

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
27. März 2008 (27.03.2008)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2008/034752 A2

(51) Internationale Patentklassifikation:

B60R 16/02 (2006.01) **G01R 31/36** (2006.01)
H02J 7/00 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2007/059619

(22) Internationales Anmeldedatum:
13. September 2007 (13.09.2007)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2006 044 297.0
20. September 2006 (20.09.2006) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von
US): **SIEMENS VDO AUTOMOTIVE AG** [DE/DE];
Siemensstrasse 12, 93055 Regensburg (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **GRAF, Hans-Michael**
[DE/DE]; Dr.-Leo-Ritter-Strasse 21, 93049 Regensburg

(DE). **HAHN, Alexander** [DE/DE]; Mühlbergstr. 8,
91341 Röttenbach (DE).

(74) Gemeinsamer Vertreter: **SIEMENS VDO AUTOMO-
TIVE AG**; Postfach 22 16 34, 80506 München (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA,
CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE,
EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID,
IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC,
LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN,
MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH,
PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV,
SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN,
ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG,

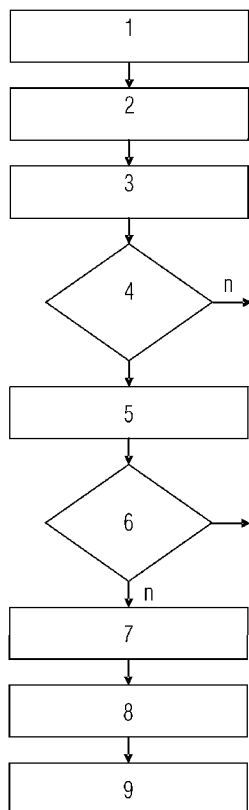
[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD FOR DETERMINING AN OPERATING STATE OF AN ENERGY ACCUMULATOR

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUR BESTIMMUNG EINES BETRIEBSZUSTANDS EINES ENERGIESPEICHERS

(57) Abstract: The invention relates to a method for determining an operating state of an energy accumulator. According to said method, an idle time phase caused, for example, by a change-over of the energy accumulator, is registered. After entering into a phase following a movement of the vehicle, the energy accumulator is discharged, and measuring values recorded.

(57) Zusammenfassung: Das erfindungsgemäße Verfahren zur Bestimmung eines Betriebszustands eines Energiespeichers sieht eine Registrierung einer spannungslosen Zeitphase vor, welche sich beispielsweise durch einen Wechsel des Energiespeichers ergibt. Nach Eintreten in einen einer Bewegung des Fahrzeugs folgenden Nachlauf erfolgt eine Durchführung einer Entladung des Energiespeichers mit Entnahme von Messwerten.



WO 2008/034752 A2



ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— *ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts*

Beschreibung

Verfahren zur Bestimmung eines Betriebszustands eines Energiespeichers

5

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Bestimmung des Betriebszustands eines elektrischen Energiespeichers in einem Fahrzeug. Als elektrischer Energiespeicher wird beispielsweise ein Bleiakkumulator, umgangssprachlich auch als Kfz-Batterie bezeichnet, verstanden.

10

In modernen Fahrzeugen, beispielsweise Kraftfahrzeuge wie Personenkraftwagen, Lastkraftwagen oder auch in wasser- oder luftbetriebenen Fortbewegungsmitteln, ist der Einsatz eines elektrischen Energiespeichers zur Versorgung des Fahrzeugs mit elektrischem Strom bekannt.

15

In zeitgemäßen Fahrzeugen ist kontinuierlich oder auch in bestimmten zeitlichen Abständen vorgesehen, Messwerte am elektrischen Energiespeicher zu entnehmen und diese auszuwerten. Dabei ist üblicherweise auch eine Speicherung der Messwerte vorgesehen. Die Messwertentnahme und -auswertung dient unter anderem einer Bestimmung des aktuellen und des künftigen, d.h. vorhergesagten, Ladezustands sowie einer Diagnose von Fehlern.

20

25

Bei einem Austausch des Energiespeichers in einem Fahrzeug ergibt sich das Problem, dass für den getauschten Energiespeicher keine Messwerthistorie und somit keine Information über den Betriebszustand des neu eingesetzten Energiespeichers vorliegt. Als Betriebszustand des Energiespeichers wird insbesondere dessen Ladezustand (State of Charge) und/oder dessen »Gesundheitszustand« (State of Health) verstanden.

30

Ein ähnliches Problem ergibt sich auch bei einem Austausch oder einem Zurücksetzen der für die Aufnahme und Auswertung der Messwerte zuständigen Steuereinheit.

35

Im Folgenden wird auf den beschriebenen Austausch des Energiespeichers als auch der für die Aufnahme und Auswertung der Messwerte zuständigen Steuereinheit sowie einem Zurücksetzen derselben mit dem Begriff »spannungslose Zeitphase« Bezug genommen. Der Begriff »spannungslos« bedeutet ein Ausbleiben der elektrischen Spannung des Energiespeichers.

Aufgabe der Erfindung ist es, ein zumindest verbessertes Verfahren und eine Vorrichtung zur Bestimmung des Betriebszustands eines Energiespeichers in einem Fahrzeug nach einer spannungslosen Zeitphase anzugeben.

Die Aufgabe wird durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 gelöst. Die Aufgabe wird weiterhin durch eine Steuereinrichtung mit den Merkmalen des Patentanspruchs 8 sowie durch ein Fahrzeug mit den Merkmalen des Patentanspruchs 9 gelöst.

Erfindungsgemäß ist ein Verfahren zur Bestimmung eines Betriebszustandes für einen Energiespeicher eines Fahrzeuges vorgesehen, bei dem eine spannungslose Zeitphase registriert wird. Nach einer erkannten spannungslosen Zeitphase erfolgt nach Eintreten in einen einer Bewegung des Fahrzeugs - d.h. nach einer Ladephase, also einem Aufladen des Energiespeichers durch einen im Fahrzeug installierten Generator - folgenden Nachlaufs eine Durchführung einer Entladung des Energiespeichers mit einer Entnahme von Messwerten.

Ein wesentlicher Vorteil des erfindungsgemäßen Verfahrens ist darin zu sehen, dass eine Entladung erst nach dem Abstellen des Fahrzeugs, das heißt nach einer Bewegung des Fahrzeugs, erfolgt. Es ist dabei nicht erfindungswesentlich, dass das Fahrzeug tatsächlich bewegt wird, notwendig ist dabei im Wesentlichen, dass die Entladung erst nach einer Ladephase durchgeführt wird. Diese Maßnahme gewährleistet in vorteilhafter Weise, dass eine notwendige Entladung zumindest erst nach einer Ladephase - während des Betriebs des Kraftfahr-

zeugs - erfolgt und somit zumindest nicht eine erstmalige Inbetriebnahme des Verbrennungsmotors gefährdet.

Ein weiterer wesentlicher Vorteil des erfindungsgemäßen Verfahrens besteht darin, für die elektrische Entladung des Energiespeichers den Nachlauf zu nutzen. Unter diesem Nachlauf wird ein nach dem Stoppen des Verbrennungsmotors bzw. ein nach dem Abstellen des Kraftfahrzeugs stattfindender fortgesetzter Betrieb von elektrischen Verbrauchern im Kraftfahrzeug verstanden. Dieser Betrieb von elektrischen Verbrauchern, wie z. B. Lüfter, Steuergeräte (z.B. Motorsteuerung, Getriebebesteuerung, Fahrzeugaufhängungssteuerung und Dämpfungssteuerung), erstreckt sich zeitlich über mehrere Minuten nach Abstellen des Kraftfahrzeugs. Das erfindungsgemäße Verfahren nutzt einen Konsum an elektrischer Energie für eine definierte Entladung des Energiespeichers bei einer gleichzeitigen Aufnahme von Messwerten wie z. B. Entladungsstromstärke und der an den Polen des Energiespeichers während der Entladung anliegende Spannung.

Weitere Vorteile und Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist nach Beendigung der Entladung eine so genannten »Ruhephase« mit einer geringeren oder auch keiner Belastung des Energiespeichers vorgesehen, bei der die Entnahme von Messwerten, insbesondere einer Ruhespannung, fortgesetzt wird. In dieser sich der Entladung anschließenden Ruhephase ist eine genaue Bestimmung des Ladezustandes ermöglicht.

Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung sieht eine Abfrage des Fahrzeugbedieners vor, ob eine Entladung durchgeführt werden soll. Dem Fahrzeugbediener wird damit in vorteilhafter Weise die Möglichkeit gegeben, den Entladungsvorgang abubrechen. Ein solcher Abbruch durch den Fahrzeugbediener würde sich beispielsweise als vorteilhaft erweisen, wenn der Fahrzeugbediener in Kenntnis eines derart niedrigen

Ladezustandes des Energiespeichers ist, dass ein späteres Anlassen des Verbrennungsmotors ihm nicht mehr möglich erscheint.

5 Die während der Entladung gewonnen Messwerte betreffen insbesondere eine Entladungsstromstärke und/oder eine zwischen den Polen des Energiespeichers abgegriffene elektrische Spannung, z.B. Ruhespannung oder Entladungsspannung. Dabei werden sowohl die Messwerte als auch deren zeitlicher Verlauf aufge-
10 zeichnet.

Ein Ausführungsbeispiel mit weiteren Vorteilen und Ausgestaltungen der Erfindung wird im Folgenden anhand der Zeichnung näher erläutert. Es versteht sich, dass die dargestellte Ausführung der Erfindung lediglich beispielhafter Natur ist und
15 eine detaillierte Darstellung nicht als einschränkend zu verstehen ist.

Die einzige FIG zeigt ein schematisches Ablaufdiagramm, welches eine Entladung eines Energiespeichers in einem Fahrzeug
20 beinhaltet.

Der Energiespeicher des Fahrzeugs ist beispielsweise eine Blei-Säure-Batterie, welche durch ein Steuergerät überwacht
25 wird. Ein solches Steuergerät ist unter anderem für eine Überwachung eines Betriebszustandes des Energiespeichers verantwortlich. Bestandteile dieses Betriebszustandes sind beispielsweise der Energieinhalt bzw. SOC (State of Charge), Leistungsfähigkeit bzw. SOF (State of Function) sowie Batteriealter bzw. SOH (State of Health).
30

Das Steuergerät verwendet beispielsweise ein Modell des im Fahrzeug eingesetzten Energiespeichers, mit Hilfe dessen aktuellen sowie aufgezeichneten Messwerten - auch Messwerthistorie genannt - ein bestimmter Betriebszustand zugeordnet
35 werden kann. Eine kontinuierliche Bestimmung des Betriebszustandes und eine Regelung einer optimalen Ladespannung durch einen gleichfalls im Fahrzeug vorhandenen Generator gewähr-

leisten einen gleich bleibend optimalen Betriebszustand des Energiespeichers.

In einem ersten Zustand 1 wird nun davon ausgegangen, dass eine spannungslose Phase, beispielsweise in Folge eines Wechsels des Energiespeichers, stattgefunden hat. Der erste Zustand 1 kann sich im Übrigen auch während der Bewegung des Fahrzeugs oder auch zu einem davor liegenden Zeitpunkt einstellen, beispielsweise durch einen Ausfall. Gründe hierfür sind beispielsweise ein Ausfall eines Steuergeräts bzw. der Bordelektronik, eine Spannungsunterschreitung im Bordnetz infolge eines zu hohen Laststroms oder auch Kontaktprobleme zwischen dem Steuergerät zur Aufnahme der Messdaten und dem Bordnetz.

Eine spannungslose Phase bedeutet also, dass eine Zuordnung des im Fahrzeug eingebauten Energiespeichers mit der Messwerthistorie nicht mehr gewährleistet werden kann.

Durch eine aktive Entladung des Energiespeichers können Messwerte aufgenommen werden, welche eine Bestimmung des aktuellen Betriebszustandes der Batterie ermöglichen. Durch diese aktive Entladung der Batterie wird allerdings der Ladezustand des Energiespeichers gefährdet und kann im schlimmsten Fall dazu führen, dass das Fahrzeug nach dieser aktiven Entladung nicht mehr startfähig ist.

Das erfindungsgemäße Verfahren sieht daher eine aktive Entladung erst nach einer vorherigen Bewegung des Fahrzeugs entsprechend dem zweiten Zustand 2 vor. Der Zustand 2 zeichnet sich durch einen Betrieb des Bordnetzes bei erhöhter Spannung aus.

Zu einem darauf folgenden dritten Zustand 3 wird von einem Abstellen des Fahrzeugs ausgegangen. Dies entspricht in herkömmlichen Fahrzeugen einem Abstellen des Verbrennungsmotors, also ein nach einem ersten Start und einer ersten Fahrt eingetretener dritter Zustand 3.

In einem vierten Entscheidungsschritt 4 wird anhand von gespeicherten Informationen bestimmt, ob in Folge der stattgefundenen spannungslosen Phase bislang ermittelte Messwerte zum Wiedererlernen des Betriebszustands heranziehbar sind.

Ist dies - gemäß eines in der Zeichnung nach rechts führenden, nicht mit einem Bezugszeichen versehenen Entscheidungszweiges »Ja« - der Fall, ist das Verfahren an dieser Stelle beendet. Die Messwerte - also die innerhalb eines Fahrprofils aufgenommene Batteriebelastung - reichen in diesem Fall aus, um den aktuellen Betriebszustand des Energiespeichers dem Modell des Energiespeichers zuzuordnen. Der genannte Entscheidungszweig »Ja« führt zu einem herkömmlichen Verhalten des Fahrzeugs.

Konnten die vorhandenen Messwerte gemäß dem Entscheidungszweig n »Nein« nicht zu einem Wiedererlernen - d.h. Zuordnung des aktuellen Betriebszustand zum Modell des Energiespeichers - herangezogen werden, führt der Entscheidungsschritt 4 in den folgenden fünften Zustand 5.

Im fünften Zustand 5 wird das Fahrzeug gestoppt bzw. abgestellt. Zeitgleich zu einem Abstellen des Fahrzeugs erfolgt in einem sechsten Entscheidungsschritt 6 eine Bediennerrückfrage, bei der der Fahrzeugbediener vor Aktivierung der Entladung gewarnt werden kann. Dem Fahrzeugbediener wird dabei die Möglichkeit gegeben, die folgende Entladung abubrechen. Alternativ oder zusätzlich ist bei diesem Entscheidungsschritt auch eine Meldung oder Warnung an den Fahrzeugbediener vorgesehen, falls der Typ des eingesetzten Energiespeichers nicht erkannt wird.

Im sechsten Entscheidungsschritt 6 »Abbruch durch den Fahrzeugbediener? « wird ein möglicher Abbruch durch den Fahrzeugbediener dargestellt. In einem Entscheidungszweig n hat der Fahrzeugbediener den folgenden Entladungsvorgang nicht abgebrochen, so dass das Verfahren in den folgenden siebten Verfahrensschritt 7 wechselt. In einem in der Zeichnung nach

rechts führenden, nicht mit einem Bezugszeichen versehenen Entscheidungszweig hat der Fahrzeugbediener den folgenden Entladungsvorgang abgebrochen, ist das Verfahren an dieser Stelle beendet. Der genannte Entscheidungszweig führt zu einem herkömmlichen Verhalten des Fahrzeugs.

Im siebten Verfahrensschritt 7 wird ein Nachlauf des Fahrzeugs eingeleitet. In einem gleichzeitig, davor oder darauf stattfindenden achten Schritt 8 erfolgt eine Durchführung der Entladung des Energiespeichers.

Diese Entladung bzw. aktive Entladung besteht in einem bevorzugten Ausführungsbeispiel aus einer Stromentladung von circa 10 bis 25 Ampere (A) bei einer angenommenen Batteriekapazität von 100 Amperestunden (Ah) für eine Dauer von circa 5 bis 10 Minuten. Die Entladungsstromstärke wird vorzugsweise konstant gehalten. Für diese Konstantstromentladung werden dabei vorrätige Verbraucher des Nachlaufs genutzt, beispielsweise Lüfter, Steuergeräte usw.

Die Entladungsmenge beträgt mindestens 1 % der Batteriekapazität. Der Entladungsstrom während der Konstantstromentladung wird so eingestellt, dass dieser idealerweise um weniger als 10 % um den Mittelwert schwankt. Während der Entladung wird der zeitliche Verlauf von Messwerten wie z.B. der elektrischen Spannung zwischen den Polen des Energiespeichers sowie der Höhe des Entladungsstroms aufgenommen und in geeigneter Weise gespeichert.

Nach der Durchführung der Entladung gemäß dem achten Schritt 8 erfolgt ein neunter Zustand 9, in dem eine geringere oder keine Belastung des Energiespeichers vorgesehen ist. Der neunte Zustand 9 wird daher auch als Ruhephase bezeichnet. Eine geringe Belastung entspricht beispielsweise einer Entladungsstromstärke von typischerweise unter 200 mA. Die Ruhephase hat dabei eine zeitliche Dauer von mindestens 5 bis ca. 20 Minuten. Während dieser Ruhephase wird im Wesentlichen die elektrische Spannung zwischen den beiden Polen des Energie-

speichers ausgewertet. Die in der Ruhephase abgegriffene Spannung entspricht der oben genannten Ruhespannung.

Die in der achten und neunten Phase 8,9 ermittelten Messwerte ermöglichen eine schnelle und genaue Erkennung des Betriebszustandes, insbesondere Ladungszustandes, falls die im Zustand 4 ermittelten Messwerte dazu ungeeignet waren.

Als Vorteil dieses Verfahrens ist zu nennen, dass eine aktive Entladung nicht nach jedem Abstellen des Fahrzeugs veranlasst wird, sondern nur nach einer spannungslosen Phase. Die spannungslose Phase wird von einem Steuergerät bzw. Batteriemonitor registriert und gespeichert. Ein Zurücksetzen (»Reset«) des entsprechenden Steuergeräts wird ebenfalls als spannungslose Phase bewertet.

Ein weiterer Vorteil liegt in einer Vermeidung einer zu starken Batterieentladung, da eine aktive Entladung erst nach dem ersten Abstellen des Fahrzeugs erfolgt.

Die optionale Bedienerrückfrage gewährleistet eine zusätzliche Sicherheit durch einen möglichen Eingriff durch den Fahrzeugbediener, welcher beispielsweise im Wissen eines sehr niedrigen Ladezustandes eine zusätzliche aktive Entladung stoppen kann. Eine solche Bedienerrückfrage kann aus praktischen Gründen unter anderem deshalb entfallen, da diese eine technische Expertise des Fahrzeugbedieners übersteigen könnte.

Weiterhin gewährleistet der Zeitpunkt der Entladung in vorteilhafter Weise eine Startfähigkeit, welche erst nach dem ersten erfolgreichen Start durch eine aktive Entladung eingeschränkt wird.

Die einzustellende Entladung unterscheidet sich vom üblichen Nachlauf in Bezug auf Entladungsmenge und Konstanz des Entladungsstromes, wird jedoch in vorteilhafter Weise in den Nachlauf integriert.

Ein beispielhafter Nachlauf mit einem zeitlichen Verlauf der Stromstärke von 20 A für eine Minute, gefolgt von 5A für 10 Minuten und 2 A für weitere 20 Minuten wird beispielsweise
5 so modifiziert, dass sich ein zeitlicher Verlauf des Entladungsstromes aus einer zehnminütigen Periode mit einem Entladungsstrom von 20 A, gefolgt von einer fünfminütigen Periode von 5 A und weiteren 20 Minuten mit 2 A einstellt.

- 10 Für die aktive Entladung werden also vorhandene Verbraucher herangezogen, welche an einem herkömmlichen Nachlauf beteiligt sind. In vorteilhafter Weise erspart dies den Einsatz zusätzlicher Komponenten wie beispielsweise aktiver Entladungswiderstände.

15

Patentansprüche

1. Verfahren zur Bestimmung eines Betriebszustands eines Energiespeichers in einem Fahrzeug mit folgenden Verfahrensschritten:

- Registrierung einer spannungslosen Zeitphase
- nach Eintreten in einen einer Bewegung des Fahrzeugs folgenden Nachlauf erfolgt eine Durchführung einer Entladung des Energiespeichers mit Entnahme von Messwerten.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass als Messwerte die Entladungsstromstärke und/oder die Spannung zwischen den Polen des Energiespeichers und/oder die Temperatur des Energiespeichers aufgenommen werden.

3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der zeitliche Verlauf der Messwerte aufgezeichnet wird.

4. Verfahren nach einem der vorgenannten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass nach Beendigung der Entladung eine Ruhephase mit einer geringeren oder keiner Belastung des Energiespeichers mit einer fortgesetzten Entnahme von Messwerten eingeleitet wird.

5. Verfahren nach einem der vorgenannten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass vor der Entladung des Energiespeichers eine Abfrage des Fahrzeugbedieners vorgesehen ist

6. Verfahren nach einem der vorgenannten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zur Entladung des Energiespeichers zumindest teilweise am Nachlauf beteiligte elektrische Energieverbraucher beteiligt werden.

7. Verfahren nach einem der vorgenannten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,

dass eine Entladungsmenge der Entladung mindestens 0,5 Prozent, vorzugsweise ein Prozent der Kapazität des Energiespeichers beträgt.

- 5 8. Steuereinrichtung für ein Fahrzeug zur Bestimmung eines Betriebszustands eines Energiespeichers mit Mitteln zur Registrierung einer spannungslosen Zeitphase und mit Mitteln zur Durchführung einer Entladung des Energiespeichers nach Eintreten in einen einer Bewegung des Fahrzeugs folgenden
- 10 Nachlauf unter Entnahme von Messwerten.
9. Fahrzeug mit einer darin befestigten Steuereinrichtung nach Anspruch 8.

