



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 601 12 502 T3** 2009.07.09

(12) **Übersetzung der geänderten europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 150 132 B2**
(21) Deutsches Aktenzeichen: **601 12 502.9**
(96) Europäisches Aktenzeichen: **01 110 384.3**
(96) Europäischer Anmeldetag: **26.04.2001**
(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **31.10.2001**
(97) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung beim EPA: **10.08.2005**
(97) Veröffentlichungstag
des geänderten Patents beim EPA: **19.11.2008**
(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **09.07.2009**

(51) Int Cl.⁸: **G01R 31/36** (2006.01)
H01M 10/42 (2006.01)

Patentschrift wurde im Einspruchsverfahren geändert

(30) Unionspriorität:
2000131754 28.04.2000 JP
2000238749 07.08.2000 JP

(73) Patentinhaber:
Panasonic Corp., Kadoma, Osaka, JP; Toyota Jidosha Kabushiki Kaisha, Toyota-shi, Aichi-ken, JP

(74) Vertreter:
TBK-Patent, 80336 München

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE, FR, GB

(72) Erfinder:
Nakanishi, Toshiaki, Toyohashi-shi, Aichi 440-0837, JP; Kuno, Hiromichi, Nishikamo-gun, Aichi 470-0205, JP; Kimura, Tadao, Kobe-shi, Hyogo 655-0873, JP; Ogino, Youzoh, Toyohashi-shi, Aichi 440-0043, JP; Mizuno, Sadao, Toyota-shi, Aichi 471-0821, JP; Otsubo, Kouji, Toyohashi-shi, Aichi 440-0853, JP; Iwase, Masayoshi, Toyota-shi, Aichi 471-8571, JP; Nakayama, Yoshiyuki, Toyota-shi, Aichi 471-8571, JP; Sekimori, Toshiyuki, Toyota-shi, Aichi 471-8571, JP; Tojima, Kazuo, Toyota-shi, Aichi 471-8571, JP

(54) Bezeichnung: **Verfahren zum Ersetzen einer Sekundärbatterie**

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum Austausch eines Elements der Sekundärbatterien einer Batterieanordnung, welche aus einer Vielzahl von elektrisch entweder in Reihe oder parallel verbundenen Sekundärbatterien gebildet ist, wenn einige der Sekundärbatterien verschlechtert bzw. geschwächt, gealtert oder ausgefallen sind. Die vorliegende Erfindung bezieht sich insbesondere auf ein Verfahren des Austauschs von Sekundärbatterien, welche in reinen Elektrofahrzeugen (PEV) und Hybridelektrofahrzeugen (HEV) zur Verfügung gestellt sind.

[0002] Sekundärbatterien umfassen Bleisäurebatterien, Nickelkadmiumbatterien (Ni-Cd-Batterien), Nickelmetallhydridbatterien (Ni-MH-Batterien), Lithiumionbatterien oder dergleichen. Nach Verbrauch ihrer Energie können diese Batterien durch Verbindung mit einer externen Energiequelle und Zufuhr eines vorbestimmten Stroms aufgeladen werden. Aufgrund von derartigen Charakteristika wurden diese Batterien in verschiedensten Geräten verwendet. Beispielsweise wurden Fahrzeuge mit Batterien ausgestattet, um Zündkerzen von Maschinen mit Energie zu versorgen.

[0003] In den letzten Jahren fanden hauptsächlich Ni-MH-Batterien aufgrund ihrer hohen Energiedichte (das heißt, Energie kann auf einem kleinen Raum angesammelt werden) und ihrer hohen Ausgangsdichte Verwendung, welche als Hauptenergiequellen zum Antrieb von Elektromotoren in sowohl Maschinen als auch Elektromotoren aufweisenden reinen Elektrofahrzeugen (PEV) und/oder sogenannten Hybridelektrofahrzeugen (HEV) zu verwenden sind. Bei derartigen reinen Elektrofahrzeugen und Hybridelektrofahrzeugen sind eine Vielzahl von Zellen in Reihe oder parallel angeordnet, um eine für ein Batteriepack zu verwendende Batterieanordnung zu konstruieren, so dass Motoren ausreichende Energie zugeführt werden kann.

[0004] In einem reinen Elektrofahrzeug oder einem Hybridfahrzeug ist eine als eine Anordnung einer Vielzahl von Batterien gebildete Ni-MH-Batterie zur Verfügung gestellt. Die Batterie kann unter einer geeigneten Betriebsbedingung für eine lange Zeit verwendet werden. Im Allgemeinen wird jedoch eine einzelne Zelle einer Batterieanordnung aufgrund von Unterschieden zwischen den Sekundärbatterien oder Fehlern von die Sekundärbatterien bildenden Teilen außer Betrieb sein oder das Ende ihrer Lebensdauer erreichen. Die Batterieanordnung kann nicht ausreichend funktionieren, auch wenn nur eine Sekundärbatterie der Batterieanordnung außer Betrieb oder an dem Ende ihrer Lebensdauer ist, und dies kann eine Störung des Systems zur Folge haben. Daher wurde eine Anzahl von Verfahren des Erfassens einer Anor-

malität, Störungen oder einer Verschlechterung bzw. Schwächung von Sekundärbatterien vorgeschlagen.

[0005] EP-A-0609101 offenbart eine Ansammlungsvorrichtung elektrischer Energie, welche ein paralleles und/oder seriell Array von mehreren Sekundärbatterien verwendet. Diese Vorrichtung umfasst eine Einrichtung zur Erfassung einer Anomalität in jeder der Sekundärbatterien, eine Einrichtung zur elektrischen Unterbrechung der Ausgangsanschlüsse der eine Anomalität zeigenden Sekundärbatterie und, im Falle einer seriellen Verbindung, zum Kurzschließen der Anschlüsse, mit welchen die eine Anomalität zeigende Sekundärbatterie verbunden worden ist, und eine Einrichtung zur Kompensation der der beseitigten Batterie entsprechenden Spannung.

[0006] Die Patentsammenfassungen von Japan (Patent Abstracts of Japan) Band 1998, Nr. 05, 30. April 1998 + JP 10002943 A offenbaren ein Beurteilungsverfahren, bei welchem der Kapazitätstest von nur einer spezifischen Sekundärbatteriereihe durch ein Verfahren verhindert wird, bei welchem eine Sekundärbatteriezellenreihe, für welche nach einer Wartungsunterbrechung ein Wartungskapazitätstest als erstes auszuführen ist, aus einer Gruppenbatterie zufällig ausgewählt wird.

[0007] Die Patentsammenfassungen von Japan (Patent Abstracts of Japan) Band 2000, Nr. 04, 31. August 2000 + JP 2000 012098 A offenbaren ein Batterieverschlechterungs-Diagnoseverfahren des Bestimmens, ob eine anormale Batterie mit stark verschlechterter bzw. geschwächter Charakteristik darunter ist, welche zu der Zeit der Auslieferung nicht erfasst wurde.

[0008] Gut bekannte Verfahren umfassen beispielsweise eine Verschlechterungsbeurteilung bzw. Schwächungsbeurteilung auf der Grundlage einer Abnahme einer Ausgangsspannung einer Batterie, oder eine Schwächungsbeurteilung auf der Grundlage der spezifischen Schwere einer Elektrolytlösung für einen Fall einer Bleisäurebatterie. JP-A-4-341769 beschreibt eine Beurteilung auf der Grundlage einer Änderung von Spannungs-/Stromcharakteristika, welche durch einen Anstieg eines internen Widerstands einer Batterie verursacht werden. JP-A-11-89101 beschreibt ein Speichern von Batteriebetriebszeit und ein Beurteilen der Schwächung, wenn die Zeit einen vorbestimmten Wert erreicht. Bei JP-A-9-827495 wird eine Schwächung unter Verwendung eines Temperaturanstiegs einer Batterie beurteilt.

[0009] Herkömmliche Techniken betreffend eines Austauschs einer gesamten Batterieanordnung werden auf Batterien von tragbaren Telefonen, Notebookpersonalcomputern, Videokameras, oder der-

gleichen angewendet. Eine herkömmliche Technik betreffend eines teilweisen Austausches einer Batterieanordnung ist in JP-A-8-203567 offenbart. Bei dieser Beschreibung wird bei jeder eine Batterieanordnung bildenden Bleispeicherbatterie eine Anschlussspannung beobachtet. Wird die Spannung gleich oder geringer als ein vorbestimmter Spannungswert, wird der Zustand als eine Verschlechterung bzw. Schwächung beurteilt, und es leuchtet eine einen Spannungsfall anzeigende LED auf.

[0010] JP-A-2-101937 beschreibt ein Beispiel des Verwendens einer Ni-Cd-Speicherbatterie als eine Sekundärbatterie. Bei dieser Beschreibung werden jeweilige Ausgangsspannungen einer Vielzahl von Batteriezellen durch eine Spannungserfassungseinrichtung sequentiell erfasst. Batteriezellen, bei welchen Ausgangsspannungen von nicht mehr als einem Standardwert erfasst werden, werden identifiziert und durch eine Anzeigeeinrichtung angezeigt, um die Notwendigkeit eines Batterieaustauschs mitzuteilen.

[0011] Jedoch beziehen sich die zuvor erwähnten herkömmlichen Techniken betreffend eines teilweisen Austauschs einer Batterieanordnung nicht auf Unterschiede bei Charakteristika zwischen neu hinzugefügten Sekundärbatterien und gebrauchten Batterien der Batterieanordnung.

[0012] Bei einer Bleisäurebatterie wird eine Variation bei einem Aufladungszustand (FEC) bei den jeweiligen Batterien nach einem Austausch gelöscht, indem eine Konstantspannungsaufladung ausgeführt wird, und die gesamte Batterieanordnung kann voll aufgeladen werden. Jedoch kann eine Ni-MH-Batterie oder Ni-Cd-Batterie bei einer Konstantspannungsaufladung überladen werden. Als Folge davon kann die Aufladungszustandsvariation zwischen der Austauschbatterie und der anfänglichen Batterieanordnung nicht gelöscht werden, und die Batterien können nicht die maximale Leistungsfähigkeit liefern.

[0013] Weist eine Austauschbatterie eine kleinere Kapazität als eine Durchschnittskapazität der Batterieanordnung auf, kann die Leistungsfähigkeit der Originalbatterieanordnung bei einer beabsichtigten Verwendung nicht aufrechterhalten werden, bei welcher die Kapazität der Batterieanordnung wichtig ist.

[0014] Bei Anwendung auf ein Hybridelektrofahrzeug oder dergleichen wird eine Sekundärbatterie konstant verwendet, wobei der Aufladungszustand bei einem mittleren Bereich liegt, ohne dass sie vollständig aufgeladen ist. In einem derartigen Fall können die folgenden Probleme auftreten. Zuerst kann eine Variation bei dem Aufladungszustand der Batterien eine Beschränkung auf der Entladungsseite durch eine Batterie mit einem kleinen Aufladungszustand verursachen, während die Aufladungsseite

durch eine Batterie mit einem großen Aufladungszustand beschränkt ist. Dies macht es unmöglich, die Batteriekapazität größtmöglichst zu verwenden. Zweitens verursacht eine Variation bei den Selbstentladungscharakteristika der Batterien eine Beschränkung auf der Entladungsseite durch eine Batterie mit einer großen Selbstentladung, während die Aufladungsseite durch eine Batterie mit einer kleinen Selbstentladung beschränkt ist. Dies wird eine Variation des Aufladungszustands verursachen. Drittens kann eine Variation des internen Widerstands der Batterien eine ausreichende Leistungsfähigkeit der Batterien verhindern, da eine Kombination einer einen großen internen Widerstand aufweisenden Austauschbatterie mit einer Batterieanordnung einen Fehler für eine von Kapazitätsbeurteilungen abhängende tatsächliche Kapazität verursachen kann.

[0015] Die vorliegende Erfindung zielt auf eine Lösung der zuvor erwähnten Probleme, und hat eine Aufgabe des zur Verfügung Stellens eines Verfahrens des Austauschs von Sekundärbatterien bei geringen Kosten, um eine Gesamtbatterieanordnung mit einer maximalen Leistungsfähigkeit nach dem Austausch zur Verfügung zu stellen.

[0016] Außerdem stellt die vorliegende Erfindung ein Verfahren des Austauschs von Sekundärbatterien zur Verfügung, bei welchem Batteriecharakteristika als ein weiterer Standard zur Beurteilung von defekten Batterien Verwendung findet, und eine wiederherstellbare Sekundärbatterie wiederverwendet wird. Dementsprechend sind Kosten von Austauschbatterien verringert und Abfälle können beträchtlich reduziert werden.

[0017] Für die zuvor erwähnten Zwecke stellt die vorliegende Erfindung ein Verfahren des Austauschs eines Elements einer Vielzahl von Sekundärbatterien, bei welchen ein Defekt erfasst ist, gemäß Anspruch 1 zur Verfügung.

[0018] Weitere vorteilhafte Entwicklungen sind in den abhängigen Ansprüchen dargelegt.

[0019] Gemäß dem Verfahren ist ein Gesamtaustausch der Batterieanordnung nicht erforderlich. Außerdem gibt es keinen Bedarf festzulegen, welche der alle die Batterieanordnung bildenden Sekundärbatterien defekt ist. Da ein Austausch in einer Spannungserfassungsblocheinheit zur Erfassung und Steuerung einer Batteriespannung bei einer herkömmlichen Konstruktion ausgeführt wird, kann eine Erfassung von defekten Batterien nur durch Modifikation von Software durchgeführt werden, ohne dass irgendwelche Hardware hinzugefügt wird. Als ein Ergebnis können die Kosten der Austauschbatterie selbst und auch Kosten betreffend eine Erfassung von defekten Batterien reduziert werden.

[0020] Bei dem Austauschverfahren wird vorzugsweise eine Sekundärbatterie mit einem maximalen Kapazitätsrang unter einer die Anordnung bildenden Batteriegruppe als die Austauschbatterie verwendet.

[0021] Dementsprechend wird die Kapazität der Batterieanordnung nicht durch die Austauschbatterie beschränkt, so dass die Leistungsfähigkeit der Originalbatterieanordnung aufrecht erhalten werden kann.

[0022] Wenn ein Defekt einer Batterie erfasst wird, werden in der Nähe der defekten Batterie zur Bildung einer Batterieanordnung positionierte Sekundärbatterien auch durch Austauschbatterien ausgetauscht. Es wird eine Umgebungstemperatur der auszutauschenden Batterien erfasst, um zu bestimmen, ob die in der Nähe der defekten Batterie positionierten Sekundärbatterien ausgetauscht werden sollten oder nicht.

[0023] Dementsprechend werden in der Nähe einer defekten Batterie positionierte Batterien vor Auftreten irgendeines Fehlers in der Batterieanordnung in dem Fall ausgetauscht, bei welchem sich die Temperatur in der Nähe der defekten Batterien örtlich erhöht, oder bei welchem Batterien um die defekte Batterie herum aufgrund einer Erwärmung der defekten Batterie selbst einer hohen Temperatur ausgesetzt sind. Auf diese Weise können beliebige mögliche Fehler der Batterien verhindert werden.

[0024] Vorzugsweise werden aktivierte Sekundärbatterien für die Austauschbatterien verwendet. Als eine Einrichtung zur Aktivierung von Sekundärbatterien ist eine zyklische Aufladung/Entladung vorzuziehen. Es ist insbesondere vorzuziehen, eine zyklische Aufladung/Entladung auszuführen, bis die Summe einer Aufladungs-/Entladungsenergie bei dem Aufladung-/Entladungszyklus zumindest 450% der Batteriekapazität wird.

[0025] [Fig. 5](#) zeigt eine Beziehung zwischen einem Kilometerstand eines Fahrzeugs und einem internen Widerstand einer Batterieanordnung, mit welcher das Fahrzeug ausgestattet ist. Wie in [Fig. 5](#) gezeigt, wird der interne Widerstand der Batterieanordnung bei einem Anfangsschritt eines Antriebs vermindert, und später wird er im Wesentlichen konstant aufrechterhalten. Außerdem erhöht sich der interne Widerstand bei dem Ende der Lebensdauer der Batterieanordnung.

[0026] [Fig. 6](#) zeigt eine Änderung bei einem batterieinternen Widerstand, wenn für die Austauschbatterien eine zyklische Aufladung/Entladung ausgeführt wird. In [Fig. 6](#) wird der Anfangswert auf „1“ gesetzt. Wie in dieser Zeichnung gezeigt, fluktuiert der batterieinterne Widerstand in dem Anfangszustand beträchtlich. Durch Durchführen einer Aufladung/Entladung von ungefähr 450% oder mehr der Batterieka-

pazität wird ein interner Widerstand von ungefähr 70% des Widerstands bei dem Anfangszustand erzielbar. Daher kann, wenn eine zyklische Aufladung/Entladung ausgeführt wird, bis die Summe der Aufladungs-/Entladungsmenge während des Zyklus 450% oder mehr der Batteriekapazität beträgt, eine Differenz bei dem internen Widerstand zwischen der Austauschbatterie und den anderen Batterien korrigiert werden, auch wenn sich der interne Widerstand der anderen Batterien zu der Zeit geändert hat, bei der die Austauschbatterie mit der Batterieanordnung kombiniert ist.

[0027] Ein weiteres bevorzugtes Verfahren zur Aktivierung einer Austauschsekundärbatterie besteht darin, die Batterie für zumindest fünf Tage sein zu lassen bzw. ruhen zu lassen, während die Batterietemperatur auf 50°C oder mehr gehalten wird. Durch sein lassen bzw. Aufbewahrung der Batterie bei einer Temperatur von zumindest 50°C für mindestens fünf Tage kann ein Oxidfilm an der Oberfläche des aktivierten Materials innerhalb der Batterie effektiv entfernt werden. Dementsprechend kann der interne Widerstand bei vergleichsweise kosteneffizienter Ausrüstung vermindert werden, ohne dass eine zyklische Aufladung/Entladung ausgeführt wird. Wird eine durch die vorangehende Einrichtung aktivierte Batterie mit einer Batterieanordnung kombiniert, kann ein Unterschied bzw. eine Differenz zwischen der Batterie und den anderen Batterien korrigiert werden, und die Batterieanordnung kann ein ausreichendes Leistungsverhalten liefern.

[0028] Vorzugsweise wird eine Austauschbatterie für die zuvor erwähnten Zwecke auf niedrigen Temperaturen gelagert.

[0029] [Fig. 7](#) zeigt einen Aufladungszustand in Bezug auf Lagerungstage für eine Austauschbatterie unter Verwendung der Temperatur als ein Parameter. Wie in [Fig. 7](#) dargestellt, vermindert sich der Aufladungszustand einer Batterie, wenn sie bei hohen Temperaturen gelagert wird, aufgrund einer großen Selbstentladungsmenge, so dass die Batterie nicht unmittelbar in der Batterieanordnung kombiniert werden kann. Wird die Austauschbatterie bei niedrigen Temperaturen gelagert, wird eine Verminderung bzw. Schwächung des Aufladungszustands aufgrund der Selbstentladungsbatterie innerhalb der Batterie gesteuert. Vorzugsweise sind die Temperaturen nicht höher als 15°C, und noch bevorzugter liegt der Temperaturbereich von 0 bis 10°C. Dies kann durch Überladung verursachte Batteriestörungen bzw. Fehler verhindern, wenn die Austauschbatterie in der Batterieanordnung kombiniert wird.

[0030] Vorzugsweise wird eine Batterieanordnung in Vorbereitung einer anschließenden Verwendung auf zumindest 100% der Batteriekapazität mit einer Rate von höchstens 0,3 C nach dem Austausch eines

Teils der Sekundärbatterien aufgeladen, da es möglich ist, eine Variation bei dem Aufladungszustand der Batterieanordnung zu beseitigen und einen signifikanten Anstieg der Batterietemperatur zu verhindern.

[0031] Dementsprechend kann ein Aufladungszustand der gesamten Batterieanordnung durch Überladen mit einer geringen Rate der Batterieanordnung einschließlich einer Austauschbatterie ausgeglichen werden, um Unterschiede zwischen der Austauschbatterie und der Batterieanordnung zu beseitigen. Zudem kann, auch wenn die ausgetauschte Batterie für eine lange Zeit vor dem Austausch sein gelassen wurde, und sich der interne Widerstand zeitweise erhöht hat, der interne Widerstand durch die Überladung auf den anfänglichen Pegel wiederhergestellt bzw. zurückgebracht werden.

[0032] Bei dem Austauschverfahren werden vorzugsweise Defekte der Sekundärbatterien auf der Grundlage eines Variationsbereichs der Ladungsmenge der auszutauschenden Batterie und auch eines Variationsbereichs bei der Selbstentladungsmenge nach sein lassen der Batterien für eine vorbestimmte Zeitdauer bestimmt.

[0033] Dementsprechend werden auszutauschende Batterien nicht weggeworfen sondern, nach Behandlung durch eine vorbestimmte Weise, wiederverwendet, wenn der Variationsbereich bei der Aufladungsmenge der auszutauschenden Batterien beispielsweise 2,0 Ah oder geringer ist, und die Variation bei der Selbstentladungsmenge der Batterien, nachdem sie für eine vorbestimmte Dauer, beispielsweise von mehreren Wochen bis zwei Monaten, sein gelassen werden, beträgt beispielsweise 0,5 Ah oder weniger. Bei diesem Verfahren wird eine auszutauschende Batterie nicht notwendigerweise durch eine neue Batterie ausgetauscht. Es ist ein Recyceln auf einem Materialniveau verfügbar, wodurch die Kosten von Austauschbatterien verringert werden, und wodurch auch Abfälle beträchtlich reduziert werden können.

[0034] **Fig. 1** ist ein Blockschaltbild zur Darstellung einer Struktur bzw. eines Aufbaus eines Batteriepacksystems, auf welches ein Verfahren des Austauschs von Sekundärbatterien bei einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung angewendet ist.

[0035] **Fig. 2** ist ein Flussdiagramm einer Routine zur Erfassung einer Verschlechterung bzw. Schwächung einer Sekundärbatterie bei einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung.

[0036] **Fig. 3** ist ein Flussdiagramm einer Routine des Austauschs von Sekundärbatterien bei einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung.

[0037] **Fig. 4** ist ein Flussdiagramm einer Routine zum Wiederaufbau eines auszutauschenden Batteriemoduls bei einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung.

[0038] **Fig. 5** ist ein Graph, welcher eine Beziehung zwischen einem Kilometerstand eines Fahrzeugs und einem internen Widerstand einer in dem Fahrzeug zur Verfügung gestellten Batterieanordnung darstellt.

[0039] **Fig. 6** ist ein Graph, welcher eine Änderung eines batterieinternen Widerstands veranschaulicht, wenn für eine Austauschbatterie eine zyklische Aufladung/Entladung bzw. Ladung/Entladung ausgeführt wird.

[0040] **Fig. 7** ist ein Graph, welcher einen Aufladungszustand in Bezug auf eine Lagerungsdauer (Tag) unter Verwendung einer Temperatur als ein Parameter im Hinblick auf eine Austauschbatterie zeigt.

[0041] Nachfolgend wird ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung unter Bezugnahme auf die Zeichnungen beschrieben.

[0042] **Fig. 1** ist ein Blockschaltbild eines Batteriepacksystems, auf welches ein Verfahren des Austauschs von Sekundärbatterien gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung anwendbar ist.

[0043] In **Fig. 1** bezeichnet das Bezugszeichen 1 ein in einem Hybridelektrofahrzeug oder dergleichen zur Verfügung zu stellendes Batteriepack, und es ist aus Sekundärbatterien, wie beispielsweise Nickel-Metall-Hydrid-Batterien gebildet. Im Allgemeinen ist dieses Batteriepack gebildet, indem ein erstes Batteriemodul 11, ein zweites Batteriemodul 12, ein drittes Batteriemodul 13, ein viertes Batteriemodul 14 und ein fünftes Batteriemodul 15 elektrisch in Reihe geschaltet sind, um eine vorbestimmte Ausgabe für einen Motor 8 zur Verfügung zu stellen. Jedes Batteriemodul ist eine Nickel-Metall-Hydrid-Batterie, welche aus einer Vielzahl von elektrisch in Reihe verbundenen Zellen gebildet ist. Wie später erwähnt wird, werden die jeweiligen Batteriemodule 11, 12, 13, 14 und 15 getrennt und durch eine Einheit zur Erfassung einer Batteriespannung bewertet.

[0044] Das Bezugszeichen 2 bezeichnet einen Spannungserfassungsschalter für das Batteriepack 1, und er ist aus Schaltern 21, 22, 23, 24 und 25 gebildet, um die jeweiligen Batteriespannungen des ersten bis fünften Batteriemoduls 11, 12, 13, 14 und 15 als Spannungsergebnisse $V1(n)$, $V2(n)$, $V3(n)$, $V4(n)$ und $V5(n)$ bei einer vorbestimmten Zeitdauer in chronologischer Reihenfolge zu erfassen.

[0045] Das Bezugszeichen 3 bezeichnet einen Temperaturerfassungsschalter für das Batteriepack 1

und er ist aus Schaltern **31**, **32**, **33**, **34** und **35** gebildet, um Batterietemperaturen als Temperaturergebnisse $T1(n)$, $T2(n)$, $T3(n)$, $T4(n)$ und $T5(n)$ bei einer vorbestimmten Zeitdauer in chronologischer Reihenfolge zu erfassen. Diese Batterietemperaturen werden bei Temperatursensoren **41**, **42**, **43**, **44** und **45** gemessen, welche jeweils mit dem ersten bis fünften Batteriemodul **11**, **12**, **13**, **14** und **15** temperaturgekoppelt angeordnet sind.

[0046] Das Bezugszeichen **5** bezeichnet einen Stromerfassungsabschnitt. Dieser ist zwischen einem Minusausgangsanschluss des Batteriepacks **1** und einem Minuseingangsanschluss des Motors **8** angeordnet. Der Stromerfassungsabschnitt **5** erfasst einen Aufladungs-/Entladungsstrom des Batteriepacks **1**, welcher von einem (nicht abgebildeten) Stromsensor bei einer vorbestimmten Zeitdauer ausgegeben wird, um den Strompegel durch Erzielen eines Stromergebnisses $I(n)$ zu erfassen, sowie um das Vorzeichen zur Erfassung einer Aufladungs-/Entladungsrichtung C/D zu verwenden, welches anzeigt, ob aufzuladen oder zu entladen ist.

[0047] Das Bezugszeichen **6** bezeichnet eine Batteriesteuereinrichtung, und diese berechnet einen Aufladungszustand des Batteriepacks **1** auf der Grundlage der Spannungsergebnisse, der Temperaturergebnisse, und des Stromergebnisses. Die Spannungsergebnisse $V1(n)$, $V2(n)$, $V3(n)$, $V4(n)$ und $V5(n)$ werden erlangt, indem die Spannungserfassungsschalter **21**, **22**, **23**, **24** und **25** gemäß einem Steuersignal VC in chronologischer Reihenfolge eingeschaltet werden. Die Temperaturergebnisse $T1(n)$, $T2(n)$, $T3(n)$, $T4(n)$ und $T5(n)$ werden erlangt, indem die Temperaturerfassungsschalter **31**, **32**, **33**, **34** und **35** gemäß einem Steuersignal TC in chronologischer Reihenfolge eingeschaltet werden. Das Stromergebnis $I(n)$ wird durch den Stromerfassungsabschnitt **5** zur Verfügung gestellt.

[0048] Die Batteriesteuereinrichtung **6** beurteilt einen Verschlechterungsgrad bzw. Schwächungsgrad der jeweiligen Batteriemodule **11**, **12**, **13**, **14** und **15** auf der Grundlage der erlangten Spannungsergebnisse $V1(n)$, $V2(n)$, $V3(n)$, $V4(n)$ und $V5(n)$, und außerdem auf der Grundlage der erlangten Temperaturergebnisse $T1(n)$, $T2(n)$, $T3(n)$, $T4(n)$ und $T5(n)$. Die Einzelheiten werden an anderer Stelle beschrieben.

[0049] Das Bezugszeichen **7** bezeichnet einen Batterie-Eingangs-/Ausgangssteuerabschnitt. Dieser steuert auf der Grundlage eines durch die Batteriesteuereinrichtung **6** zu dem Zeitpunkt berechneten Aufladungszustandspegels einen Aufladungszustand, so dass der Aufladungszustand der Batterie innerhalb eines vorbestimmten Bereichs liegt. Darüber hinaus steuert der Batterie-Eingangs-/Ausgangssteuerabschnitt **7** die Mengen einer Entladung und Aufladung in Bezug auf das Batteriepack **1**, um eine

Leistungsunterstützung und ein Regenerationsbremsen einer Maschine **9** entsprechend einer Batterie-Eingangs-/Ausgangs Anforderung von einem Fahrer, wie beispielsweise einer Beschleunigungs- und Verlangsamungsoperation, durchzuführen.

[0050] Im Folgenden wird eine Erläuterung betreffend eines Verschlechterungs- bzw. Schwächungserfassungs- und Austauschvorgangs eines auf diese Weise konfigurierten Batteriepacksystems unter Bezugnahme auf [Fig. 2](#) und [Fig. 3](#) vorgenommen.

[0051] [Fig. 2](#) ist ein Flussdiagramm einer Routine zur Erfassung einer Verschlechterung bzw. Schwächung einer Sekundärbatterie bei einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung.

[0052] In [Fig. 2](#) wird zuerst eine Ziffer „1“ als eine Variable „i“ gesetzt, welche ein i-tes Batteriemodul in dem Batteriepack **1** repräsentiert (S20), um zu beurteilen, ob das erste Batteriemodul **11** verschlechtert bzw. geschwächt ist oder nicht. Als Nächstes wird ein von dem ersten Batteriemodul **11** durch den Spannungserfassungsschalter **21** erlangtes Spannungsergebnis $V1(n)$ ($V_i(n)$, $i = 1$), dahingehend beurteilt, ob der Wert geringer als ein eine Batterieschwächung anzeigender vorbestimmter Spannungsschwellwert V_T ist (S21). Auf der Grundlage des Beurteilungsergebnisses bei dem Schritt S21 wird, wenn $V1(n)$ geringer als V_T ist (Ja), ein Auftreten einer Schwächung bei dem ersten Batteriemodul **11** erkannt. Dann wird das erste Batteriemodul **11** als eine auszutauschende Batterie gesetzt (S22), bevor ein nachfolgender Schritt S23 startet.

[0053] Wenn bei der Beurteilung bei dem Schritt S21 das Ergebnis $V1(n)$ gleich oder höher als V_T ist (Nein), wird das erste Batteriemodul **11** als normal beurteilt, und der anschließende Schritt S25 startet eine Beurteilung einer Schwächung betreffend dem zweiten Batteriemodul **12**.

[0054] Bei dem Schritt S23 wird das Temperaturergebnis $T1(n)$ ($T_i(n)$, $i = 1$) derart beurteilt, ob es höher als ein vorbestimmter Temperaturschwellwert T_T ist. Das Temperaturergebnis $T1(n)$ ($T_i(n)$, $i = 1$) wird durch einen Temperaturerfassungsschalter **31** von einem Temperatursensor **41** erlangt, welcher mit dem ersten Batteriemodul **11** temperaturgekoppelt angeordnet ist. Ist $T1(n)$ größer als T_T (Ja) als ein Ergebnis einer Beurteilung bei dem Schritt S23, wird auch das zweite Batteriemodul **12** als ein Austauschobjekt gesetzt (S24), da bei dem zweiten Batteriemodul **12** (dem $(i + 1)$ -ten Batteriemodul), welches in der Nähe des ersten Batteriemoduls **11** positioniert ist, aufgrund eines örtlichen Temperaturanstiegs bei dem ersten Batteriemodul **11** oder aufgrund einer Erwärmung des ersten Batteriemoduls **11** in der Zukunft eine Schwächung auftreten kann.

[0055] Ist T1(n) gleich oder geringer als TT (Nein) als ein Ergebnis einer Beurteilung bei dem Schritt S23, wird es beurteilt, dass bei dem zweiten Batteriemodul **12** in der Zukunft keine Schwächung auftreten kann. In diesem Fall startet der folgende Schritt S25 mit einer Beurteilung einer Schwächung betreffend dem nächsten Batteriemodul **12**.

[0056] Bei dem Schritt S25 wird es bestimmt, ob die Variable „i“ kleiner als eine Batteriemodulnummer L (bei dem Beispiel von [Fig. 1](#) gilt L = 5) ist oder nicht. Da für die Variable i = 1 gilt und eine Schwächungsbeurteilung für das erste Batteriemodul **11** beendet worden ist, wird nur der gesetzte Wert der Variable „i“ (das heißt „1“) um 1 heraufgesetzt (S26), und die Schritte S21 bis S25 werden, wie zuvor für das zweite Batteriemodul **12** erwähnt, wiederholt.

[0057] Wird das zweite Batteriemodul **12** bei dem Schritt S21 als verschlechtert bestimmt, und wird es bei dem Schritt S23 außerdem bestimmt, dass die Temperatur höher als ein vorbestimmter Pegel ist, werden auch das erste Batteriemodul **11** und das dritte Batteriemodul **13**, welche in der Nähe des zweiten Batteriemoduls **12** positioniert sind, auch als auszutauschende Objekte gesetzt.

[0058] Auf diese Weise ist, wenn es bei dem Schritt S25 beurteilt wird, dass eine Schwächungsbeurteilung bis zu dem fünften Batteriemodul **15** beendet worden ist (Nein), eine Batterieschwächungserfassungsroutine beendet.

[0059] Als Nächstes wird [Fig. 3](#) zur Erläuterung eines Austauschvorgangs für ein Batteriemodul verwendet, welches bei den Schritten S21 und S23 von [Fig. 2](#) als ein Austauschobjekt gesetzt ist.

[0060] [Fig. 3](#) ist ein Flussdiagramm einer Routine zum Austauschen von Sekundärbatterien gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung.

[0061] In [Fig. 3](#) wird zuerst ein Austauschbatteriemodul unter Batteriemodulen ausgewählt, welche bei niedrigen Temperaturen transportiert und gelagert sind (S30). Das ausgewählte Austauschbatteriemodul weist einen größeren Kapazitätsrang als beliebige andere Batteriemodule auf, da es die höchste Kapazitätsrangordnung bei Kombination aufweisen sollte. Als Nächstes wird das ausgewählte Austauschbatteriemodul einer Vorbehandlung für Batterieaustausch unterzogen (S31). Bei dieser Vorbehandlung von Schritt S31 wird das Austauschbatteriemodul vor dem Versand zumindest durch entweder eine zyklische Aufladung/Entladung oder durch Seinlassen des Batteriemoduls für zumindest fünf Tage in einer Umgebung mit einer Temperatur von nicht weniger als 50°C aktiviert. Bei der zyklischen Aufladung/Entladung wird die Gesamtauf-

ladungs-/Entladungsmenge in dem Zyklus beispielsweise auf zumindest 450% der Batteriekapazität eingestellt. Als ein Ergebnis der Aktivierung wird das nicht gebrauchte Austauschbatteriemodul eine deutliche Änderung bei den Selbstentladungscharakteristika oder bei dem anfänglichen internen Widerstand aufweisen. Dementsprechend können die Selbstentladungscharakteristika und der interne Widerstand des ungebrauchten Austauschbatteriemoduls mit denjenigen der anderen Batteriemodule bei einer Betriebsbedingung angepasst werden.

[0062] Anschließend wird das einer Batterieaustauschvorbehandlung von Schritt S31 unterzogene Austauschbatteriemodul für einen Austausch mit einem auszutauschenden Batteriemodul versendet (S32), und das gesamte Batteriepack wird einer Batterieaustauschnachbehandlung unterzogen (S33). Bei der Nachbehandlung von Schritt S33 wird die Batterie auf zumindest 100% der Batteriekapazität überladen, so dass der Aufladungszustand des Austauschbatteriemoduls denjenigen der anderen Batteriemodule entspricht. Zusätzlich wird der interne Widerstand wiederhergestellt, wenn er sich aufgrund einer langen Standzeit des Austauschbatteriemoduls erhöht hat. Als ein Ergebnis kann das gesamte Batteriepack die volle Leistungsfähigkeit liefern.

[0063] Auszutauschende Batteriemodule umfassen, was aufgrund eines augenblicklichen Kurzschlusses oder dergleichen als anormale Module spezifiziert worden ist, und was durch Wiederherstellung der Batteriecharakteristika wiederverwendet werden kann. Durch Wiederaufbau der wiederverwendbaren Batteriemodule als ein Batteriepack und Versenden dieses als ein im Wesentlichen neues (regeneriertes) Produkt, wird eine Kostenreduktion eines Austauschbatteriepacks und eine deutliche Reduktion von Abfall möglich sein. Diese Einzelheiten werden nachfolgend beschrieben.

[0064] [Fig. 4](#) ist ein Flussdiagramm einer Routine des Wiederaufbaus einer auszutauschenden Batterie gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung.

[0065] In [Fig. 4](#) wird es zuerst beurteilt, ob ein Variationsbereich (CV) bei einer Ladungsmenge eines auszutauschenden Batteriemoduls beispielsweise 2,0 Ah (ungefähr 20% einer Vollladungsmenge) überschreitet (S40). Weist der Variationsbereich bei einer Aufladungsmenge (CV) einen Wert von 2,0 Ah oder weniger auf (Nein), wird eine gleichförmige Aufladung ausgeführt (S41), da das Batteriemodul wiederverwendet werden kann. Ergibt ein Ergebnis der Beurteilung bei dem Schritt S40, dass der Variationsbereich bei der Aufladungsmenge (CV) einen Wert von 2,0 Ah überschreitet (Ja), wird das Batteriemodul als ein anormales Modul beurteilt (S51) und auf eine gewisse Weise zur Abfallablagerung oder dergleichen

behandelt, da es nicht wiederverwendet werden kann.

[0066] Der gleichförmigen Aufladung bei Schritt S41 folgend wird in dem nächsten Schritt die volle Aufladungskapazität (FC) des auszutauschenden Batteriemoduls gemessen, um zu beurteilen (S42), ob die gemessene Vollladungskapazität FC beispielsweise einen Wert von 6,5 Ah erreicht, welcher eine Spezifikation einer neuen Batterie repräsentiert. Beträgt die Kapazität einer vollen Batterie 6,5 Ah oder mehr (Nein), wird eine vorbestimmte Aufladung (beispielsweise 50%) ausgeführt, da die Batterie wiederverwendet werden kann (S43). Ist die Kapazität FC der vollen Batterie gemäß einem Ergebnis der Beurteilung bei dem Schritt S42 geringer als 6,5 Ah (Ja), wird das Batteriemodul als ein anormales Modul beurteilt (S51) und auf eine gewisse Weise als Abfall oder dergleichen abgelagert, da es nicht wiederverwendet werden kann.

[0067] Darüber hinaus wird eine vorbestimmte Aufladung (beispielsweise 50%) bei dem nächsten Schritt S43 ausgeführt, und dann wird die Batterie für eine vorbestimmte Dauer (beispielsweise von mehreren Wochen bis zwei Monaten) sein gelassen (S44). Später wird es beurteilt, ob der Selbstentladungsmengen-Variationsbereich (SDV) einen Wert von beispielsweise 0,5 Ah überschreitet, welcher einer praktisch vorhandenen Kapazität einer neuen Batterie entspricht (S45). Weist der Selbstentladungsmengen-Variationsbereich SDV einen Wert von 0,5 Ah oder geringer auf (Nein), wird das anormale Modul durch ein Batteriemodul ausgetauscht (S46), um ein Batteriepack zu bilden (S47), und es wird eine zweite gleichförmige Aufladung ausgeführt (S48). Überschreitet der Selbstentladungsmengen-Variationsbereich SDV einen Wert von 0,5 Ah (Ja), wird das auszutauschende Batteriemodul als ein anormales Modul beurteilt (S51) und auf eine gewisse Weise zur Abfallablagerung oder dergleichen behandelt, da es nicht wiederverwendet werden kann.

[0068] Zuletzt wird der interne Widerstand (IR) für jedes Modul des Batteriepacks bei einer abschließenden Inspektion gemessen, um zu beurteilen, ob der interne Widerstand (IR) der Moduleinheit einen Wert von beispielsweise 20 mΩ überschreitet (S49). Überschreitet der interne Widerstand einen Wert von 20 mΩ (Ja), wird das Batteriepack als defekt beurteilt (S52), so dass das Pack nicht versendet bzw. ausgeliefert wird. Weist der interne Widerstand (IR) der Moduleinheit gemäß einem Ergebnis der Beurteilung bei dem Schritt S49 einen Wert von 20 mΩ oder geringer (Nein) auf, wird es beurteilt, dass das Batteriepack einem neuen Produkt entspricht und es wird versendet bzw. ausgeliefert (S50).

[0069] Wie zuvor erwähnt, wird ein auszutauschendes Batteriemodul in Bezug auf den Aufladungs-

gen-Variationsbereich und den Selbstentladungsmengen-Variationsbereich geprüft, nachdem es für eine vorbestimmte Dauer von beispielsweise mehreren Wochen bis zwei Monaten sein gelassen wurde. Liegen die charakteristischen Werte innerhalb eines vorbestimmten Bereichs, wird das auszutauschende Batteriemodul nicht entsorgt sondern, nach einer Behandlung auf eine gewisse Weise, wiederverwendet. Dementsprechend wird das Batteriemodul nicht durch ein neues Austauschbatteriemodul ausgetauscht, sondern es wird mit einem weiteren Batteriemodul ausgetauscht, welches einem im Wesentlichen neuen Produkt entspricht. Andererseits wird ein mit einem auszutauschenden Batteriemodul entsprechend einem neuen Produkt kombiniertes Batteriepack zum Austausch versendet. Dementsprechend werden die Kosten auf eine kleine Anzahl von Batteriemodulen und die Kosten einer Inspektion und eines Wiederaufbaus beschränkt. Dies kann die Kosten für Austauschbatteriepacks vermindern. Darüber hinaus kann Abfall deutlich reduziert werden, da das Meiste der Batteriemodule, Modulhalter und Packgehäuse wiederverwendet wird.

[0070] Die vorliegende Erfindung stellt ein Verfahren des Austauschens von Sekundärbatterien zur Verfügung. Bei dem Verfahren können Batterien bei geringen Kosten ausgetauscht werden, und das Leistungsverhalten einer gesamten Batterieanordnung kann nach dem Batterieaustausch maximiert werden. Die Batterieanordnung ist durch elektrische Verbindung einer Vielzahl von Sekundärbatterien in Reihe oder parallel gebildet. Wird ein Teil der Sekundärbatterien als defekt beurteilt, werden die defekten Batterien durch Austauschbatterien ausgetauscht. In einem Aspekt des Verfahrens wird eine Spannung für jede vorbestimmte Spannungserfassungsblockeinheit in Bezug auf die Batterieanordnung bildende Sekundärbatterien erfasst, um Defekte der Sekundärbatterien in der Spannungserfassungsblockeinheit zu beurteilen. Batterien in einer Spannungserfassungsblockeinheit werden durch Austauschbatterien ausgetauscht, wenn sie als defekt beurteilt werden.

Patentansprüche

1. Verfahren des Austauschens eines Elements (**11; 12; 13; 14; 15**) von einer Vielzahl von Sekundärbatterien, bei welchem ein Defekt erfasst ist, mit einer oder mehr Austauschbatterien in Bezug auf eine Batterieanordnung (**1**), die aus der Vielzahl von entweder in Reihe oder parallel elektrisch verbundenen Sekundärbatterien gebildet ist, mit Erfassen jeder Spannung (V1(n); V2(n); V3(n); V4(n); V5(n)) einer vorbestimmten Spannungserfassungsblockeinheit (**11, 21; 12, 22; 13, 23; 14, 24; 15, 25**) für die die Batterieanordnung (**1**) bildenden Sekundärbatterien, um einen Defekt der Sekundärbatterien in der Spannungserfassungsblockeinheit zu beurteilen, und

Austauschen eines als defekt beurteilten Elements (**11; 12; 13; 14; 15**) durch die Austauschbatterie in der Spannungserfassungsblockeinheit, **dadurch gekennzeichnet**, dass

eine Umgebungstemperatur der auszutauschenden Batterie erfasst wird, um zu beurteilen, ob auch in der Nähe der auszutauschenden defekten Batterie angeordnete Sekundärbatterien einem Austausch unterzogen sind, wodurch sowohl eine als defekt erfasste Batterie als auch in der Nähe der defekten Batterie angeordnete und die Batterieanordnung (**1**) bildende Batterien ausgetauscht werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die Austauschbatterie eine Sekundärbatterie mit einer maximalen Kapazitätsrangordnung unter einer die Batterieanordnung (**1**) bildenden Batteriegruppe ist.

3. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die die Batterieanordnung (**1**) bildenden Sekundärbatterien Nickelmetallhydridbatterien sind.

4. Verfahren nach Anspruch 1, wobei eine aktivierte Sekundärbatterie als die Austauschbatterie Verwendung findet.

5. Verfahren nach Anspruch 4, wobei ein zyklisches Aufladen/Entladen ausgeführt wird, um die Austauschsekundärbatterie zu aktivieren.

6. Verfahren nach Anspruch 5, wobei die gesamte Aufladungs/Entladungsmenge bei einem Aufladungs/Entladungszyklus, der zum Aktivieren der Austauschsekundärbatterie durchgeführt wird, zumindest 450% der Batteriekapazität beträgt.

7. Verfahren nach Anspruch 4, wobei die Austauschsekundärbatterie aktiviert wird, indem sie für zumindest fünf Tage auf einer Batterietemperatur von zumindest 50°C gehalten wird.

8. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die Austauschbatterie vor einer Verwendung auf einer niedrigen Temperatur gelagert wird.

9. Verfahren nach Anspruch 1, wobei, nachdem ein Element (**11; 12; 13; 14; 15**) der Sekundärbatterien ausgetauscht ist, die Batterieanordnung (**1**) aufgeladen wird, damit zumindest 100% der Batteriekapazität für eine anschließende Verwendung vorhanden ist.

10. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die Sekundärbatterie auf der Grundlage einer Aufladungsmengenvariation der auszutauschenden Sekundärbatterie und auch auf der Grundlage einer Selbstentladungsmengenvariation nach Sein Lassen der Sekundärbatterie für eine vorbestimmte Dauer als defekt beurteilt wird.

Es folgen 7 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

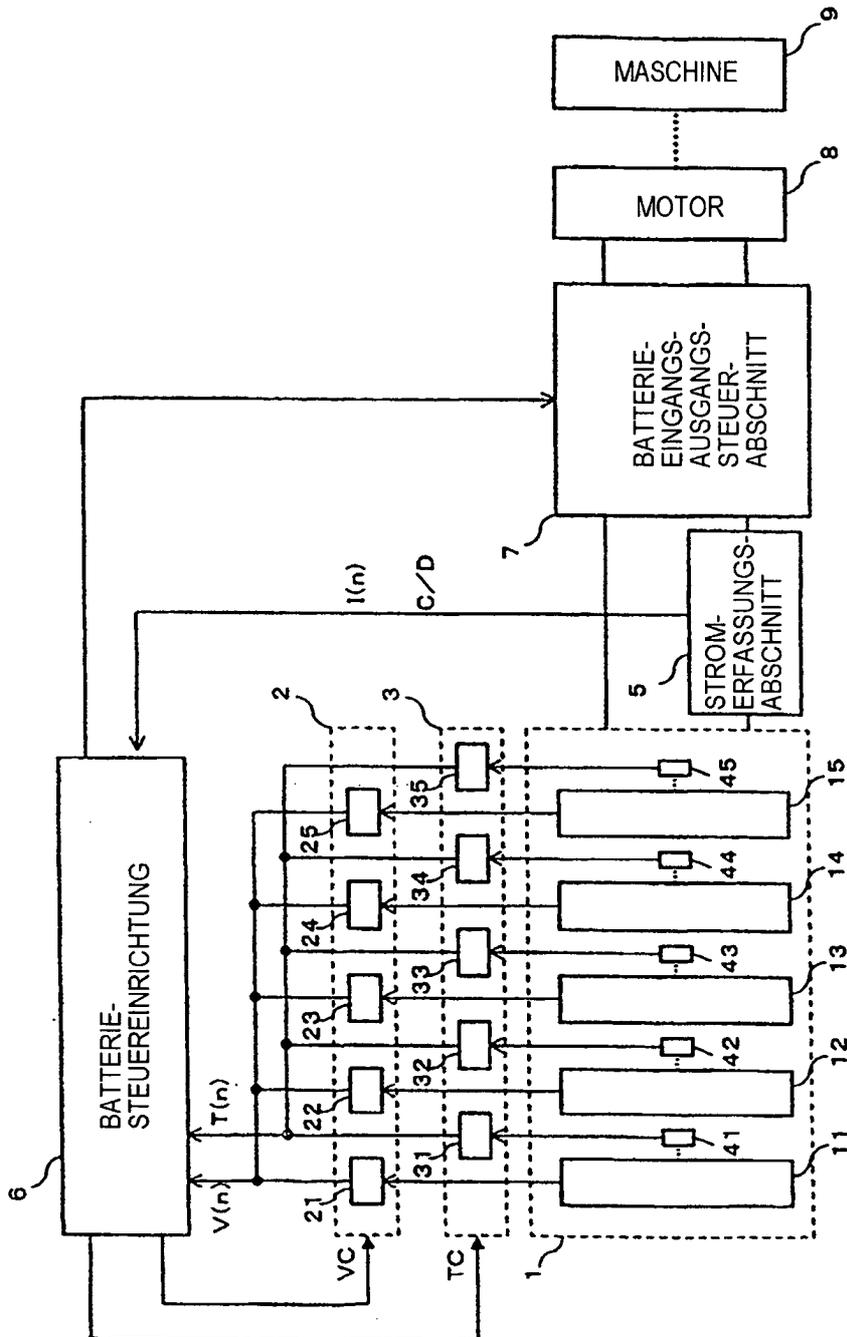


FIG. 1

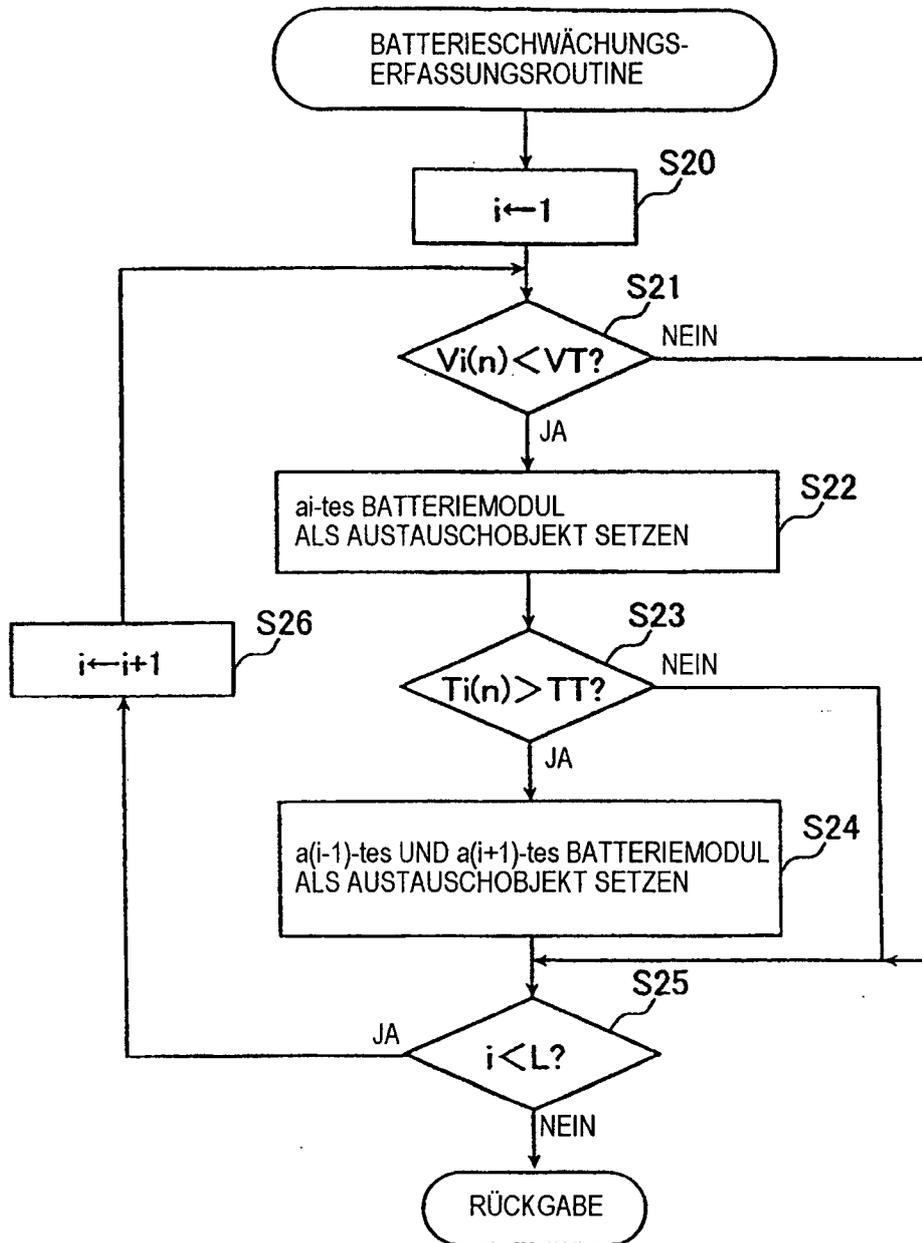


FIG. 2

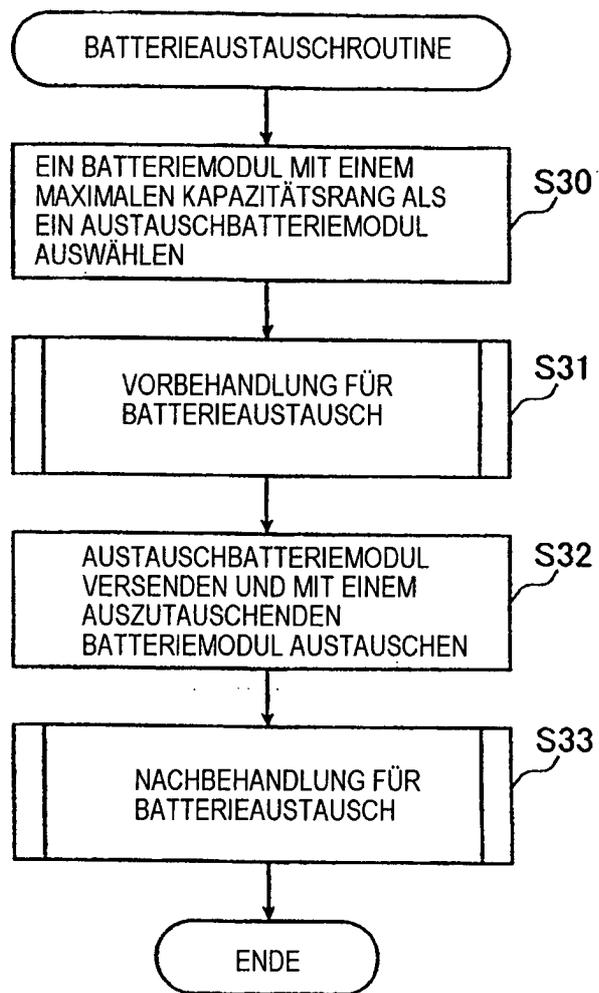
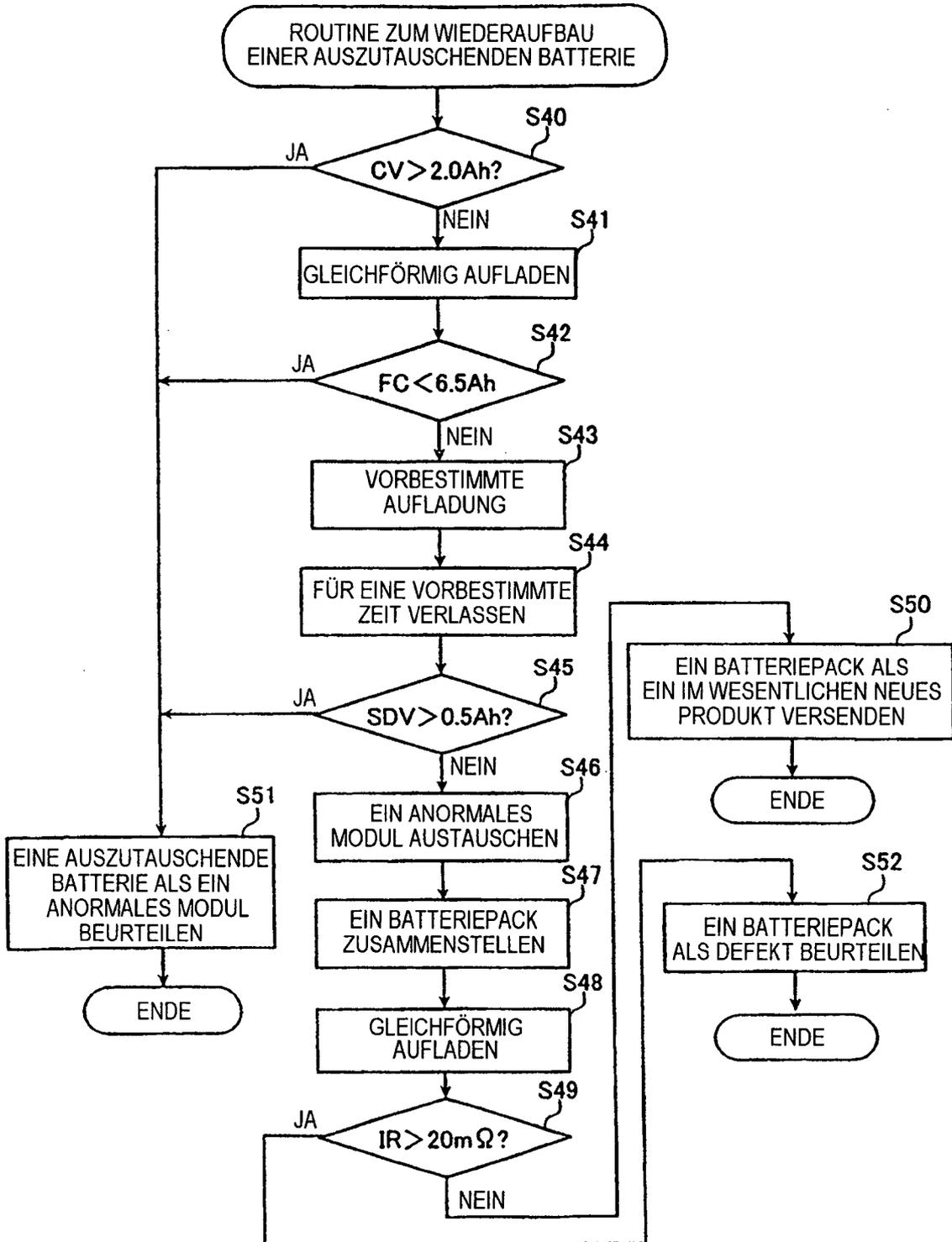


FIG. 3



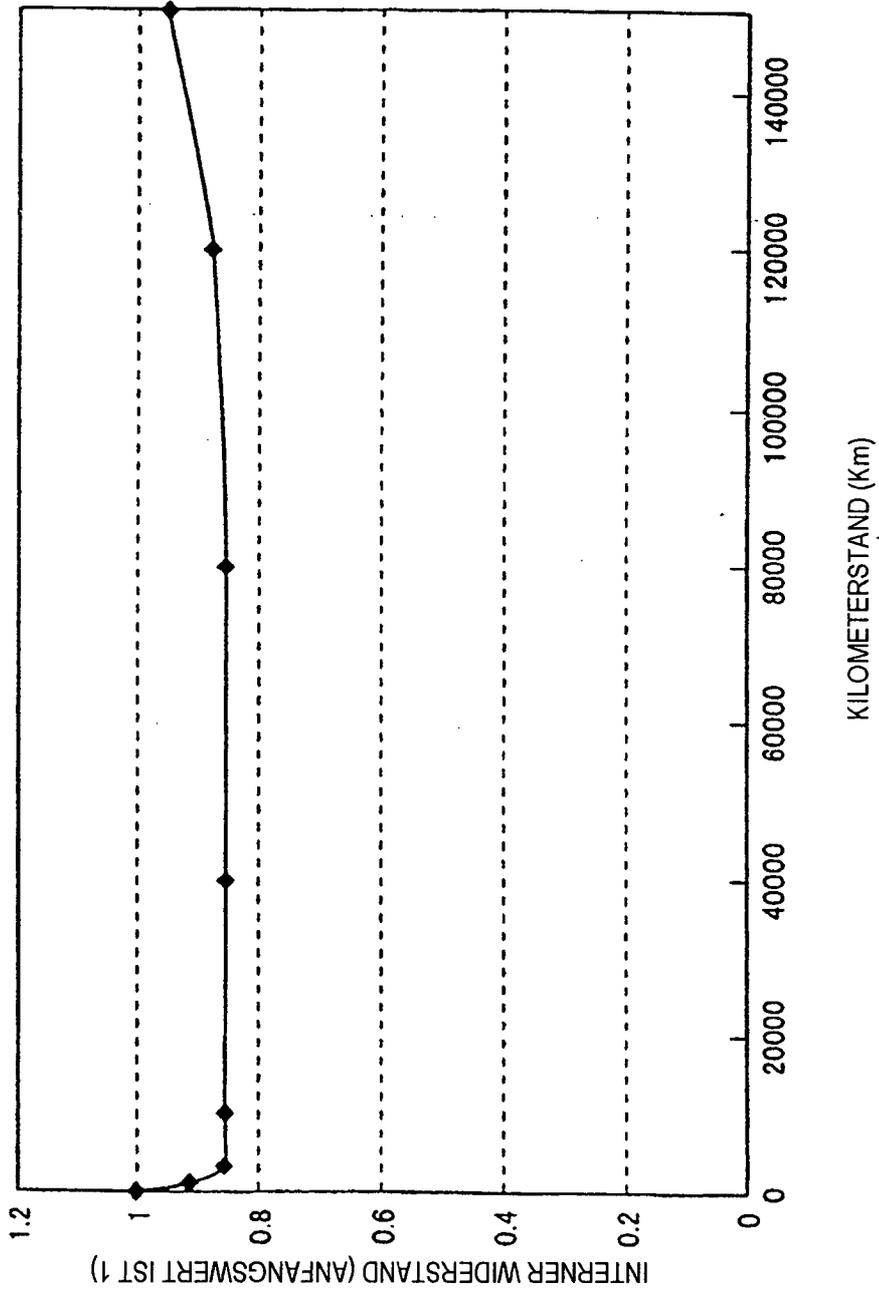


FIG. 5

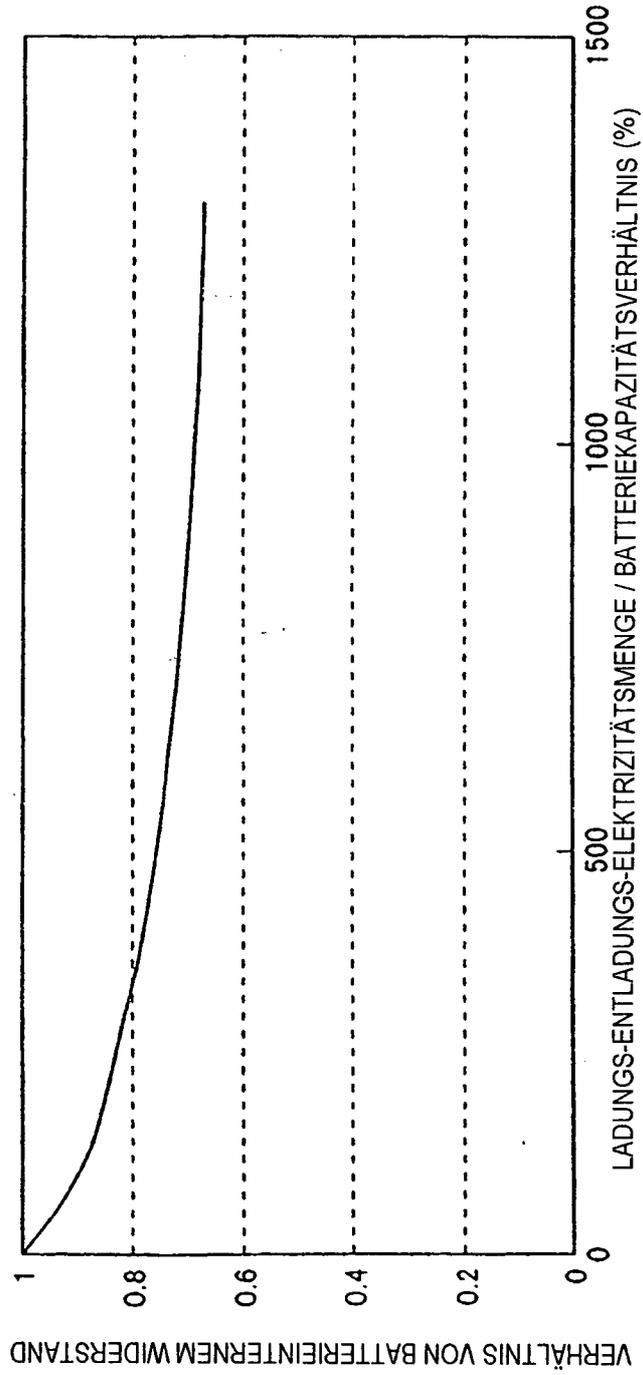


FIG. 6

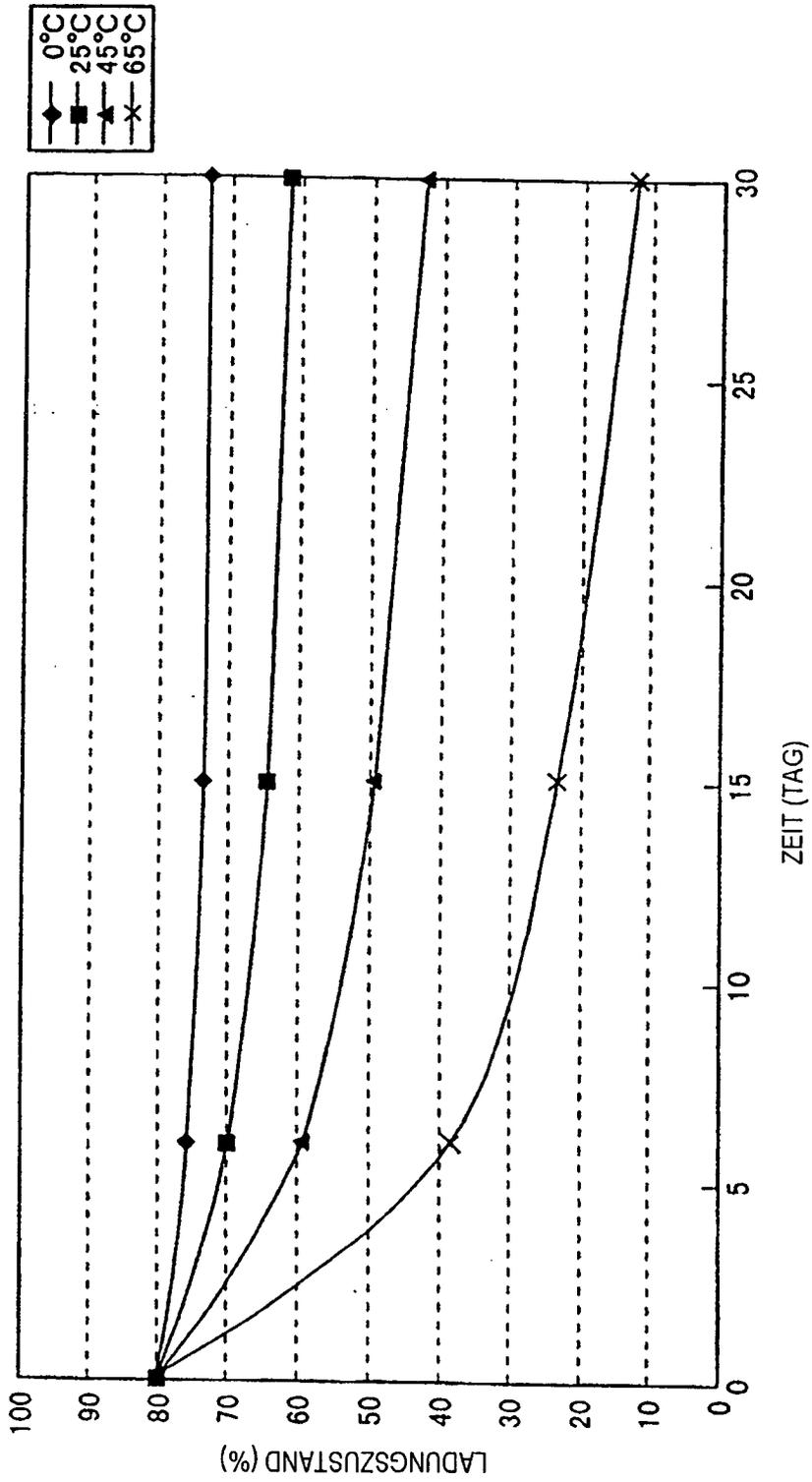


FIG. 7