



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 602 05 306 T2** 2006.06.01

(12)

Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 1 261 098 B1**

(51) Int Cl.⁸: **H02J 7/00** (2006.01)

(21) Deutsches Aktenzeichen: **602 05 306.4**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **02 011 041.7**

(96) Europäischer Anmeldetag: **17.05.2002**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **27.11.2002**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **03.08.2005**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **01.06.2006**

(30) Unionspriorität:

293859 P	25.05.2001	US
126568	19.04.2002	US

(84) Benannte Vertragsstaaten:

AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LI, LU, MC, NL, PT, SE, TR

(73) Patentinhaber:

Black & Decker Inc., Newark, Del., US

(72) Erfinder:

Watts, Fred S, New Freedom, Pennsylvania 17349, US; Trinh, Danh T., Towson, Maryland 21286, US

(74) Vertreter:

Uexküll & Stolberg, 22607 Hamburg

(54) Bezeichnung: **Verfahren und Vorrichtung zur Batterieladung**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

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 Erfindung bezieht sich allgemein auf ein Verfahren zum Laden von wiederaufladbaren Batterien.

[0002] Die verschiedenen Vorteile von kabelloser Stromversorgung für tragbare Elektrowerkzeuge und bestimmte Küchen- und Haushaltsgeräte haben zur Entwicklung eines umfangreichen Größenbereichs von Spannungsversorgungs- oder Batterieeinheiten geführt, d.h. zu einer in einem Gehäuse enthaltenen Gruppe von Stromversorgungszellen. Diese Stromversorgungszellen können Nickel-Kadmium-(NiCd)-, Nickel-Metall-Hydrid-, Lithium- oder Blei-Säure-Zellen usw. sein.

[0003] Bezug auf [Fig. 1](#) bis [Fig. 2](#) nehmend, ist eine typische Batterieeinheit **10** mit einem Ladegerät **20** verbunden. Die Batterieeinheit **10** weist mehrere hintereinander geschaltete Batteriezellen **11** auf, die die Spannung und die Speicherkapazität der Batterieeinheit **10** bestimmen. Die Batterieeinheit **10** weist drei Batteriekontakte auf: einen ersten Batteriekontakt **12**, einen zweiten Batteriekontakt **14** und einen dritten Batteriekontakt **13**.

[0004] Der Batteriekontakt **12** ist der B+ (positive) Anschluss für die Batterieeinheit **10**. Der Batteriekontakt **14** ist der B- oder negative/gemeinsame Anschluss. Der Batteriekontakt **13** ist der S- oder Erfassungsanschluss. Die Batteriekontakte **12** und **14** nehmen den Ladestrom vom Ladegerät **20** (vorzugsweise von einer Stromquelle **22**, wie es nachfolgend erläutert wird) zum Laden der Batterieeinheit **10** auf.

[0005] Wie in [Fig. 2](#) dargestellt, sind die Batteriezellen **11** zwischen den Batteriekontakten **12** und **14** gekoppelt. Weiterhin ist eine Temperaturerfassungsvorrichtung **15**, beispielsweise ein NTC (Negative Temperature Coefficient)-Widerstand, oder Thermistor R_T normalerweise zwischen den Batteriekontakten **13** und **14** gekoppelt. Die Temperaturerfassungsvorrichtung befindet sich vorzugsweise dicht bei den Zellen **11**, um die Batterietemperatur zu überwachen. Andere Komponenten, wie Kondensatoren usw., oder Schaltungen können verwendet werden, um ein Signal zu liefern, das die Batterietemperatur darstellt.

[0006] Das Ladegerät **20** weist vorzugsweise eine Steuereinheit **21** auf, die wiederum einen positiven Anschluss (B+) **16** und einen negativen Anschluss (B-) **17** hat, die jeweils über die Batteriekontakte **12** bzw. **14** mit der Batterieeinheit **10** gekoppelt sind. Der positive Anschluss kann auch als Eingang für die Steuereinheit **21** dienen, vorzugsweise als Analog/Digital-Eingang, um die Batteriespannung zu erfassen. Weiterhin kann die Steuereinheit **21** einen anderen Eingang T aufweisen, vorzugsweise einen Analog/Digital-Eingang, der mit der Temperaturerfas-

sungsvorrichtung **15** über den dritten Batteriekontakt **13** (S) gekoppelt ist. Dadurch kann die Steuereinheit **21** die Batterietemperatur überwachen. Die Steuereinheit **21** hat einen Mikroprozessor **23** zum Steuern der Lade- und Überwachungsvorgänge. Die Steuereinheit **21** kann eine Stromquelle **22** steuern, die Strom zur Batterieeinheit **10** liefert. Dieser Strom kann ein Schnellladestrom und/oder ein Ausgleichsstrom sein. Die Stromquelle **22** kann mit der Steuereinheit **21** eine Einheit bilden.

[0007] Bezug auf [Fig. 3](#) nehmend, verändern sich während des Ladevorgangs die Batterietemperatur und die Batteriespannung. So verringert sich zum Beispiel die Batterietemperatur, wenn die Batterie geladen wird. Die Batterietemperatur erhöht sich dann schnell, wenn die Batterie vollständig geladen wird. Wenn jedoch der Ladevorgang nicht unterbrochen wird, wenn die Batterie vollständig geladen ist, könnte die Batterie überladen und somit durch die ansteigende Temperatur beschädigt werden. Daher werden Batterietemperatur oder Batteriespannung normalerweise als Anzeigefaktoren des vollständig geladenen Zustands überwacht.

[0008] Von den Spannungsüberwachungsverfahren wird zum Erfassen des Erreichens der vollständigen Aufladung das Saar-Doppelablenkungs-Beendungsverfahren, beschrieben in den US-Patenten Nr. 4,388,582 und 4,392,101, bevorzugt. Andere Spannungsüberwachungsverfahren, die normalerweise verwendet werden, sind (1) das Minus-Dreieckspannungs-Verfahren, (2) das Spitzenspannungserfassungsverfahren und (3) das Spannungsgefälleerfassungsverfahren. Beim Minus-Dreieckspannungs-Verfahren wird ein Muster einer Spitzenspannung der Batterie gespeichert und mit der neuesten Spannung verglichen. Die Beendigung erfolgt, wenn die neueste Spannung unter einen Sollwert abfällt, der normalerweise zwischen 0,5% und 1,0% der gespeicherten Spitzenspannung oder etwa 10 bis 20 Millivolt pro Zelle für eine NiCd-Batterie liegt.

[0009] Das Spitzenspannungserfassungsverfahren ist die modernere Version des Minus-Dreieckspannungs-Verfahrens. Grundsätzlich gleichen sich die Verfahren, mit der Ausnahme, dass der Sollwert unter Verwendung einer genaueren Instrumentenaustattung näher zur Spitzenspannung eingestellt werden kann.

[0010] Das Spannungsgefälleerfassungsverfahren ist ein anderes Spannungserfassungsverfahren. Nach diesem Verfahren wird die Spitzenspannung B durch Berechnen der Spannungskurve V oder der Spannungsänderungsrate (dV/dt) erfasst. Die Beendigung erfolgt, wenn die Spannungsänderungsrate Null oder negativ ist.

[0011] Die normalerweise verwendeten Tempera-

turüberwachungsverfahren sind (1) die Absoluttemperaturbeendigung und (2) die Temperaturänderungsraten(gefälle)-Beendigung. Die Absoluttemperaturbeendigung basiert auf dem Temperaturanstieg, der auftritt, wenn die Batterie vollständig geladen ist. Nach diesem Verfahren wird der Ladevorgang beendet, wenn die Batterietemperatur eine bestimmte Temperatur erreicht und/oder diese überschreitet.

[0012] Das Verfahren der Temperaturänderungsraten(gefälle)-Beendigung erfordert die Überwachung der Änderung der Batterietemperatur über die Zeit oder der Temperaturänderungsrate (dT/dt) während des Ladevorgangs. Die Beendigung erfolgt, wenn die Temperaturänderungsrate eine vorbestimmte Rate erreicht und/oder diese überschreitet. Mit anderen Worten, die Beendigung erfolgt, wenn ein Auslösepunkt erreicht und/oder überschritten wird.

[0013] Bezug auf [Fig. 1](#) bis [Fig. 2](#) nehmend, kann das Ladegerät **20** verschiedene Batterieeinheiten **10**, **10'**, **10''** aufnehmen, wobei gleiche Bezugswerte sich auf gleiche Bauteile beziehen. Die Batterieeinheiten **10**, **10'**, **10''** sind ähnlich, unterscheiden sich jedoch hinsichtlich mehrerer Aspekte. Erstens werden beide Batterieeinheiten **10**, **10'** mit Luft vom Gebläse **24** des Ladegeräts angeblasen, um die Zellen **11** zu kühlen. In der Batterieeinheit **10** ist die Temperaturerfassungseinrichtung **15** abgedeckt und/oder außerhalb des Luftstroms angeordnet, so dass der Luftstrom die Temperaturerfassung nicht beeinflusst. Andererseits ist in der Batterieeinheit **10'** die Temperaturerfassungseinrichtung **15** nicht abgedeckt und/oder ist in dem Luftstrom angeordnet, so dass der Luftstrom die Temperaturerfassung beeinflusst. Die Batterieeinheit **10''** wird nicht vom Gebläse **24** des Ladegeräts mit Luft angeblasen. Daher kann die Temperaturerfassungseinrichtung **15** nicht durch die angeblasene Luft beeinflusst werden.

[0014] [Fig. 4](#) zeigt die Temperatur-/Spannungskurven T bzw. V, wenn die Batterieeinheit **10'** geladen wird, gegenübergestellt den Temperatur-/Spannungskurven für die Batterieeinheiten **10**, **10''**, die in [Fig. 3](#) dargestellt sind. Wenn man die Temperaturkurven T der [Fig. 3](#) bis [Fig. 4](#) vergleicht, ist zu erkennen, dass die Temperaturkurve der Batterieeinheit **10'** nicht stetig ist, sondern viele Spitzen und Talpunkte aufweist. Das ist darauf zurückzuführen, dass der Luftstrom die erfasste Temperatur beeinflusst.

[0015] Das Vorliegen solcher Spitzen und Talpunkte kann jedoch gemäß dem Temperaturänderungsraten-Beendigungsschema die Beendigung des Ladevorgangs vor dem vollständigen Laden der Batterieeinheit **10'** bewirken. Mit anderen Worten, die Batterieeinheit **10'** kann wegen des Luftstroms unvollständig geladen sein.

[0016] US-A-5,391,974 beschreibt eine Batterielad-

devorrichtung mit einer analogen Differentialschaltung und einer Temperaturerfassungseinheit, wobei der Ausgang von der Temperaturerfassungseinheit zu einer vorbestimmten Zeit t_c und dann wieder zu einer späteren Zeit gemessen wird, um eine Temperaturdifferenz über die Zeit zur Verfügung zu stellen. Wenn die berechnete Temperaturdifferenz über die Zeit einen bestimmten Schwellenwert überschreitet, wird das Laden der Batterie abgeschaltet.

[0017] Es ist eine Aufgabe der Erfindung, ein Lade- und Überwachungsverfahren zur Verfügung zu stellen, das nicht zu unvollständig geladenen Batterien führt.

[0018] Gemäß der vorliegenden Erfindung wird ein Verfahren zum Laden einer Batterie zur Verfügung gestellt, umfassend: Zufuhr eines Stroms zur Batterie, Erfassen von ersten und zweiten Batterietemperaturen, Bestimmung einer ersten Temperaturänderungsrate zwischen den ersten und zweiten Batterietemperaturen, gekennzeichnet durch die Schritte: Erfassen einer dritten Batterietemperatur, Bestimmung einer zweiten Temperaturänderungsrate zwischen den zweiten und dritten Batterietemperaturen, und Unwirksammachen der Beendigung des Ladeverfahrens, das auf einem Temperaturschema beruht, wenn die erste Temperaturänderungsrate gleich einem ersten vorbestimmten Schwellenwert ist oder diesen übersteigt und die zweite Temperaturänderungsrate kleiner ist als die erste Temperaturänderungsrate.

[0019] Weitere Merkmale und Vorteile der vorliegenden Erfindung werden beschrieben und sind aus den beigefügten Zeichnungen und der nachfolgenden ausführlichen Beschreibung zu erkennen.

[0020] Die beigefügten Zeichnungen erläutern bevorzugte Ausführungen der Erfindung gemäß der praktischen Anwendung ihrer Prinzipien und zeigen in

[0021] [Fig. 1](#) ein Ladegerät, das verschiedene Typen von Batterieeinheiten aufnimmt;

[0022] [Fig. 2](#) ein schematisches Schaltbild eines Batterieladegeräts;

[0023] [Fig. 3](#) ein Diagramm, das die Spannungs- und Temperaturkurven von Batterieeinheiten zeigt, die nicht durch den Luftstrom beeinflusst werden;

[0024] [Fig. 4](#) ein Diagramm, das die Spannungs- und Temperaturkurven von Batterieeinheiten zeigt, die durch den Luftstrom beeinflusst werden;

[0025] [Fig. 5](#) eine erste Ausführung des Ladeverfahrens gemäß der vorliegenden Erfindung, wobei [Fig. 5A](#) ein Flussdiagramm der ersten Ausführung

des Ladeverfahrens und [Fig. 5B](#) einen Teil der Temperaturkurve zeigen; und

[0026] [Fig. 6](#) eine zweite Ausführung des Ladeverfahrens gemäß der vorliegenden Erfindung, wobei [Fig. 6A](#) ein Flussdiagramm der zweiten Ausführung des Ladeverfahrens und [Fig. 6B](#) einen Teil der Temperaturkurve zeigen.

[0027] Die Erfindung wird nun unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen beschrieben, wobei gleiche Bezugszahlen gleiche Teile bezeichnen.

[0028] Fachleute sollten erkennen, dass die nachfolgend offenbarten Verfahren mit dem in den [Fig. 1](#) bis [Fig. 2](#) dargestellten Ladegerät **20**, vorzugsweise mittels der Steuereinheit **21** und/oder dem Prozessor **23**, ausgeführt werden können. Mit anderen Worten, Fachleute werden erkennen, dass, obwohl die nachfolgende Erläuterung sich auf die Steuereinheit **21** bezieht, die verschiedenen Schritte ausführt, solche Schritte durch den Prozessor **23** oder durch jede andere Schaltungsanordnung im Ladegerät **20** ausgeführt werden können.

[0029] [Fig. 5A](#) ist ein Flussdiagramm der verschiedenen Schritte, die in einer ersten Ausführung des vorgeschlagenen Verfahrens enthalten sind. Der erste Schritt (ST1) ist, den Ladevorgang durch Liefern von Strom zur Batterieeinheit **10** zu beginnen. Die Steuereinheit **21** kann über ihre Eingänge die Anfangstemperatur der Batterieeinheit (TEMP1) erfassen und speichern (ST2).

[0030] Die Steuereinheit **21** setzt dann die Erfassung der Batterietemperatur (TEMP2) fort (ST3). Die Steuereinheit **21** vergleicht dann die Batterietemperatur TEMP2 mit der Anfangstemperatur der Batterie TEMP1, um zu bestimmen, ob die Differenz (TEMP1 – TEMP2) größer, gleich oder kleiner als ein vorbestimmter Schwellenwert X ist (ST4). Fachleute werden erkennen, dass die Steuereinheit **21** die Temperaturänderungsrate effektiv bestimmt.

[0031] Der vorbestimmte Schwellenwert X für NiCd-Batterien ist vorzugsweise gleich oder größer als null Analog/Digital (A/D)-Zählungen. Fachleute werden erkennen, dass sich eine A/D-Zählung durch die Auflösung, die Anzahl der bits und/oder den Umwandlungsbereich des A/D-Wandlers in der Steuereinheit **21** ändern kann. Trotzdem werden Fachleute erkennen, dass die Steuereinheit **21** prüft, ob die Batterietemperatur gleich geblieben ist, oder ob sie sich zwischen TEMP1 und TEMP2 erhöht hat (siehe [Fig. 5B](#)). Vorzugsweise beträgt der vorbestimmte Schwellenwert X etwa 0,038°C.

[0032] Wenn die Differenz zwischen TEMP2 und TEMP1 (TEMP2 – TEMP1) unterhalb des Schwellenwerts X liegt, speichert die Steuereinheit **21** TEMP2

als TEMP1 (ST5) und erfasst eine neue Batterietemperatur TEMP2 (ST3).

[0033] Wenn die Differenz zwischen TEMP2 und TEMP1 (TEMP2 – TEMP1) gleich dem Schwellenwert X und/oder größer als dieser ist, erfasst die Steuereinheit **21** erneut die Batterietemperatur (TEMP3) (ST6). Die Steuereinheit **21** vergleicht dann die Batterietemperaturen TEMP2 und TEMP3, um zu bestimmen, ob die Differenz (TEMP2 – TEMP3) größer, gleich oder kleiner als ein vorbestimmter Schwellenwert Y ist (ST7). Fachleute werden erkennen, dass die Steuereinheit **21** die Temperaturänderungsrate effektiv bestimmt.

[0034] Der vorbestimmte Schwellenwert Y ist für NiCd-Batterien vorzugsweise gleich oder größer als eine A/D-Zählung. Fachleute werden erkennen, dass die Steuereinheit **21** prüft, ob die Batterietemperatur gleich geblieben ist, oder ob sie sich zwischen TEMP2 und TEMP3 verringert hat (siehe [Fig. 5B](#)). Vorzugsweise beträgt der vorbestimmte Schwellenwert Y etwa 0,077°C.

[0035] Wenn die Differenz zwischen TEMP2 und TEMP3 (TEMP2 – TEMP3) unterhalb des Schwellenwerts Y liegt, speichert die Steuereinheit **21** TEMP3 als TEMP1 (ST9) und erfasst eine neue Batterietemperatur TEMP2 (ST3).

[0036] Wenn die Differenz zwischen TEMP2 und TEMP3 (TEMP2 – TEMP3) gleich und/oder größer als der Schwellenwert Y ist, macht die Steuereinheit **21** das Beendigungsschema auf der Basis einer Temperaturänderungsrate unwirksam (ST10). Alternativ kann die Steuereinheit **21** auch jedes andere auf der Temperatur beruhende Laden, beispielsweise nach dem Verfahren auf Basis der Absoluttemperatur, unwirksam machen. Tatsächlich würde ein solches zweistufiges Schema das Unwirksammachen der auf der Temperatur beruhenden Ladungsbeendigungsschemata verhindern, wenn die Batterietemperatur konstant bleibt und/oder wenn sie weiter ansteigt, d.h. bei der typischen Temperaturkurve, wenn die Batterieeinheit den vollständig geladenen Zustand erreicht (siehe [Fig. 3](#)).

[0037] Fachleute werden erkennen, dass die Vergleichsschritte ST4 und ST7 im Sinne des logischen Gegenteils definiert werden können, um das gleiche Ergebnis zu erhalten. Mit anderen Worten, anstatt zu prüfen, ob die Differenz zwischen TEMP2 und TEMP1 (TEMP2 – TEMP1) gleich und/oder größer als der Schwellenwert X ist, kann die Steuereinheit **21** prüfen, ob die Differenz zwischen TEMP1 und TEMP2 (TEMP1 – TEMP2) gleich und/oder kleiner als ein vorbestimmter Schwellenwert X' ist. Fachleute werden erkennen, dass der Schwellenwert X' gleich oder kleiner als der Schwellenwert X sein kann.

[0038] Gleichermaßen kann die Steuereinheit **21**, anstatt zu prüfen, ob die Differenz zwischen TEMP2 und TEMP3 ($\text{TEMP2} - \text{TEMP3}$) gleich und/oder größer als der Schwellenwert Y ist, prüfen, ob die Differenz zwischen TEMP3 und TEMP2 ($\text{TEMP3} - \text{TEMP2}$) gleich und/oder kleiner als ein vorbestimmter Schwellenwert Y' ist. Fachleute werden erkennen, dass der Schwellenwert Y' gleich oder kleiner als der Schwellenwert Y sein kann.

[0039] [Fig. 6A](#) ist ein Flussdiagramm der verschiedenen Schritte, die in einer zweiten Ausführung des vorgeschlagenen Verfahrens enthalten sind, wobei die Merkmale, die in der vorher beschriebenen Ausführung zu finden sind, hierin durch Bezugnahme einbezogen sind. Der erste Schritt (ST11) ist, den Ladevorgang durch Liefern von Strom zur Batterieeinheit **10** zu beginnen. Die Steuereinheit **21** kann über ihre Eingänge die Anfangstemperatur der Batterieeinheit (TEMP1) erfassen und speichern (ST12).

[0040] Die Steuereinheit **21** setzt dann die Erfassung der Batterietemperatur (TEMP2) fort (ST13). Die Steuereinheit **21** vergleicht dann die Anfangstemperatur der Batterie TEMP1 mit der Batterietemperatur TEMP2, um zu bestimmen, ob die Differenz ($\text{TEMP1} - \text{TEMP2}$) größer, gleich oder kleiner als ein vorbestimmter Schwellenwert Z ist (ST14). Fachleute werden erkennen, dass die Steuereinheit **21** die Temperaturänderungsrate effektiv bestimmt.

[0041] Der vorbestimmte Schwellenwert Z für NiCd-Batterien ist vorzugsweise gleich oder größer als null A/D-Zählungen. Fachleute werden erkennen, dass die Steuereinheit **21** prüft, ob die Batterietemperatur gleich geblieben ist, oder ob sie sich zwischen TEMP1 und TEMP2 verringert hat (siehe [Fig. 6A](#)). Vorzugsweise beträgt der vorbestimmte Schwellenwert Z etwa 0,038°C.

[0042] Wenn die Differenz zwischen TEMP1 und TEMP2 ($\text{TEMP1} - \text{TEMP2}$) unterhalb des Schwellenwerts Z liegt, speichert die Steuereinheit **21** TEMP2 als TEMP1 (ST15) und erfasst eine neue Batterietemperatur TEMP2 (ST13).

[0043] Wenn die Differenz zwischen TEMP1 und TEMP2 ($\text{TEMP1} - \text{TEMP2}$) gleich dem Schwellenwert Z und/oder größer als dieser ist, erfasst die Steuereinheit **21** erneut die Batterietemperatur (TEMP3) (ST16). Die Steuereinheit **21** vergleicht dann die Batterietemperaturen TEMP3 und TEMP2, um zu bestimmen, ob die Differenz ($\text{TEMP3} - \text{TEMP2}$) größer, gleich oder kleiner als ein vorbestimmter Schwellenwert A ist (ST17). Fachleute werden erkennen, dass die Steuereinheit **21** die Temperaturänderungsrate effektiv bestimmt.

[0044] Der vorbestimmte Schwellenwert A ist für NiCd-Batterien vorzugsweise gleich oder größer als

eine A/D-Zählung. Fachleute werden erkennen, dass die Steuereinheit **21** prüft, ob die Batterietemperatur gleich geblieben ist, oder ob sie sich zwischen TEMP2 und TEMP3 vergrößert hat (siehe [Fig. 6A](#)). Vorzugsweise beträgt der vorbestimmte Schwellenwert A etwa 0,077°C.

[0045] Wenn die Differenz zwischen TEMP3 und TEMP2 ($\text{TEMP3} - \text{TEMP2}$) unterhalb des Schwellenwerts A liegt, speichert die Steuereinheit **21** TEMP3 als TEMP1 (ST19) und erfasst eine neue Batterietemperatur TEMP2 (ST13).

[0046] Wenn die Differenz zwischen TEMP3 und TEMP2 ($\text{TEMP3} - \text{TEMP2}$) gleich und/oder größer als der Schwellenwert A ist, macht die Steuereinheit **21** das Beendigungsschema auf der Basis einer Temperaturänderungsrate (ST20) unwirksam. Alternativ kann die Steuereinheit **21** auch jedes andere auf der Temperatur beruhende Laden, beispielsweise nach dem Verfahren auf der Basis der Absoluttemperatur, unwirksam machen. Tatsächlich würde ein solches zweistufiges Schema das Unwirksammachen der auf der Temperatur beruhenden Ladungsbeendigungsschemata verhindern, wenn die Batterietemperatur konstant bleibt und/oder wenn sie sich weiter verringert, d.h. bei der typischen Temperaturkurve zu Beginn des Ladevorgangs (siehe [Fig. 3](#)).

[0047] Fachleute werden erkennen, dass die Vergleichsschritte ST14 und ST17 im Sinne des logischen Gegenteils definiert werden können, um das gleiche Ergebnis zu erhalten. Mit anderen Worten, anstatt zu prüfen, ob die Differenz zwischen TEMP1 und TEMP2 ($\text{TEMP1} - \text{TEMP2}$) gleich und/oder größer als der Schwellenwert Z ist, kann die Steuereinheit **21** prüfen, ob die Differenz zwischen TEMP2 und TEMP1 ($\text{TEMP2} - \text{TEMP1}$) gleich und/oder kleiner als ein vorbestimmter Schwellenwert Z' ist. Fachleute werden erkennen, dass der Schwellenwert Z' gleich oder kleiner als der Schwellenwert Z sein kann.

[0048] Gleichermaßen kann die Steuereinheit **21**, anstatt zu prüfen, ob die Differenz zwischen TEMP3 und TEMP2 ($\text{TEMP3} - \text{TEMP2}$) gleich und/oder größer als der Schwellenwert A ist, prüfen, ob die Differenz zwischen TEMP2 und TEMP3 ($\text{TEMP2} - \text{TEMP3}$) gleich und/oder kleiner als ein vorbestimmter Schwellenwert A' ist. Fachleute werden erkennen, dass der Schwellenwert A' gleich oder kleiner als der Schwellenwert A sein kann.

[0049] Fachleute werden auch erkennen, dass die verschiedenen Ausführungen unabhängig, nacheinander oder gleichzeitig ausgeführt werden können.

[0050] Fachleute werden andere Alternativen oder Ergänzungen zu den hierin erläuterten Einrichtungen oder Schritten erkennen. Alle diese Ergänzungen und/oder Veränderungen werden jedoch als Äquiva-

lente der vorliegenden Erfindung betrachtet, wie sie in den beigefügten Ansprüchen definiert ist.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Laden einer Batterie umfassend

Zufuhr eines Stroms zur Batterie,

Erfassen von ersten und zweiten Batterietemperaturen,

Bestimmung einer ersten Temperaturänderungsrate zwischen den ersten und zweiten Batterietemperaturen,

gekennzeichnet durch die Schritte:

Abfragen einer dritten Batterietemperatur,

Bestimmung einer zweiten Temperaturänderungsrate zwischen den zweiten und dritten Batterietemperaturen und

Unwirksammachen der Beendigung eines Ladeverfahrens, das auf einem Temperatureschema beruht, wenn die erste Temperaturänderungsrate gleich einem ersten vorbestimmten Schwellenwert ist oder diesen übersteigt und die zweite Temperaturänderungsrate kleiner ist als die erste Temperaturänderungsrate.

2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem zumindest eine Batterietemperatur mittels eines Thermistors erfasst wird.

3. Verfahren nach Anspruch 2, bei dem sich der Thermistor außerhalb eines Luftstroms befindet.

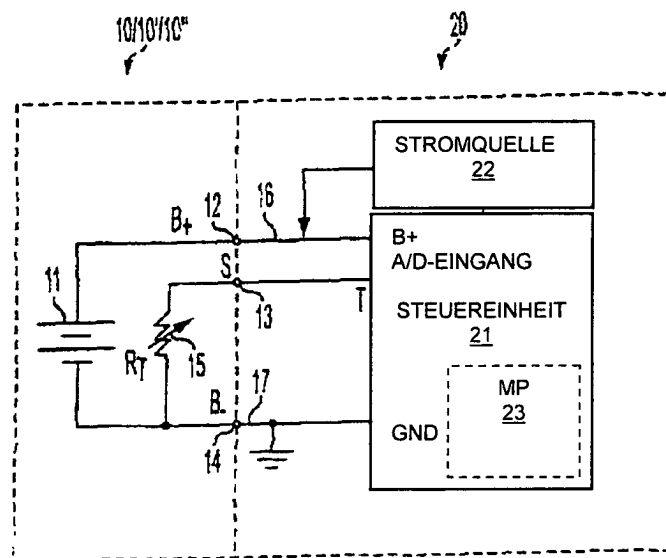
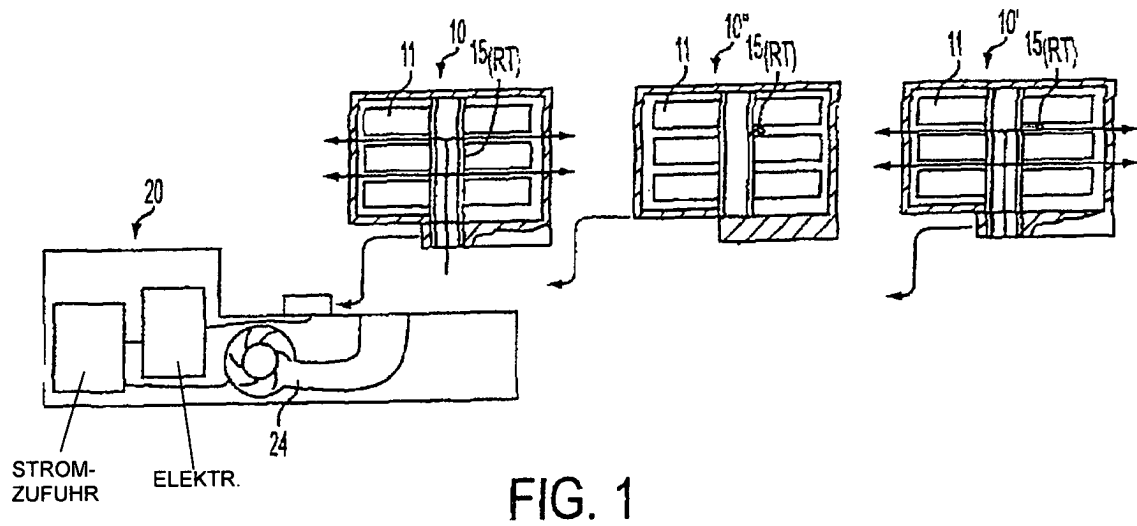
4. Verfahren nach Anspruch 2, bei dem sich der Thermistor innerhalb eines Luftstroms befindet.

5. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem der erste vorbestimmte Schwellenwert etwa 0,038°Celsius beträgt.

6. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem das auf Temperatur beruhende Schema ein Beendigungsschema auf Basis einer Temperaturänderungsrate oder ein Schema auf Basis der absoluten Temperatur ist.

Es folgen 5 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen



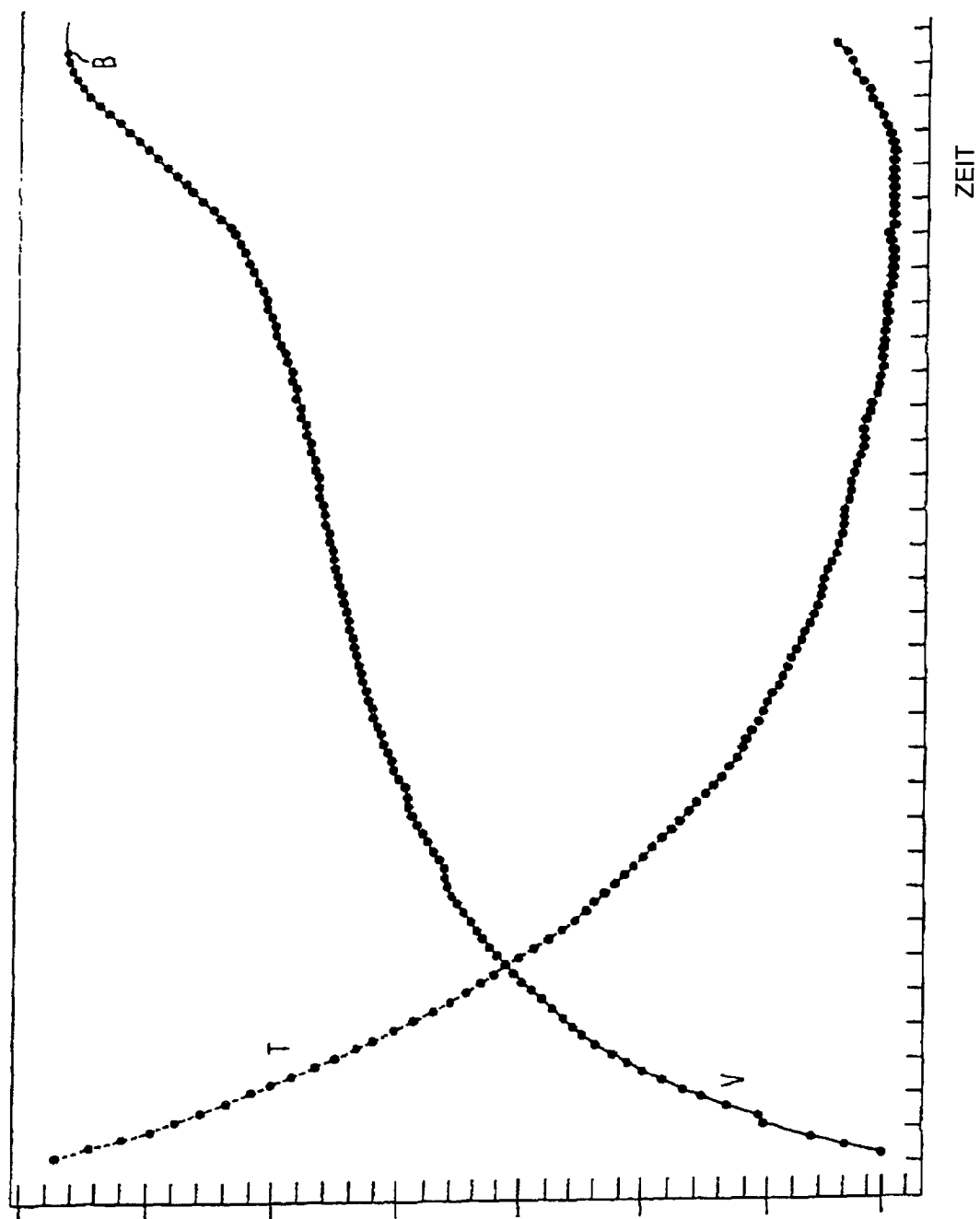


FIG. 3

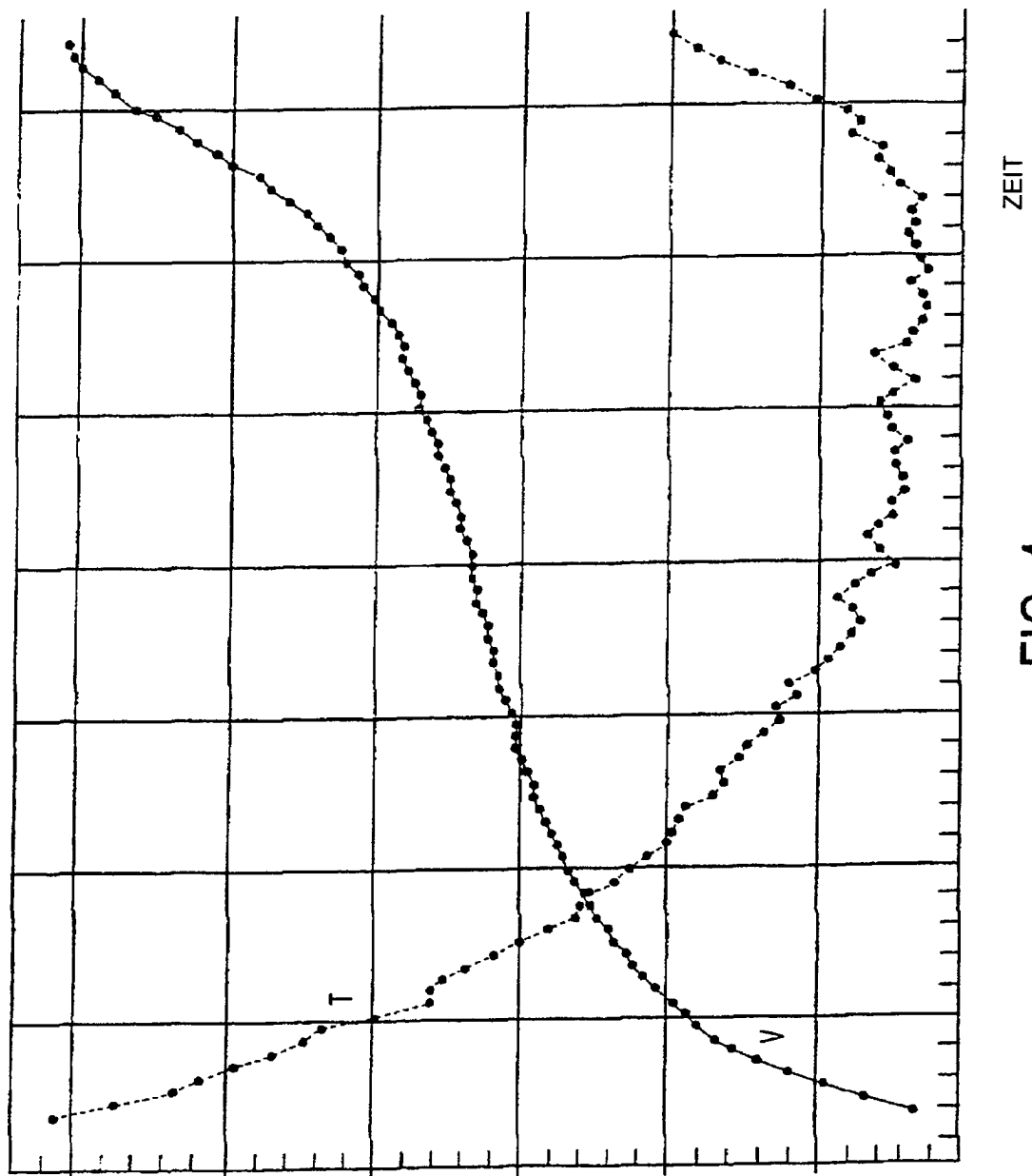


FIG. 4

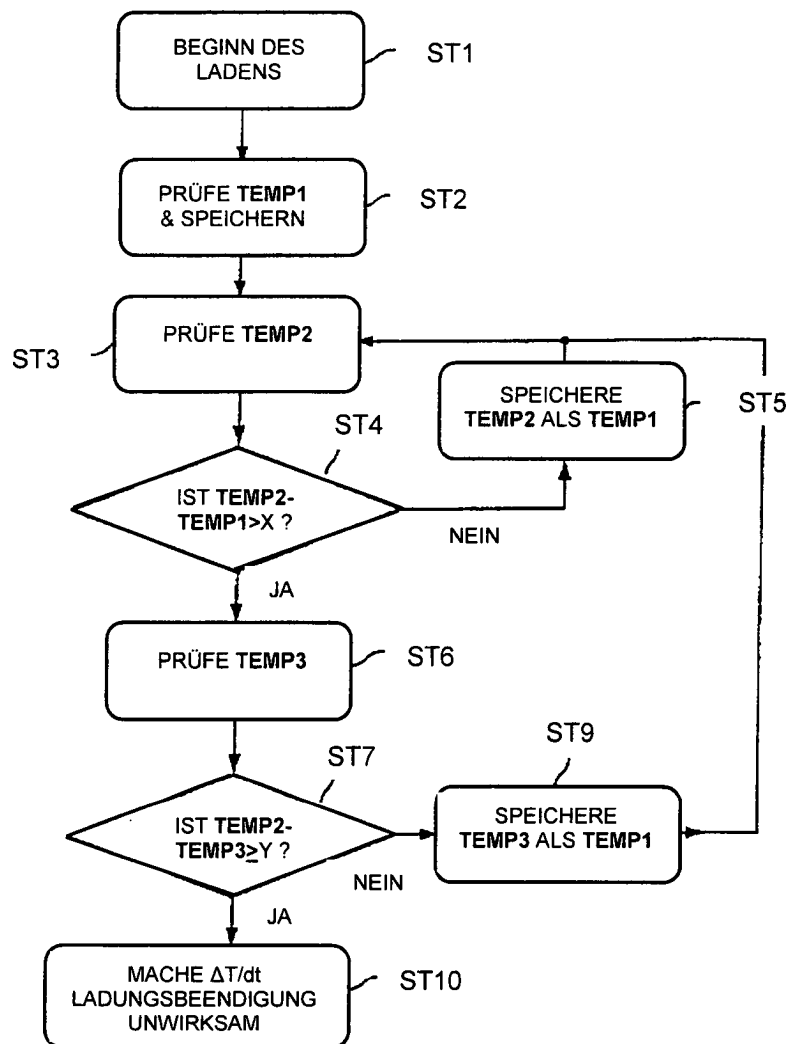


FIG. 5A

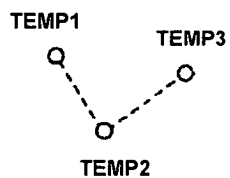


FIG. 5B

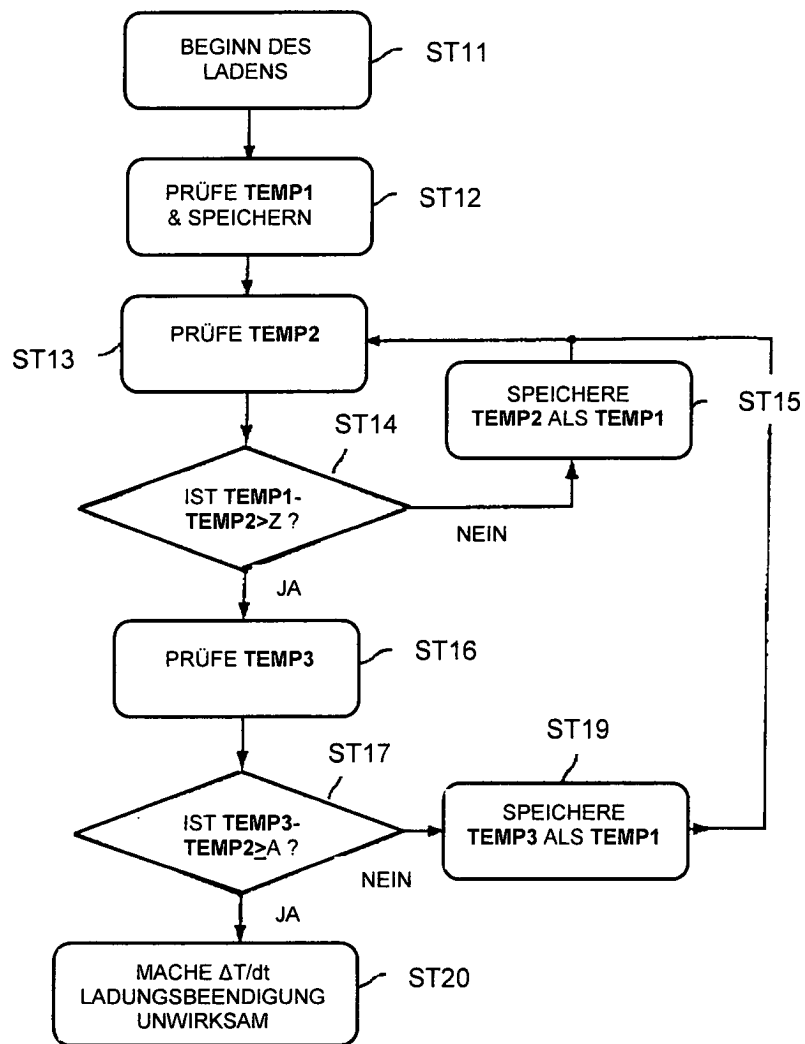


FIG. 6A

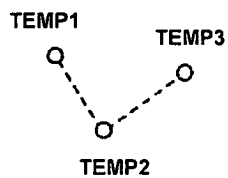


FIG. 6B