist das zweite Bild einen oberen Abschnitt **2a**, einen mittleren Abschnitt **2b** und einen unteren Abschnitt **2c** auf, ähnlich zu dem ersten Bild.

[0089] In dem oberen Abschnitt **2a** des zweiten Bilds wird die von der internen Schaltung **18** erhaltene Batterielebensdauer **11** als eine Balkenanzeige angezeigt. In dieser Balkenanzeige nimmt ein schwarzer Teil ab, wenn sich die Batterie **15** verschlechtert.

[0090] In dem mittleren Abschnitt **2b** des zweiten Bilds wird die von der internen Schaltung **18** erhaltene Überentladungstendenz als ein Prozentwert angezeigt.

[0091] In dem unteren Abschnitt **2c** des zweiten Bilds wird die Überlastbetriebsrate, die von der internen Schaltung **18** erhalten wird, als ein Prozentwert angezeigt.

«Drittes Bild»

[0092] Wie in **Fig. 6** gezeigt, weist das dritte Bild einen oberen Abschnitt **3a** und einen unteren Abschnitt **3b** auf.

[0093] In dem oberen Abschnitt **3a** des dritten Bilds wird der detektierte Wert der Batteriespannung als ein Zahlenwert angezeigt. Der Zahlenwert, der in dem oberen Abschnitt **3a** angezeigt wird, ist beispielsweise der detektierte Wert V1, der in S240 in **Fig. 3** gespeichert wird.

[0094] In dem unteren Abschnitt **3b** des dritten Bilds werden die Blockspannungen, die von der internen Schaltung **18** erhalten werden, als Balkenanzeigen der jeweiligen Blöcke angezeigt. Bei dem Beispiel in **Fig. 6**, bei dem fünf Blöcke vorgesehen sind, werden fünf Balkenanzeigen angezeigt.

«Viertes Bild»

[0095] Das vierte Bild ist ein Fehlerlokalisierungsbild, das das Vorhandensein/Nichtvorhandensein eines Fehlers und eine Fehlerstelle anzeigt. Wie in **Fig. 6** gezeigt, weist das vierte Bild eine Fehlermar-

kierung **4a**, eine Zellenfehlermarkierung **4b** und eine Schaltungsfehlermarkierung **4c** auf. Die Fehlermarkierung **4a** gibt das Vorhandensein/Nichtvorhandensein eines Fehlers an. Die Zellenfehlermarkierung **4b** gibt das Vorhandensein/Nichtvorhandensein eines Fehlers einer Zelle in der Batterie **15** (im Folgenden als „Zellenfehler“ bezeichnet) an. Die Schaltungsfehlermarkierung **4c** gibt das Vorhandensein/Nichtvorhandensein eines Fehlers der internen Schaltung **18** (im Folgenden als „Schaltungsfehler“ bezeichnet) an.

[0096] Wenn kein Fehler detektiert wird, werden die Markierungen **4a**, **4b** und **4c** des vierten Bilds lediglich weiß mit schwarzen Umrandungen (im Folgenden als „nicht gefüllte Form“ bezeichnet) angezeigt, wie in **Fig. 7** gezeigt ist. Dabei bedeutet weiß eine Hintergrundfarbe auf der LCD **51**.

[0097] Wenn ein Fehler detektiert wird, wird die Fehlermarkierung **4a** in einer Form angezeigt, in der die umrandeten Flächen mit Schwarz gefüllt sind (im Folgenden als „gefüllte Form“ bezeichnet), wie in **Fig. 6** gezeigt ist.

[0098] Insbesondere werden, wenn ein Zellenfehler als ein Fehler detektiert wird, genauer gesagt, wenn das von der internen Schaltung **18** erhaltende Zellendiagnoseergebnis ein Ergebnis ist, das einen Fehler angibt, die Zellenfehlermarkierung **4b** und die Fehlermarkierung **4a** wie in **Fig. 6** gezeigt in der gefüllten Form angezeigt.

[0099] Wenn ein Schaltungsfehler als ein Fehler detektiert wird, genauer gesagt, wenn das von der internen Schaltung **18** erhaltene Schaltungsdiagnoseergebnis ein Ergebnis ist, das einen Fehler angibt, werden die Schaltungsfehlermarkierung **4c** und die Fehlermarkierung **4a** wie in **Fig. 8** gezeigt in der gefüllten Form angezeigt. Dabei zeigt **Fig. 8** eine Anzeigeform des vierten Bilds, wenn sowohl ein Zellenfehler als auch ein Schaltungsfehler detektiert werden, und wenn lediglich ein Schaltungsfehler detektiert wird, werden lediglich die Fehlermarkierung **4a** und die Schaltungsfehlermarkierung **4c** angezeigt.

[0100] Wenn ein detektierter Fehler weder ein Zellenfehler noch ein Schaltungsfehler ist, wird lediglich die Fehlermarkierung **4a** in der gefüllten Form angezeigt.

[0101] Mit anderen Worten, wenn ein Fehler detektiert wird, wird die Fehlermarkierung **4a** in der gefüllten Form angezeigt; wenn ein Zellenfehler detektiert wird, wird die Zellenfehlermarkierung **4b** zusätzlich zu der Fehlermarkierung **4a** in der gefüllten Form angezeigt; wenn ein Schaltungsfehler detektiert wird, wird die Schaltungsfehlermarkierung **4c** zusätzlich zu der Fehlermarkierung **4a** in der gefüllten Form angezeigt. Wenn eine Fehlerstelle nicht spezifiziert werden kann, oder wenn eine Fehlerstelle spezifiziert

werden kann, der Fehler jedoch ein anderer Fehler als ein Zellenfehler oder ein Schaltungsfehler ist, wird lediglich die Fehlermarkierung **4a** in der gefüllten Form angezeigt.

«Markierungsanzeigeeinstellprozess»

[0102] Die Änderungen der Anzeigeform der Markierungen **4a**, **4b** und **4c** in dem vierten Bild werden beispielsweise durch Ausführung eines in **Fig. 9** gezeigten Markierungsanzeigeeinstellprozesses durch die Steuerschaltung **25** als einen der Anzeigevorbereitungsprozesse in S140 in **Fig. 2** erhalten.

[0103] Wie in **Fig. 9** gezeigt, stellt die Steuerschaltung **25** zuerst in S500 in dem Markierungsanzeigeeinstellprozess die Anzeigeform der Markierungen **4a**, **4b** und **4c** auf die nicht gefüllte Form ein.

[0104] Dann bestimmt die Steuerschaltung **25** in S510, ob ein Fehler aufgetreten ist. Genauer gesagt bestimmt die Steuerschaltung **25**, dass kein Fehler aufgetreten ist, wenn weder das Zellendiagnoseergebnis noch das Schaltungsdiagnoseergebnis, die von der internen Schaltung **18** erhalten werden, einen Fehler angeben und kein anderer Fehler detektiert wird. Die Steuerschaltung **25** bestimmt, dass ein Fehler aufgetreten ist, wenn mindestens eines von dem Zellendiagnoseergebnis oder dem Schaltungsdiagnoseergebnis einen Fehler angibt oder ein anderer Fehler detektiert wird.

[0105] In diesem Fall kann ein anderer Fehler einen Fehler in Bezug auf das Batteriepack **12** umfassen, kann jedoch ebenso einen Fehler in Bezug auf das Batterieprüfgerät **11** umfassen. Ferner kann ein Fehler in Bezug auf das Batterieprüfgerät **11** einen Fehler der Entladeschaltung **26** beinhalten. Beispielsweise kann die Steuerschaltung **25** bestimmen, dass der Wert des Entladestroms, der in S270 in **Fig. 3** gemessen wird, von dem zuvor erwähnten Wert I_c des Entladestroms, der ein bestimmter eingestellter Wert ist, um einen spezifizierten Wert oder mehr abweicht, und kann dann bestimmen, dass ein Fehler der Entladeschaltung **26** vorliegt, wenn die Abweichung größer oder gleich dem spezifizierten Wert ist.

[0106] Wenn in S510 bestimmt wird, dass kein Fehler aufgetreten ist, beendet die Steuerschaltung **25** den Markierungsanzeigeeinstellprozess. Somit wird in diesem Fall die Anzeigeform der Markierungen **4a**, **4b** und **4c** auf die nicht gefüllte Form eingestellt.

[0107] Wenn in S510 bestimmt wird, dass ein Fehler aufgetreten ist, schreitet die Steuerschaltung **25** zu S520 fort, stellt die Anzeigeform der Fehlermarkierung **4a** auf die gefüllte Form ein, und schreitet dann zu S530 fort.

[0108] In S530 bestimmt die Steuerschaltung **25** basierend auf dem Zellendiagnoseergebnis, das von der internen Schaltung **18** erhalten wird, ob ein Zellenfehler aufgetreten ist, und geht zu S540 über, wenn bestimmt wird, dass ein Zellenfehler aufgetreten ist.

[0109] In S540 stellt die Steuerschaltung **25** die Anzeigeform der Zellenfehlermarkierung **4b** auf die gefüllte Form ein, und geht danach zu S550 über. Wenn in S530 bestimmt wird, dass kein Zellenfehler aufgetreten ist, geht die Steuerschaltung **25** gleich zu S550 über.

[0110] In S550 bestimmt die Steuerschaltung **25** basierend auf dem Schaltungsdiagnoseergebnis, das von der internen Schaltung **18** erhalten wird, ob ein Schaltungsfehler aufgetreten ist, und geht dann zu S560 über, wenn bestimmt wird, dass ein Schaltungsfehler aufgetreten ist.

[0111] In S560 stellt die Steuerschaltung **25** die Anzeigeform der Schaltungsfehlermarkierung **4c** auf die gefüllte Form ein, und beendet dann den Markierungsanzeigeeinstellprozess. Wenn in S550 bestimmt wird, dass kein Schaltungsfehler aufgetreten ist, beendet die Steuerschaltung **25** den Markierungsanzeigeeinstellprozess.

[0112] Im Falle einer Änderung des Anzeigebilds zu dem vierten Bild in dem Anzeigeprozess in **Fig. 5** zeigt die Steuerschaltung **25** die Markierungen **4a**, **4b** und **4c** in der in dem Markierungsanzeigeeinstellprozess in **Fig. 9** eingestellten Anzeigeform an.

[0113] Der Markierungsanzeigeeinstellprozess in **Fig. 9** kann beispielsweise unmittelbar vor jeder Änderung des Anzeigebilds zu dem vierten Bild ausgeführt werden.

<Montierter Zustand des Transistors>

[0114] Wie in **Fig. 10** gezeigt, ist der Transistor **41** auf einer Leiterplatte **69** montiert, die in dem Batterieprüfgerät **11** enthalten ist. Genauer gesagt ist der Transistor **41** in einem Zustand, in dem er sich lateral erstreckt, auf der Leiterplatte **69** montiert, so dass eine Fläche (bei der vorliegenden Ausführungsform, eine hintere Fläche) des Transistors **41** eine Fläche (bei der vorliegenden Ausführungsform, eine obere Fläche) der Leiterplatte **69** kontaktiert. Die Leiterplatte **69** kann ein PCB oder eine andere Leiterplatte sein. Der Transistor **41** weist ein Wärmeableitungsstück **41b** auf einer einem Anschluss **41a** gegenüberliegenden Seite auf, und das Wärmeableitungsstück **41b** weist ein Loch **41c** zur Befestigung auf. Wenngleich in **Fig. 10** lediglich der Anschluss **41a** gezeigt ist, sind tatsächlich drei Anschlüsse vorhanden, d. h., ein Anschluss, der der Basis entspricht, ein Anschluss, der dem Emitter entspricht, und ein

Anschluss, der dem Kollektor entspricht. Der Transistor **41** ist durch eine Schraube **71**, die durch das Loch **41c** geht, und eine Mutter **72** auf der Leiterplatte **69** befestigt.

<Wirkungen>

[0115] Gemäß der ersten Ausführungsform, die im Vorhergehenden beschrieben wurde, können die folgenden Wirkungen erzielt werden.

(a) Die Steuerschaltung **25** bestimmt in S210 in **Fig. 3**, ob der Nennspannungswert des Batteriepacks **12**, das an dem Befestigungsabschnitt **13** befestigt ist, größer als der spezifizierte Wert V_{th} ist. Wenn bestimmt wird, dass der Nennspannungswert größer oder gleich dem spezifizierten Wert V_{th} ist, stellt die Steuerschaltung **25** die Entladezeit T_d zum Detektieren des Innenwiderstandswerts der befestigten Batterie **15** auf die erste Zeit T_1 ein. Dies wird durch S220 in **Fig. 3** realisiert. Wenn dagegen bestimmt wird, dass der Nennspannungswert größer als der spezifizierte Wert V_{th} ist, stellt die Steuerschaltung **25** die Entladezeit T_d auf die zweite Zeit T_2 ein, die kürzer als die erste Zeit T_1 ist. Dies wird durch S230 in **Fig. 2** realisiert. Mit anderen Worten, die Steuerschaltung **25** verringert die Entladezeit T_d , wenn bestimmt wird „Nennspannung $> V_{th}$ “, im Vergleich zu dem Fall, in dem bestimmt wird, „Nennspannung $\leq V_{th}$ “.

[0116] Dementsprechend wird, wenn der Nennspannungswert des Batteriepacks **12** größer als der spezifizierte Wert V_{th} ist, die Entladezeit T_d im Vergleich zu dem Fall, in dem der Nennspannungswert des Batteriepacks **12** kleiner oder gleich dem spezifizierten Wert V_{th} ist, verringert. Somit können ein Leistungsverbrauch und eine Wärmeerzeugung in dem Transistor **41** verringert werden, wenn der Innenwiderstandswert des Batteriepacks **12** gemessen wird, das einen Nennspannungswert aufweist, der größer als der spezifizierte Wert V_{th} ist.

[0117] Dementsprechend kann ein kompakter (kleiner) Transistor mit einer niedrigen Nennleistung als der Transistor **41** verwendet werden, oder die Wärmeableitungsrippe, die an dem Transistor **41** zu montieren ist, kann weggelassen werden. Wenn die Wärmeableitungsrippe an dem Transistor **41** vorgesehen ist, ist eine kompakte (kleine) Wärmeableitungsrippe ausreichend. Dies ermöglicht eine Verkleinerung des Batterieprüfgeräts **11**.

[0118] Das Einstellen der Entladezeit T_d auf eine festgelegte kurze Zeitdauer trägt zu einer Verringerung einer Berechnungsgenauigkeit des Innenwiderstandswerts für ein beliebiges Batteriepack bei. Gemäß dem Batterieprüfgerät **11** der ersten Ausführungsform wird dagegen ermöglicht, eine Verringerung einer Berechnungsgenauigkeit des Innenwider-

standswerts zumindest für ein Batteriepack mit einem Nennspannungswert kleiner oder gleich dem spezifizierten Wert V_{th} zu vermeiden oder zu verringern. Das heißt, das Batterieprüfgerät **11** ermöglicht, dass eine Leistungsfähigkeit und eine Verkleinerung des Batterieprüfgeräts **11** auf ausgeglichene Weise erreicht werden können.

(b) Eine Konfiguration, die dazu in der Lage ist, die Entladezeit T_d zu ändern, kann im Vergleich zu einer Konfiguration, bei der die Entladezeit T_d nicht geändert werden kann, ohne Vorsehen von Hardware zusätzlich zu der Entladeschaltung **26** erzielt werden. Dementsprechend kann die Konfiguration, die dazu in der Lage ist, die Entladezeit T_d zu ändern, problemlos einen vereinfachten Aufbau des Batterieprüfgeräts **11** ermöglichen und somit zu einer Verkleinerung des Batterieprüfgeräts **11** beitragen.

(c) Die Steuerschaltung **25** detektiert den Nennspannungswert basierend auf der Nennspannungs-ID, die in S210 in **Fig. 3** von dem Batteriepack **12** erhalten wird. Somit kann der Nennspannungswert korrekt detektiert werden.

[0119] Daten, die das Angeben des Nennspannungswerts ermöglichen, können beispielsweise Daten sein, die die Modellnummer des Batteriepacks **12** angeben (im Folgenden als „Modellnummerdaten“ bezeichnet), wie oben beschrieben. In diesem Fall kann beispielsweise vorgesehen sein, dass ein Datenkennfeld, das eine Korrespondenzbeziehung zwischen der Modellnummer des Batteriepacks **12** und dem Nennspannungswert abbildet, in dem Flash-Speicher **33** oder dergleichen gespeichert ist und die Steuerschaltung **25** den Nennspannungswert basierend auf dem Datenkennfeld und den Modellnummerdaten detektiert.

(d) Der Transistor **41** ist auf der Leiterplatte **69** wie unter Bezugnahme auf **Fig. 10** beschrieben so montiert, dass er sich lateral erstreckt. Dementsprechend kann Wärme in dem Transistor **41** von dem Transistor **41** zu der Leiterplatte **60** abgeleitet werden, und somit kann ein kompakterer Transistor als der Transistor **41** verwendet werden. Ferner kann die Höhe des auf der Leiterplatte **69** montierten Transistors **41** verringert werden. Somit kann problemlos eine weitere Verkleinerung des Batterieprüfgeräts **11** erzielt werden.

(e) Die Steuerschaltung **25** bewirkt, dass der berechnete Innenwiderstandswert auf der LCD **51**, genauer gesagt, in dem unteren Abschnitt **1c** des ersten Bilds, angezeigt wird. Somit kann der Benutzer ein Messergebnis des Innenwiderstandswerts sehen.

(f) Die nicht gefüllte Form jeder der Markierungen **4a**, **4b** und **4c** in dem auf der LCD **51** angezeigten vierten Bild ist die Anzeigeform, die das Nichtvorhandensein eines Fehlers angibt, während die gefüllte Form die Anzeigeform ist, die das Vorhandensein eines Fehlers anzeigt. Das heißt, das

vierte Bild zeigt einen Normalzustand oder einen Fehler so an, dass sie unterschieden werden können, indem die nicht gefüllte Form und die gefüllte Form verwendet werden. Somit kann der Benutzer anhand der Anzeigeform der Fehlermarkierung **4a** ohne weiteres das Vorhandensein/Nichtvorhandensein des Fehlers, d.h., ob ein normaler oder ein fehlerhafter Zustand vorliegt, erkennen. Ferner kann der Benutzer durch eine Kombination der Anzeigeformen der Zellenfehlermarkierung **4b** und der Schaltungsfehlermarkierung **4c** ohne weiteres bestimmen, ob der Fehler ein Zellenfehler, ein Schaltungsfehler oder ein anderer Fehler ist.

[0120] Ferner ist die Fehlermarkierung **4a** eine Abbildung mit einem Ausrufezeichen, die einen Fehler angibt, die Zellenfehlermarkierung **4b** ist eine Abbildung, die eine Batterie darstellt, die für eine Zelle steht, und die Schaltungsfehlermarkierung **4c** ist eine Abbildung, die eine IC darstellt, die für eine Schaltung steht. Wie vorher beschrieben, sind die Markierungen **4a**, **4b** und **4c** sozusagen Symbole, die eine Form aufweisen, die auf eine Bedeutung der Markierung hinweist. Somit kann das Batterieprüfgerät **11** von verschiedenen Benutzern, die unterschiedliche Sprachen sprechen, verwendet werden.

[0121] Die Zellenfehlermarkierung **4b** und die Schaltungsfehlermarkierung **4c** können jeweils eine Markierung sein, die das Vorhandensein/Nichtvorhandensein eines unterschiedlichen Fehlers angeben. Darüber hinaus kann das vierte Bild lediglich eine Markierung oder drei oder mehr Markierungen zusätzlich zu der Fehlermarkierung **4a** aufweisen.

[0122] Bei der vorliegenden Ausführungsform dient die Steuerschaltung **25** als ein Beispiel für jeweils eine Entladevorrichtung, einen Spannungswertdetektor, einen Berechner, eine Änderungsvorrichtung, einen Anzeigeprozessor. S250, S260 und S290 in **Fig. 3** entsprechen einem Beispiel für einen Prozess, der von der Entladevorrichtung durchgeführt wird; S240 und S280 in **Fig. 3** entsprechen einem Beispiel für einen Prozess, der von dem Spannungswertdetektor durchgeführt wird. Die in S240 gemessene Batteriespannung entspricht einem Beispiel für die erste Spannung, während die in S280 gemessene Batteriespannung einem Beispiel für die zweite Spannung entspricht. S300 in **Fig. 3** entspricht einem Beispiel für einen Prozess des Berechners, während S210, S220 und S230 in **Fig. 3** einem Beispiel für einen Prozess der Änderungsvorrichtung entsprechen. S150 in **Fig. 2** entspricht einem Beispiel für einen Prozess des Anzeigeprozessors.

[Zweite Ausführungsform]

[0123] Eine zweite Ausführungsform weist eine Grundkonfiguration auf, die ähnlich zu der der ersten Ausführungsform ist. Dementsprechend werden Kon-

figurationen der zweiten Ausführungsform, die auch bei der ersten Ausführungsform vorhanden sind, hierin nicht weiter beschrieben, und die zweite Ausführungsform wird unter Konzentration auf die Unterschiede zu der ersten Ausführungsform beschrieben. Dieselben Bezugszeichen wie bei der ersten Ausführungsform bezeichnen dieselben Konfigurationen, und es wird Bezug genommen auf die vorhergehenden Beschreibungen.

[0124] Ein Batterieprüfgerät **75** der zweiten Ausführungsform, das in **Fig. 11** gezeigt ist, weist die folgenden Unterschiede (D1), (D2) und (D3) zu dem Batterieprüfgerät **11** der ersten Ausführungsform auf.

(D1) Wie in **Fig. 11** gezeigt, weist das Batterieprüfgerät **75** anstelle der Entladeschaltung **26** in **Fig. 1** eine Entladeschaltung **76** auf. Die Entladeschaltung **76** unterscheidet sich von der Entladeschaltung **26** dahingehend, dass die Entladeschaltung **76** ferner einen Widerstand **50** aufweist. Ein erstes Ende des Widerstands **50** ist mit einem Verbindungspunkt zwischen dem Widerstand **46** und dem Widerstand **47** und dem nicht invertierenden Eingang des Operationsverstärkers **43** verbunden, während ein zweites Ende des Widerstands **50** mit einem Ausgabeanschluss P6 der Steuerschaltung **25** verbunden ist.

(D2) Beim Stopp eines Betriebs der Entladeschaltung **76** setzt die Steuerschaltung **25** die Spannungspegel der Ausgabeanschlüsse P4 und P6 auf Niedrig und den Spannungspegel des Ausgabeanschlusses P5 auf Hoch.

[0125] Wenn dagegen die Entladeschaltung **76** betrieben wird, arbeitet die Steuerschaltung **25** entweder in einem ersten Modus oder in einem zweiten Modus, die im Folgenden beschrieben werden.

«Erster Modus»

[0126] In dem ersten Modus setzt die Steuerschaltung **25** den Ausgabeanschluss P6 auf einen Zustand mit hoher Impedanz, den Spannungspegel des Ausgabeanschlusses P4 auf Hoch und den Spannungspegel des Ausgabeanschlusses P5 auf Niedrig.

[0127] Dementsprechend ist bei einem Betrieb der Steuerschaltung **25** in dem ersten Modus die Spannung des nicht invertierenden Eingangs des Operationsverstärkers **43** eine Spannung, die durch Teilen der Spannung des Ausgabeanschlusses P4, wenn der Spannungspegel auf Hoch gesetzt ist, durch die Widerstände **46** und **47** erhalten wird, ähnlich wie bei der ersten Ausführungsform. Somit wird ein Wert I_{c1} des konstanten Entladestroms von der befestigten Batterie **15** über den Transistor **41** durch „ V_{r1}/R_{42} “ dargestellt, wenn der Wert der durch die Widerstände **46** und **47** geteilten Spannung V_{r1} ist.

«Zweiter Modus»

[0128] In dem zweiten Modus setzt die Steuerschaltung **25** den Ausgabeanschluss P4 auf einen Zustand mit hoher Impedanz, den Spannungspegel des Ausgabeanschlusses P6 auf Hoch und den Spannungspegel des Ausgabeanschlusses P5 auf Niedrig.

[0129] Dementsprechend ist bei einem Betrieb der Steuerschaltung **25** in dem zweiten Modus die Spannung des nicht invertierenden Eingangs des Operationsverstärkers **43** eine Spannung, die durch Teilen der Spannung des Ausgabeanschlusses P6, wenn der Spannungspegel auf Hoch gesetzt ist, durch die Widerstände **46** und **50** erhalten. Somit wird ein Wert I_{c2} des konstanten Entladestroms von der befestigten Batterie **15** über den Transistor **41** durch „ V_{r2}/R_{42} “ angegeben, wenn der Wert der durch die Widerstände **46** und **50** geteilten Spannung V_{r2} ist.

[0130] Ein Widerstandswert des Widerstands **50** ist so eingestellt, dass er größer ist als ein Widerstandswert des Widerstands **47**. Somit ist der Wert V_{r2} in dem zweiten Modus kleiner als der Wert V_{r1} im ersten Modus, und demzufolge ist der Wert I_{c2} in dem zweiten Modus kleiner als der Wert I_{c1} in dem ersten Modus. Bei der vorliegenden Ausführungsform sind jeweilige Widerstandswerte der Widerstände **46**, **47** und **50** sowie R_{42} derart ausgewählt, dass beispielsweise der Wert I_{c1} 2 Ampere beträgt und der Wert I_{c2} 0,2 Ampere beträgt.

(D3) Die Steuerschaltung **25** führt anstelle des Widerstandswertdetektionsprozesses in **Fig. 3** einen Widerstandswertdetektionsprozess in **Fig. 12** aus. Prozesse in **Fig. 12**, die dieselben wie die in **Fig. 3** sind, sind mit denselben Schrittnummern versehen und werden nicht weiter beschrieben.

[0131] Der Widerstandswertdetektionsprozess in **Fig. 12** unterscheidet sich von dem Widerstandswertdetektionsprozess in **Fig. 3** darin, dass S225 anstelle von S220 durchgeführt wird und S235 anstelle von S230 durchgeführt wird.

[0132] Wie in **Fig. 12** gezeigt, geht die Steuerschaltung **25**, wenn in S210 bestimmt wird, dass der Nennspannungswert nicht größer als der spezifizierte Wert V_{th} ist, zu S225 über und stellt den Betriebsmodus der Steuerschaltung **25** auf den zuvor erwähnten ersten Modus ein.

[0133] Wenn in S210 bestimmt wird, dass der Nennspannungswert größer als der spezifizierte Wert V_{th} ist, geht die Steuerschaltung **25** zu S235 über und stellt den Betriebsmodus der Steuerschaltung **25** auf den zuvor erwähnten zweiten Modus ein.

[0134] In S250 arbeitet die Steuerschaltung **25** in dem in S225 oder S235 eingestellten Betriebsmodus,

so dass der Betrieb der Entladeschaltung **76** gestartet wird.

[0135] Bei der zweiten Ausführungsform ist die Entladezeit T_d eine feste Zeitdauer, die beispielsweise dieselbe ist wie die erste Zeit T_1 bei der ersten Ausführungsform. Das heißt, bei der zweiten Ausführungsform wird der Wert des Entladestroms von der befestigten Batterie **15** über den Transistor **41** geändert, anstatt die Entladezeit T_d zu ändern.

[0136] Genauer gesagt arbeitet die Steuerschaltung **25**, wenn bestimmt wird, dass der Nennspannungswert des Batteriepacks **12** kleiner oder gleich dem spezifizierten Wert V_{th} ist, in dem ersten Modus, so dass der Wert des Entladestroms auf den Wert I_{c1} eingestellt wird, während, wenn bestimmt wird, dass der Nennspannungswert größer als der spezifizierte Wert V_{th} ist, die Steuerschaltung **25** in dem zweiten Modus arbeitet, so dass der Wert des Entladestroms auf den Wert I_{c2} eingestellt wird, der kleiner als der Wert I_{c1} ist.

[0137] Gemäß dem Batterieprüfgerät **75** der zweiten Ausführungsform können ebenfalls der Leistungsverbrauch und die Wärmeenergiezeugung in dem Transistor **41** verringert werden, wenn der Innenwiderstandswert des Batteriepacks **12** mit einem Nennspannungswert, der größer als der spezifizierte Wert V_{th} ist, gemessen wird. Somit kann dieselbe Wirkung wie die Wirkung (a) bei der ersten Ausführungsform erhalten werden. Ferner können die Wirkungen (c) bis (f) erhalten werden.

[0138] Bei der zweiten Ausführungsform entsprechen S210, S225 und S235 in **Fig. 12** einem Beispiel für einen Prozess einer Änderungsvorrichtung.

[0139] Bei der zweiten Ausführungsform kann der Wert des Entladestroms beispielsweise durch Ändern der Spannung des Ausgabeanschlusses P4 unter Verwendung eines D/A-Wandlers oder dergleichen anstelle des Widerstands **50** geändert werden. In diesem Fall kann die Steuerschaltung **25** die Spannung des Ausgabeanschlusses P4 in dem ersten Modus auf eine spezifizierte Spannung (beispielsweise 3,3 V) einstellen und die Spannung des Ausgabeanschlusses P4 in dem zweiten Modus auf eine Spannung einstellen, die niedriger als die zuvor erwähnte spezifizierte Spannung ist.

[Andere Ausführungsformen]

[0140] Wenngleich im Vorhergehenden einige Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung beschrieben wurden, ist die vorliegende Offenbarung nicht auf die zuvor beschriebenen Ausführungsformen beschränkt, sondern kann auf verschiedene Weisen umgesetzt werden. Die zuvor erwähnten

Werte sind lediglich Beispiele, und es können andere Werte verwendet werden.

[0141] Gemäß der vorliegenden Offenbarung kann auch die erste Ausführungsform mit der zweiten Ausführungsform kombiniert werden, und es können sowohl die Entladezeit als auch der Entladestrom geändert werden. Genauer gesagt können die erste Ausführungsform und die zweite Ausführungsform so kombiniert werden, dass ein in **Fig. 13** gezeigter Prozess ausgeführt wird.

[0142] Die Steuerschaltung **25** kann zum Detektieren des Nennspannungswerts des Batteriepacks **12** basierend auf dem detektierten Wert der Batteriespannung in S210 in **Fig. 3** ausgebildet sein. In diesem Fall kann in dem Widerstandswertdetektionsprozess in **Fig. 3** der Prozess in S240 beispielsweise vor S210 durchgeführt werden, und der Nennspannungswert kann basierend auf dem detektierten Wert V_1 , der in S240 gespeichert wird, detektiert werden. Ferner kann als ein Verfahren zum Detektieren des Nennspannungswerts basierend auf dem detektierten Wert der Batteriespannung beispielsweise das folgende Verfahren verwendet werden. Genauer gesagt kann bei dem Verfahren ein Datenkennfeld, das eine Korrespondenzbeziehung zwischen dem Wert der Batteriespannung und dem Nennspannungswert abbildet, in dem Flash-Speicher **33** oder dergleichen gespeichert sein, und die Steuerschaltung **25** kann den Nennspannungswert basierend auf dem Datenkennfeld und dem detektierten Wert der Batteriespannung detektieren. In diesem Fall kann die Steuerschaltung **25** die Nennspannung bestimmen, auch wenn die zuvor erwähnte Nennspannungs-ID nicht von dem Batteriepack **12** erhalten werden kann. Solch eine Modifikation kann auf ähnliche Weise auch auf die zweite Ausführungsform angewandt werden.

[0143] Bei der ersten und der zweiten Ausführungsform wird jeweils ein Verfahren verwendet, bei dem bestimmt wird, ob der Nennspannungswert größer als der spezifizierte Wert V_{th} ist, und die Entladezeit oder der Entladestrom wird verringert, wenn der Nennspannungswert größer als der spezifizierte Wert V_{th} ist. Das heißt, ein einziger Schwellenwert (d.h. der spezifizierte Wert V_{th}) wird eingestellt, und die Entladezeit oder der Entladestrom wird in Abhängigkeit davon, ob der Nennspannungswert größer als der Schwellenwert ist, geändert. Gemäß der vorliegenden Offenbarung können mehrere Schwellenwerte zum Ändern der Entladezeit oder des Entladestroms gemäß der Nennspannung in mehreren Schritten verwendet werden.

[0144] Gemäß der vorliegenden Offenbarung kann ferner die Entladezeit oder der Entladestrom gemäß dem detektierten Wert der Batteriespannung anstelle des Nennspannungswerts geändert werden. In die-

sem Fall kann die Entladezeit oder der Entladestrom gemäß dem detektierten Wert der Batteriespannung stufenlos geändert werden, so dass die Entladezeit oder der Entladestrom basierend auf der detektierten Batteriespannung eingestellt wird.

[0145] Das Anzeigebild der ersten Ausführungsform oder der zweiten Ausführungsform kann zwischen fünf oder mehr Bildern oder zwischen drei oder weniger Bildern geändert werden. Ferner kann das Anzeigebild zwischen einem detaillierten Modus mit vier Bildern und einem einfachen Modus mit weniger Bildern (beispielsweise zwei Bildern) umgeschaltet werden, beispielsweise durch eine spezielle Betätigung wie ein gleichzeitiges Drücken sowohl des ersten Schalters **53** als auch des zweiten Schalters **54**. Alternativ dazu kann das Anzeigebild zwischen dem detaillierten Modus mit vier Bildern und einem Administratormodus mit mehr Bildern (beispielsweise acht Bildern) umgeschaltet werden. Bei der vorliegenden Offenbarung kann ein speziell dafür vorgesehener Schalter zum Umschalten zwischen dem detaillierten Modus, dem einfachen Modus und dem Administratormodus vorgesehen sein.

[0146] In S300 in **Fig. 3** kann der Innenwiderstandswert R_b durch Einsetzen des Werts I_c , der ein vor-eingestellter Wert des Entladestroms ist, anstelle des Werts I_r in die Formel (1) berechnet werden. In diesem Fall kann der Prozess zum Messen des Werts des Entladestroms in S270 weggelassen werden. Solch eine Modifikation kann auch auf eine ähnliche Weise auf die zweite Ausführungsform angewandt werden.

[0147] Die Prüfvorrichtung ist als eine separate Vorrichtung, d.h., das Batterieprüfgerät **11** oder **75** der zuvor beschriebenen Ausführungsformen, ausgebildet. Die Prüfvorrichtung kann so ausgebildet sein, dass sie an einem Ladegerät zum Laden des Batteriepacks anbringbar und von diesem abnehmbar ist oder in das Ladegerät mit aufgenommen ist.

[0148] Das Verfahren zum Anzeigen des vierten Bilds der zuvor erwähnten Ausführungsform, d.h., das Verfahren, bei dem eine von mehreren Markierungen das Vorhandensein/Nichtvorhandensein eines Fehlers angibt, wobei die verbleibenden Markierungen angeben, ob entsprechende Fehler auftreten, kann auf andere Vorrichtungen als ein Batterieprüfgerät angewandt werden. Beispielsweise kann dieses Verfahren auf ähnliche Weise auf eine Prüfvorrichtung zum Inspizieren eines anderen Objekts als ein Batteriepack oder einer anderen Vorrichtung angewandt werden. Dann kann in Abhängigkeit von der Vorrichtung, auf die das Verfahren angewandt wird, ein Benutzer ohne weiteres das Vorhandensein/Nichtvorhandensein eines Fehlers erkennen und einen Typ eines derzeit vorliegenden Fehlers bestimmen.

[0149] Mehrere Funktionen, die durch ein Element der zuvor erwähnten Ausführungsformen erhalten werden, können durch mehrere Elemente erhalten werden, und eine Funktion, die durch ein Element erhalten wird, kann durch mehrere Elemente erhalten werden. Ferner können mehrere Funktionen, die durch mehrere Elemente erhalten werden, durch ein Element erhalten werden, oder eine Funktion, die durch mehrere Elemente erhalten wird, kann durch ein Element erhalten werden. Darüber hinaus kann ein Teil der Konfigurationen der zuvor erwähnten Ausführungsformen weggelassen werden. Es versteht sich, dass der Schutzbereich durch die folgenden Ansprüche angegeben ist. Die vorliegende Offenbarung kann auf verschiedene Weisen abgewandelt werden, so dass ein System mit der Prüfvorrichtung, ein Programm, das bewirkt, dass ein Computer als die Prüfvorrichtung arbeitet, ein nicht flüchtiges physikalisches Speichermedium, das das Programm speichert, und ein Innenwiderstandswertmessverfahren gemäß der vorliegenden Offenbarung bereitgestellt werden können.

[0150] Es wird explizit betont, dass alle in der Beschreibung und/oder den Ansprüchen offenbarten Merkmale als getrennt und unabhängig voneinander zum Zweck der ursprünglichen Offenbarung ebenso wie zum Zweck des Einschränkens der beanspruchten Erfindung unabhängig von den Merkmalskombinationen in den Ausführungsformen und/oder den Ansprüchen angesehen werden sollen. Es wird explizit festgehalten, dass alle Bereichsangaben oder Angaben von Gruppen von Einheiten jeden möglichen Zwischenwert oder Untergruppe von Einheiten zum Zweck der ursprünglichen Offenbarung ebenso wie zum Zweck des Einschränkens der beanspruchten Erfindung offenbaren, insbesondere auch als Grenze einer Bereichsangabe.

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

- JP 2000-121710 [0002]

Patentansprüche

1. Prüfvorrichtung (11; 75) für ein Batteriepack (12) für eine Arbeitsmaschine, mit:

einem Verbinder (13), der zur Verbindung mit dem Batteriepack (12), das eine Batterie (15) mit einem positiven Elektrodenanschluss (16) und einem negativen Elektrodenanschluss (17) aufweist, ausgebildet ist;

einem Entlader (26; 76) mit einem Transistor (41), der zwischen den positiven Elektrodenanschluss (16) und den negativen Elektrodenanschluss (17) der Batterie (15) in dem mit dem Verbinder (13) verbundenen Batteriepack (12) geschaltet wird, wobei der Entlader (26; 76) zum Entladen der Batterie (15) über den Transistor (41) ausgebildet ist;

einer Änderungsvorrichtung (25), die zum Detektieren eines Nennspannungswerts des mit dem Verbinder (13) verbundenen Batteriepacks (12) oder eines Spannungswerts der Batterie (15) in dem Batteriepack (12) und zum Verringern einer Entladezeit der Batterie (15) und/oder eines Entladestromwerts der Batterie (15) bei einem größeren detektierten Wert ausgebildet ist;

einer Entladevorrichtung (25), die zum Bewirken, dass der Entlader (26; 76) während der Entladezeit zum Entladen der Batterie (15) in Betrieb ist, ausgebildet ist;

einem Spannungswertdetektor (25, 27), der zum Detektieren eines ersten Spannungswerts und eines zweiten Spannungswerts ausgebildet ist, wobei der erste Spannungswert ein Spannungswert der Batterie (15) vor einem Beginn einer Entladung der Batterie (15) durch die Entladevorrichtung (25) ist und der zweite Spannungswert ein Spannungswert der Batterie (15) während einer Entladung der Batterie (15) ist; und

einem Berechner (25), der zum Berechnen eines Innenwiderstandswerts der Batterie (15) basierend auf dem Entladestromwert und auf einem Unterschied zwischen dem ersten Spannungswert und dem zweiten Spannungswert, die durch den Spannungswertdetektor (25, 27) detektiert werden, ausgebildet ist.

2. Prüfvorrichtung (11; 75) nach Anspruch 1, ferner mit:

einem Entladestromwertdetektor (25, 42), der zum Detektieren des Entladestromwerts ausgebildet ist, bei der der Berechner (25) ferner zum Berechnen des Innenwiderstandswerts basierend auf dem von dem Entladestromwertdetektor (25, 42) detektierten Entladestromwert und auf dem Unterschied ausgebildet ist.

3. Prüfvorrichtung (11; 75) nach Anspruch 1, bei der der Berechner (25) ferner zum Berechnen des Innenwiderstandswerts basierend auf dem eingestellten Entladestromwert und dem Unterschied ausgebildet ist.

4. Prüfvorrichtung (11; 75) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, bei der die Änderungsvorrichtung (25) ferner zum Bestimmen einer Größe des detektierten Werts basierend auf mindestens einem voreingestellten Schwellenwert ausgebildet ist.

5. Prüfvorrichtung (11) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, bei der die Änderungsvorrichtung zum Verringern der Entladezeit ausgebildet ist.

6. Prüfvorrichtung (11; 75) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, bei der die Änderungsvorrichtung (25) zum Erhalten von Daten, die ein Spezifizieren des Nennspannungswerts ermöglichen, von dem Batteriepack (12) und Detektieren des Nennspannungswerts basierend auf den erhaltenen Daten ausgebildet ist.

7. Prüfvorrichtung (11; 75) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, bei der die Änderungsvorrichtung (25) zum Detektieren des Nennspannungswerts basierend auf dem Spannungswert der Batterie (15) ausgebildet ist.

8. Prüfvorrichtung (11; 75) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, ferner mit:

einer Leiterplatte (69),

bei der der Transistor (41) eine Fläche aufweist und derart auf der Leiterplatte (69) montiert ist, dass die eine Fläche die Leiterplatte (69) kontaktiert.

9. Prüfvorrichtung (11; 75) nach einem der Ansprüche 1 bis 8, ferner mit:

einem Anzeigeprozessor (25), der zum Bewirken, dass eine Anzeigevorrichtung (51) den von dem Berechner (25) berechneten Innenwiderstandswert anzeigt, ausgebildet ist.

10. Prüfvorrichtung (11; 75) nach einem der Ansprüche 1 bis 9, bei der der Entlader (26; 76) ferner zum konstanten Entladen der Batterie (15) mit dem Entladestromwert ausgebildet ist.

11. Prüfvorrichtung (11; 75) nach einem der Ansprüche 1 bis 10, bei der der Entlader (26; 76) ferner zum Einschalten des Transistors (41) zum Entladen der Batterie (15) ausgebildet ist.

12. Prüfvorrichtung (11; 75) nach einem der Ansprüche 1 bis 11, bei der der Verbinder (13) ferner derart ausgebildet ist, dass das Batteriepack (12) an dem Verbinder (13) anbringbar ist.

13. Prüfverfahren für ein Batteriepack (12) für eine elektrische Arbeitsmaschine, wobei das Batteriepack (12) eine Batterie (15) mit einem positiven Elektrodenanschluss (16) und einem negativen Elektrodenanschluss (17) aufweist, mit folgenden Schritten:
Schalten eines Transistors (41) zwischen den positiven Elektrodenanschluss (16) und den negativen

Elektrodenanschluss (17) der Batterie (15) in dem Batteriepack (12);

Detektieren eines Nennspannungswerts des Batteriepacks (12) oder eines Spannungswerts der Batterie (15) in dem Batteriepack (12);

Einstellen einer Entladezeit der Batterie (15) und/oder eines Entladestromwerts der Batterie (15) derart, dass die Entladezeit und/oder der Entladestromwert bei einem größeren detektierten Wert verringert werden/wird;

Entladen der Batterie (15) über den Transistor (41) während der Entladezeit;

Detektieren eines ersten Spannungswerts, der ein Spannungswert der Batterie (15) vor einem Entladen der Batterie (15) ist;

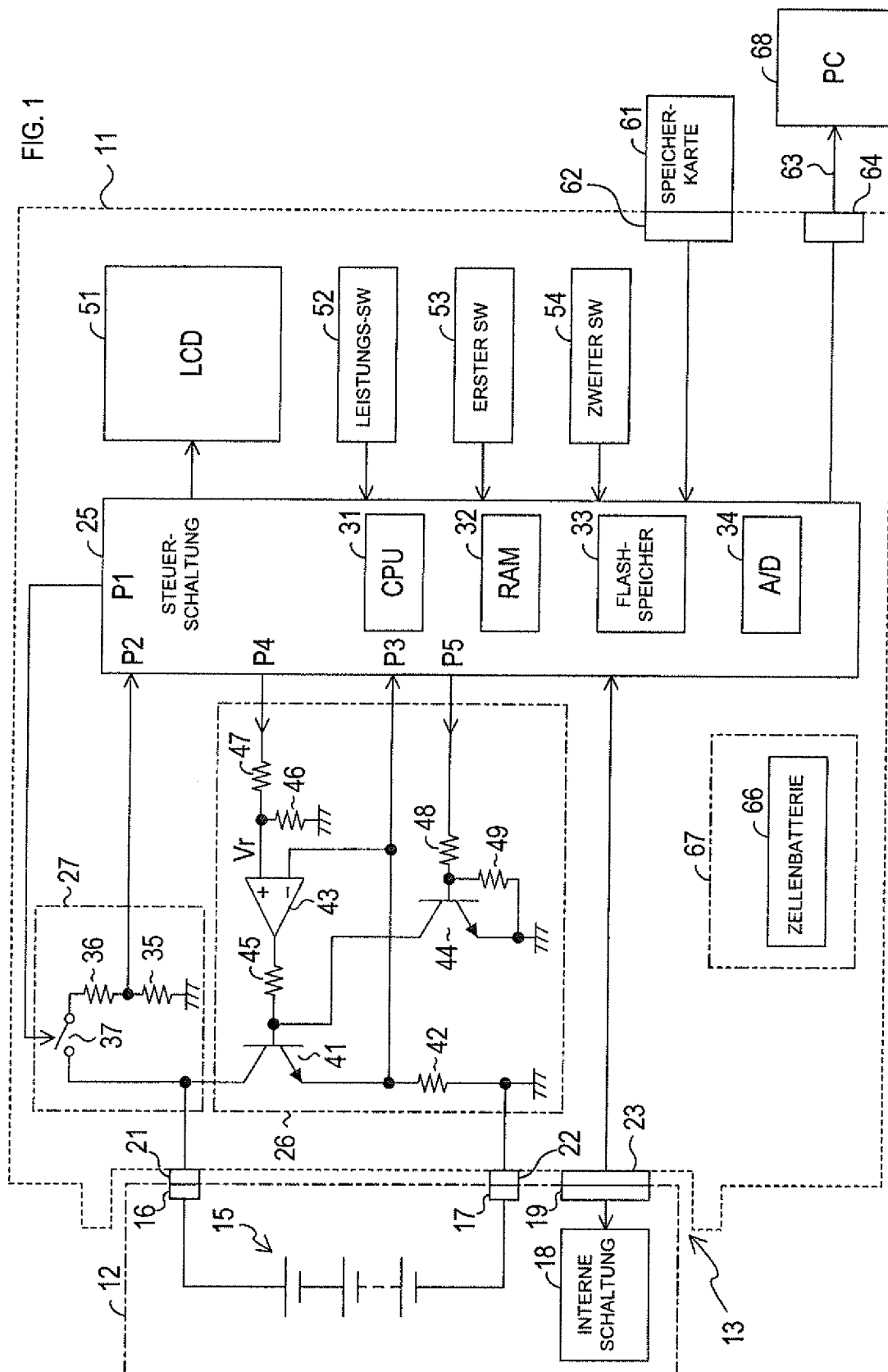
Detektieren eines zweiten Spannungswerts, der ein Spannungswert der Batterie (15) während des Entladens der Batterie (15) ist;

Berechnen eines Unterschieds zwischen dem detektierten ersten Spannungswert und dem detektierten zweiten Spannungswert; und

Berechnen eines Innenwiderstandswerts der Batterie (15) basierend auf dem Entladestromwert und dem berechneten Unterschied.

Es folgen 13 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen



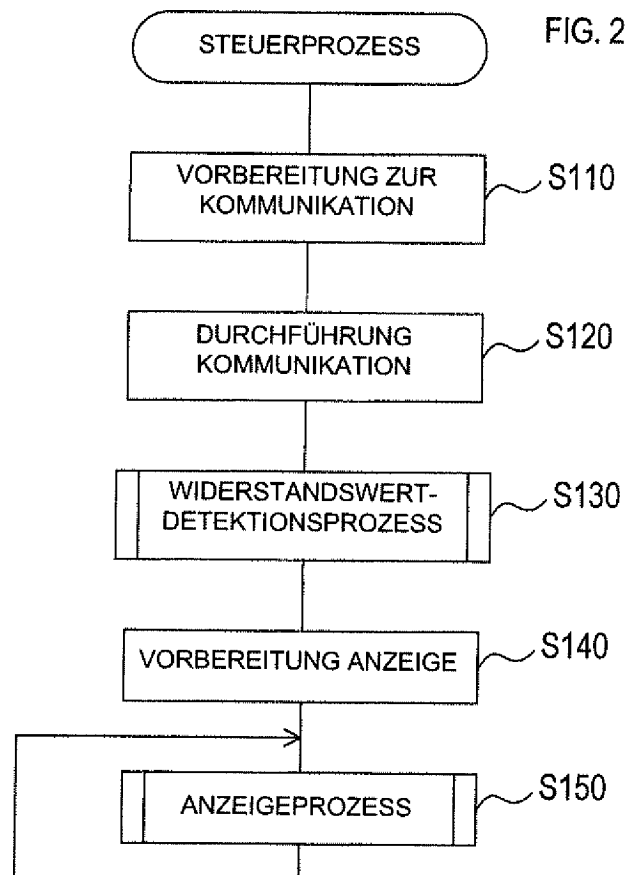
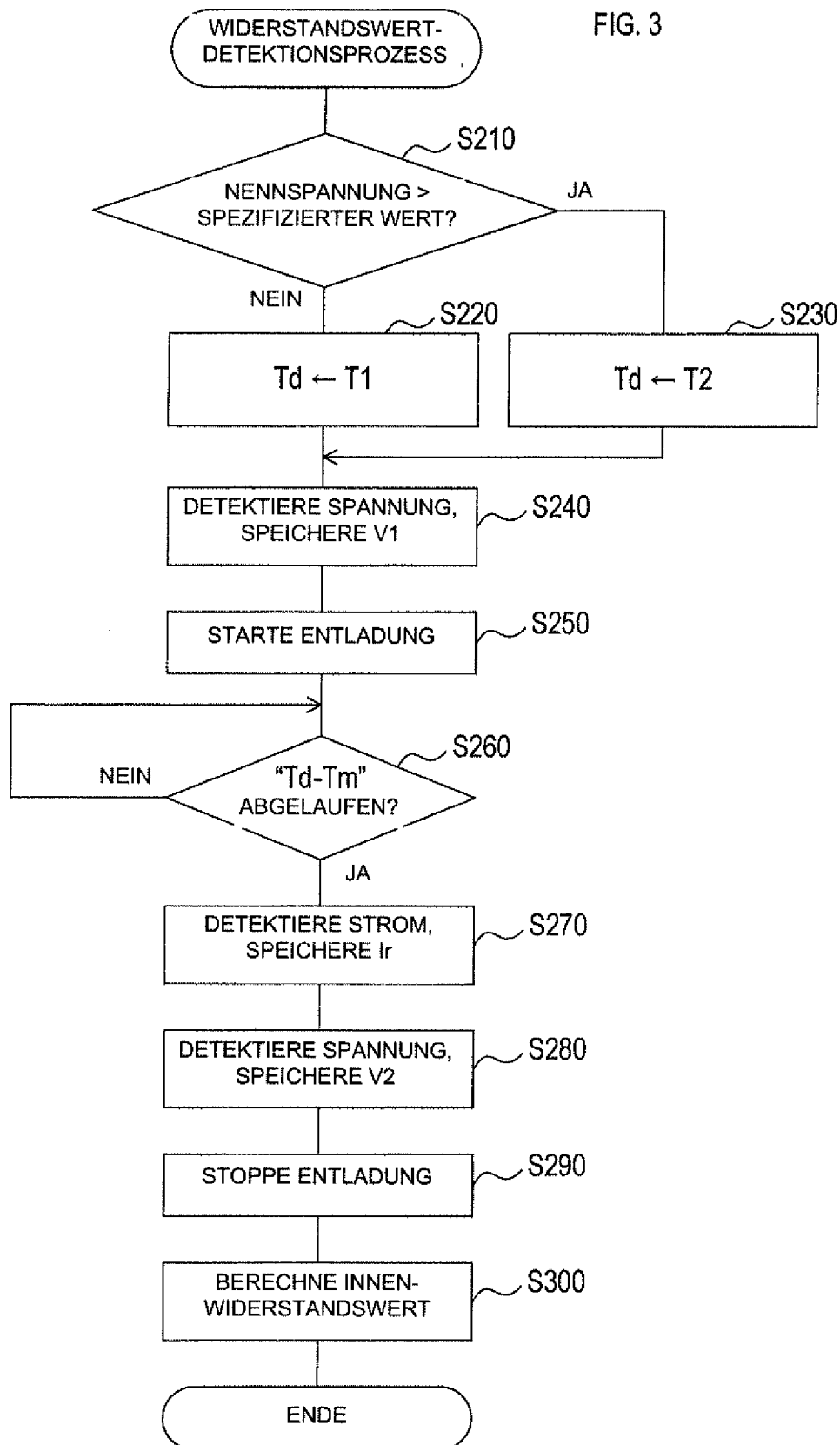


FIG. 3



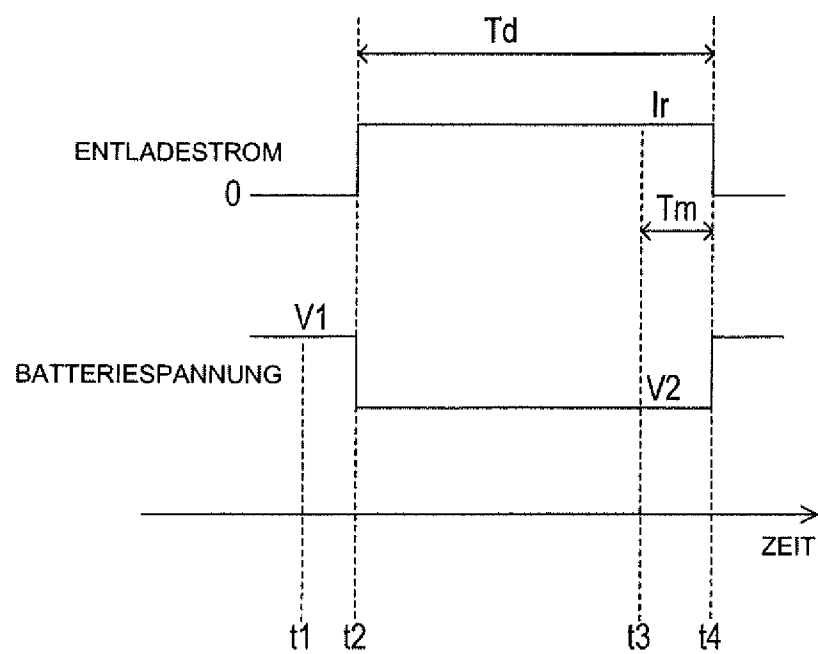


FIG. 4

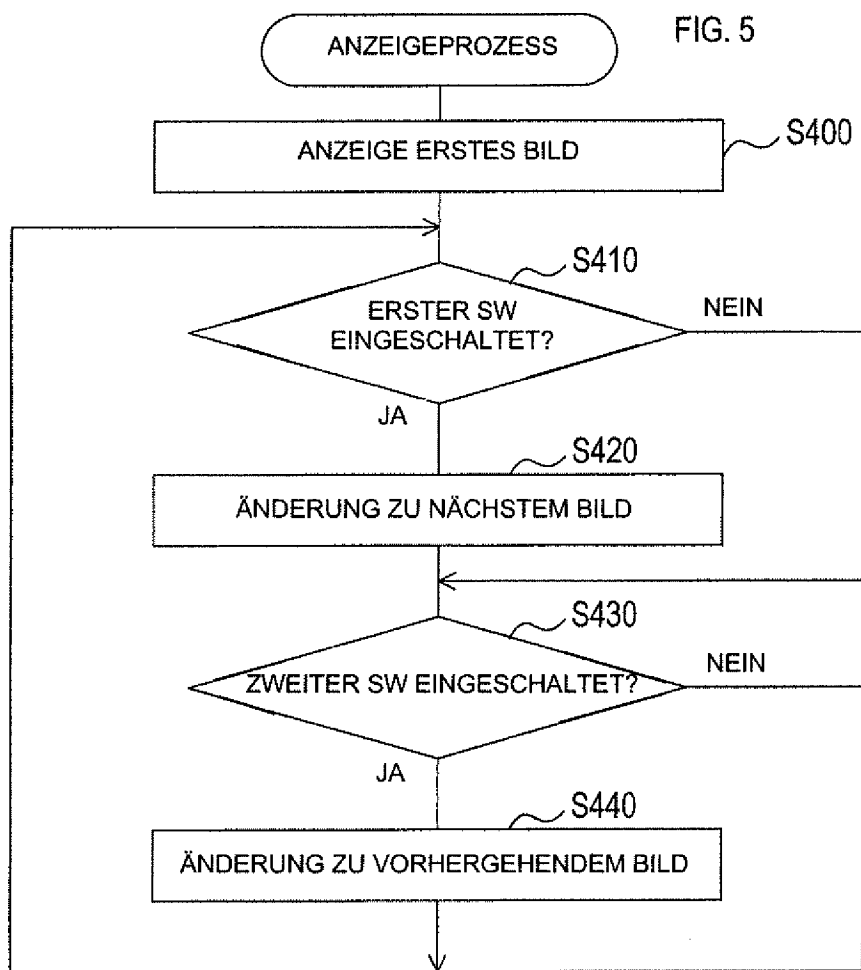
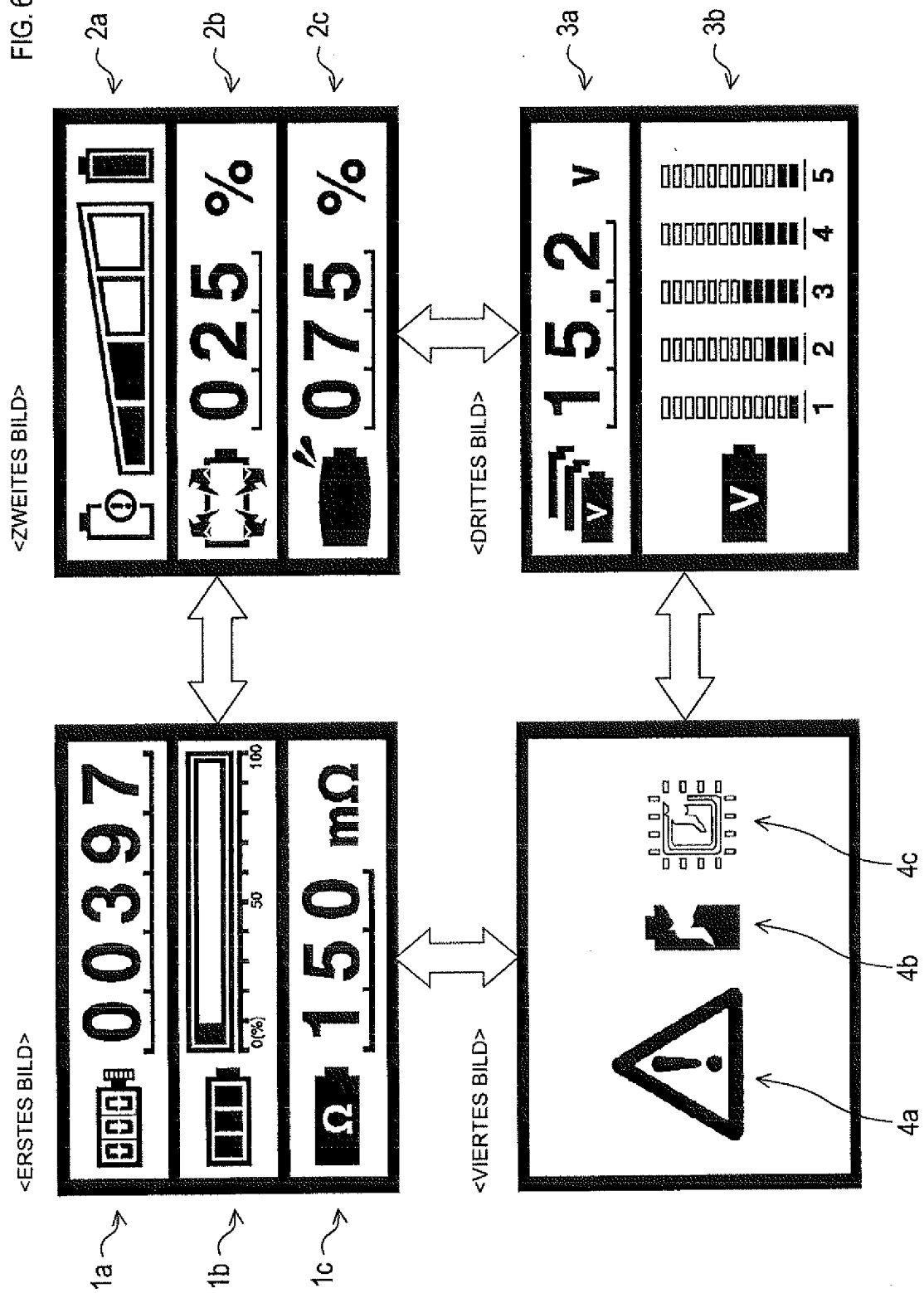


FIG. 6



<VIERTES BILD>

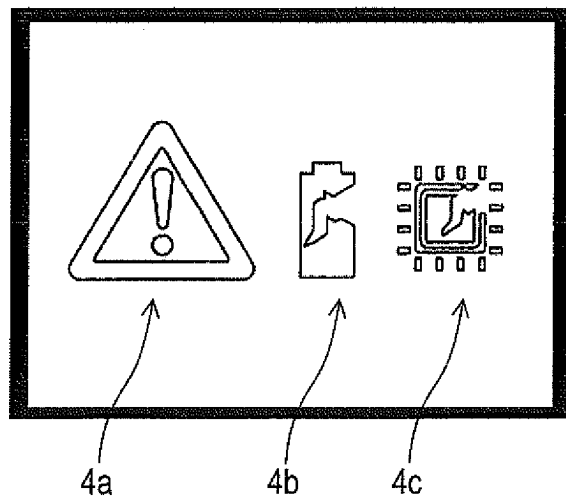


FIG. 7

<VIERTES BILD>

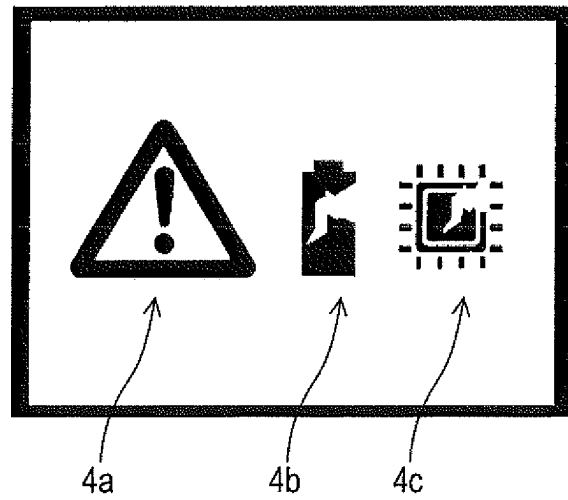
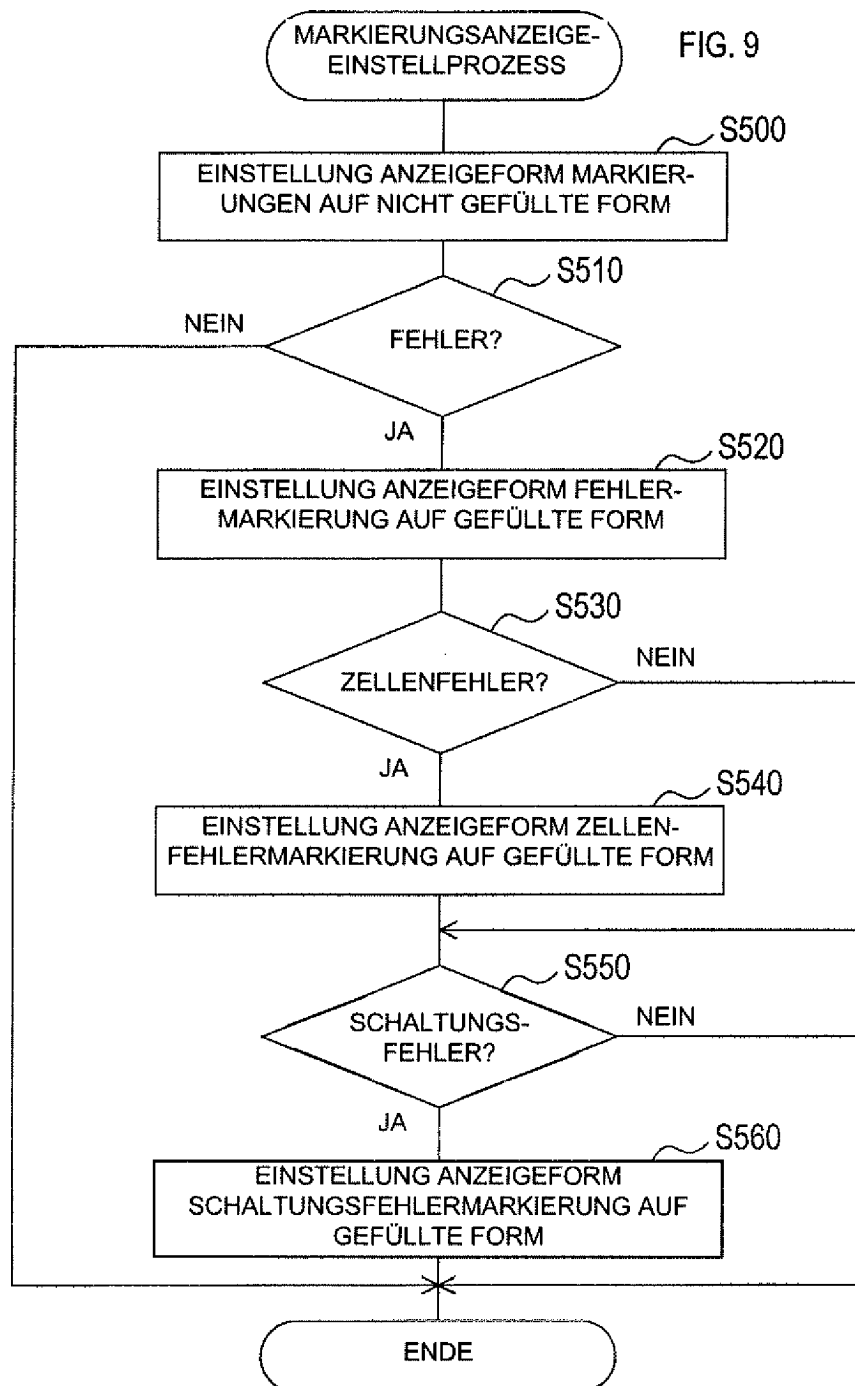


FIG. 8



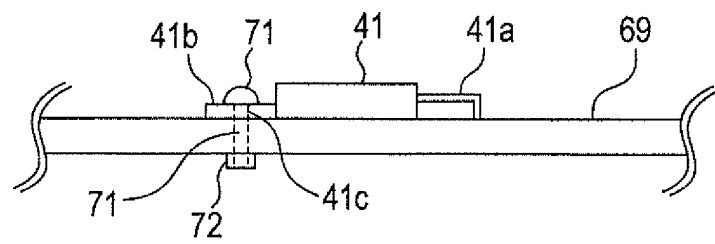


FIG. 10

