(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
13. Januar 2011 (13.01.2011)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2011/003917 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
G01R 31/28 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2010/059662

(22) Internationales Anmeldedatum:
6. Juli 2010 (06.07.2010)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2009 032 063.6 7. Juli 2009 (07.07.2009) DE

(71) Anmelder *(für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US)*: **CONTI TEMIC MICROELECTRONIC GMBH** [DE/DE]; Sieboldstraße 19, 90411 Nürnberg (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder *(nur für US)*: **FRIEDRICH, Ferdinand** [DE/DE]; Tucherstr. 26a, 90562 Heroldsberg (DE). **GREIF, Andreas** [DE/DE]; Oberer Grenzweg 46, 91077 Neunkirchen/Brand (DE). **GREUL, Roland** [AT/AT]; Kaiser-Franz-Josefs-Kai 52 / PF 13, A-8010 Graz (AT).

(74) Anwalt: **BONN, Roman**; c/o Continental Automotive GmbH, Postfach 22 16 39, 80506 München (DE).

(81) Bestimmungsstaaten *(soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart)*: AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, 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, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, 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, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: MONITORING THE EFFECTIVE AGE OF ELECTRONIC COMPONENTS OR ASSEMBLIES

(54) Bezeichnung : ÜBERWACHUNG DES EFFEKTIVEN LEBENSALTERS VON ELEKTRONISCHEN BAUTEILEN ODER BAUGRUPPEN

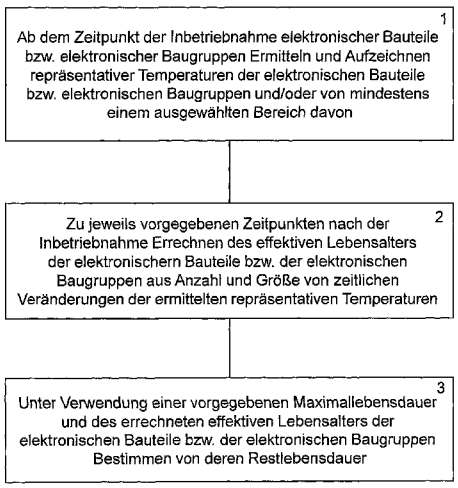


FIG. 1

1...Starting at the time at which electronic component or electronic assemblies are put into operation, determining and recording representative temperatures of the electronic components or electronic assemblies and/or of at least one select region thereof
2...At respectively predetermined times after they are put into operation, calculating the effective age of the electronic components or of the electronic assemblies from the number and extent of the temporal changes of the representative temperatures that were determined
3...Determining the residual life of electronic components or of electronic assemblies using a predetermined maximum life and the calculated effective age thereof

(57) Abstract: The invention relates to a method for determining the residual life of an electronic component or of an electronic assembly, wherein, starting from the time at which the electronic component or the electronic assembly is put into operation, the number and extent of temporal changes of the temperatures of the electronic component or of the electronic assembly, and/or of one or more select areas of the electronic component or of the electronic assembly are determined and recorded, wherein at the respectively predetermined times after the electronic component or the electronic assembly was put into operation, the residual life of the electronic component or of the electronic assembly is calculated on the basis of the temperature changes that were determined.

(57) Zusammenfassung: Verfahren zur Bestimmung der Restlebensdauer eines elektronischen Bauteils bzw. einer elektronischen Baugruppe, bei dem ab dem Zeitpunkt der Inbetriebnahme des elektronischen Bauteils bzw. der elektronischen Baugruppe Anzahl und Größe von zeitlichen Veränderungen der Temperaturen des elektronischen Bauteils bzw. der elektronischen Baugruppe und/oder von einem oder mehreren ausgewählten Bereichen des elektronischen Bauteils bzw. der elektronischen Baugruppe ermittelt und aufgezeichnet werden, wobei zu jeweils vorgegebenen Zeitpunkten nach der Inbetriebnahme des elektronischen Bauteils bzw. der elektronischen Baugruppe auf Grundlage der ermittelten Temperaturänderungen die Restlebensdauer des elektronischen Bauteils oder der elektronischen Baugruppe errechnet wird.

WO 2011/003917 A1

CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— *mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)*

— *vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eingehen (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe h)*

Beschreibung

Überwachung des effektiven Lebensalters von elektronischen Bauteilen oder Baugruppen

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Bestimmung der Restlebensdauer von elektronischen Bauteilen oder elektronischen Baugruppen.

Elektronische Bauteile und Baugruppen der Leistungselektronik von Kraftfahrzeugen sind in Abhängigkeit von den jeweiligen Fahrzuständen (Häufigkeit, Dauer, Geschwindigkeit, Umgebungstemperatur usw.) unterschiedlichen Lastzyklen ausgesetzt. Dabei treten über die Lebensdauer der Bauteile und Baugruppen der Leistungselektronik eines Fahrzeugs üblicherweise extrem häufige, jedoch je nach Fahrzuständen unterschiedliche Temperaturschwankungen an den einzelnen Bauteilen und Baugruppen auf. Die maximal erreichbare Lebensdauer von Bauteilen und Baugruppen hängt dabei beispielsweise von der Häufigkeit und Größe von Temperaturschwankungen in kritischen Bereichen wie Bonddrahtverbindungen oder Lotverbindungen zwischen Leistungsbauteilen und Substraten oder Kühlkörpern von Baugruppen ab.

Nach dem Stand der Technik gibt es keine Verfahren zur Bestimmung der tatsächlichen Lebensdauer der Leistungselektronik oder Teilen davon in Kraftfahrzeugen, da eine exakte Messung der vom tatsächlichen Nutzungsgrad abhängigen Alterung bislang nicht vorgesehen war.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein Verfahren zur Bestimmung der Restlebensdauer von elektronischen Bauteilen oder elektronischen Baugruppen anzugeben, bei dem die genannten Nachteile vermieden werden.

Die Aufgabe wird gelöst durch ein Verfahren gemäß Anspruch 1. Ausgestaltungen und Weiterbildungen des Erfindungsgedankens sind Gegenstand von Unteransprüchen.

Die Aufgabe wird insbesondere gelöst durch ein Verfahren zur Bestimmung der Restlebensdauer von elektronischen Bauteilen oder elektronischen Baugruppen, bei dem repräsentative Temperaturen elektronischer Bauteile bzw. elektronischer Baugruppen und/oder von mindestens einem ausgewählten Bereich der elektronischen Bauteile bzw. der elektronischen Baugruppen ab deren Inbetriebnahme fortlaufend ermittelt und aufgezeichnet werden, wobei zu jeweils vorgegebenen Zeitpunkten aus Anzahl und Größe von zeitlichen Veränderungen der ermittelten Temperaturen das effektive Lebensalter des elektronischen Bauteils bzw. der elektronischen Baugruppe errechnet wird.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand der in den Figuren der Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispiele näher erläutert, wobei gleiche Elemente mit gleichen Bezugszeichen versehen sind. Es zeigt:

Figur 1 in einem Ablaufdiagramm ein Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Verfahrens;

Figur 2 in einem Ablaufdiagramm ein Ausführungsbeispiel eines Verfahrens zur Ermittlung von Temperaturen durch Temperatursensoren;

Figur 3 in einem Ablaufdiagramm ein Ausführungsbeispiel eines Verfahrens zur Ermittlung von Temperaturen aus einem gemessenen Strom- und Spannungsverlauf und einem zugehörigen thermischen Widerstand;

Figur 4 in einem Ablaufdiagramm ein Ausführungsbeispiel eines Verfahrens zur Zuordnung der ermittelten Temperatur in eine Vielzahl von Größenklassen;

Figur 5 in einem Ablaufdiagramm ein Ausführungsbeispiel eines Verfahrens zum Errechnen des effektiven Lebensalters unter Verwendung von Umrechnungstabellen; und

Figur 6 in einem Signalflussplan ein Ausführungsbeispiel eines Verfahrens zum Errechnen des effektiven Lebensalters unter Verwendung von dynamischen Modellen.

Figur 1 zeigt den allgemeinen Ablauf eines erfindungsgemäßen Verfahrens zur Bestimmung der Restlebensdauer von elektronischen Bauteilen oder Baugruppen. Dabei wird davon ausgegangen, dass das effektive Lebensalter von elektronischen Bauteilen oder Baugruppen im Wesentlichen durch die Häufigkeit und die Größe von Temperaturschwankungen der Bauteile bzw. Baugruppen beziehungsweise in bestimmten Bereichen von diesen bestimmt wird. Bereiche von elektronischen Bauteilen bzw. Baugruppen die besonders durch Temperaturschwankungen beansprucht werden können sind beispielsweise Bonddrahtverbindungen oder Lotverbindungen zwischen Leistungsbauteilen und Kühlkörpern oder dem Substrat einer Baugruppe.

Um die verbleibende Restlebensdauer zu bestimmen ist es daher in einem ersten Schritt 1 vorgesehen, die zeitlichen Verläufe der Temperaturen der Bauteile bzw. Baugruppen und/oder von bestimmten Bereichen von diesen über deren gesamte Lebens- beziehungsweise Betriebsdauer zu bestimmen und diese Daten zur späteren Auswertung aufzuzeichnen. Eine solche Aufzeichnung findet üblicherweise in einem geeigneten Speichermedium,

wie zum Beispiel einem Halbleiterspeicher statt, der bereits gespeicherte Daten auch dann weiter gespeichert vorhält, wenn keine Versorgungsspannung anliegt. Ein solches Speichermedium kann im Falle eines Fahrzeugs Bestandteil der Fahrzeugelektronik sein und die gespeicherten Daten auch dann weiter vorhalten, wenn zum Beispiel die Spannungsversorgung (Batterie des Fahrzeugs) vorübergehend keine Spannungsversorgung zur Verfügung stellt (zum Beispiel bei Austausch der Batterie oder während der Fahrzeugwartung).

In einem Schritt 2 werden dann zu jeweils vorgegebenen Zeitpunkten die Häufigkeit und die Größe von Temperaturschwankungen der Bauteile bzw. Baugruppen und/oder von bestimmten Bereichen von diesen bestimmt. Die Zeitpunkte können periodisch wiederkehrend sein oder ereignisgetriggert wie beispielsweise durch Betriebszustandsänderungen wie etwa bei oder nach Umkehrpunkte der Temperatur. Diese vorgegebenen Zeitpunkte können zum Beispiel auch nur in Zeiträumen festgelegt werden, in denen die Bauteile bzw. Baugruppen nicht in Betrieb sind. Sind die Bauteile bzw. Baugruppen Teil einer Elektronik eines Fahrzeugs, können solche Zeiträume zum Beispiel diejenigen sein, in denen das Fahrzeug nicht in Betrieb ist und daher auch keine aktuellen Änderungen der Temperatur stattfinden. Gegebenenfalls kann dabei zunächst auch ein Abkühlen der Bauteile bzw. Baugruppen auf Umgebungstemperatur abgewartet werden, bevor mit einer Auswertung der aufgezeichneten Daten begonnen wird, oder es wird mit einer Auswertung begonnen und danach anfallende Temperaturdaten werden aufgezeichnet, aber nicht in der gerade aktuellen Auswertung berücksichtigt.

Im darauf folgenden Schritt 3 wird aus den ausgewerteten Daten die noch verbleibende Restlebensdauer der Bauteile bzw. Baugruppen bestimmt. Dazu werden die Häufigkeit und die Größe von Temperaturschwankungen individuell für jedes der Bauteile

bzw. Baugruppen betrachtet, um die Restlebensdauer für jedes der Bauteile bzw. Baugruppen individuell zu bestimmen. Das effektive Lebensalter wird dabei in Abhängigkeit von der Häufigkeit und der Größe von Temperaturschwankungen nach einem vorgegebenen Berechnungsverfahren berechnet.

Dabei können zum Beispiel große Änderungen der ermittelten Temperatur über kurze Zeiträume hinweg stärker gewichtet werden (und damit stärker zur Alterung beitragen) als geringere Änderungen der ermittelten Temperatur über längere Zeiträume hinweg. Unter Verwendung einer vorgegebenen Gesamtlebensdauer und des errechneten effektiven Lebensalters der elektronischen Bauteile bzw. der elektronischen Baugruppen wird dann deren Restlebensdauer bestimmt. Im Fall der Anwendung in Fahrzeugen kann diese Berechnung zum Beispiel unter Verwendung einer Recheneinheit der Fahrzeugelektronik ausgeführt werden.

Figur 2 zeigt weiteres Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Verfahrens zur Ermittlung von Temperaturen durch Temperatursensoren. Dabei werden in einem Schritt 4 die Temperaturverläufe durch einen oder mehrere auf den jeweiligen elektronischen Bauteilen bzw. den elektronischen Baugruppen angeordnete Temperatursensoren ermittelt und aufgezeichnet. Die Auswertung der Temperaturen erfolgt dabei im Allgemeinen wie unter Bezugnahme auf Figur 1 beschrieben.

Häufig besteht jedoch das Problem, dass Temperatursensoren nicht exakt an den Positionen eines elektronischen Bauteils bzw. einer elektronischen Baugruppe angeordnet werden können, die durch Temperaturschwankungen am stärksten betroffen sind und damit maßgeblichen Einfluss auf die Alterung der elektronischen Komponenten aufweisen. Solche Bereiche eines elektronischen Bauteils bzw. einer elektronischen Baugruppe können

zum Beispiel Bonddrahtverbindungen oder Lotverbindungen zwischen Leistungsbauteilen und Substraten oder Kühlkörpern sein.

In einem weiteren Schritt 5 wird optional die Temperatur solcher Bereiche, in denen keine Temperatursensoren direkt angeordnet werden können, aus den Temperaturmessungen der an anderen Positionen auf dem Bauteil bzw. der Baugruppe angeordneten Temperatursensoren abgeleitet beziehungsweise errechnet. Zu diesem Zweck werden für jeden einzelnen Fall vorgegebene Umrechnungstabellen verwendet, um aus der Temperaturmessung des Temperatursensors auf die Temperatur in den erwähnten kritischen Bereichen zu schließen. Solche Umrechnungstabellen können zum Beispiel im Rahmen von Labortests oder auf Grundlage von physikalischen Modellen der Wärmeleitung in den entsprechenden Materialien bereitgestellt werden.

Figur 3 zeigt weiteres Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Verfahrens zur Ermittlung der Temperaturen. Dabei wird in einem Schritt 6 zunächst der Temperaturverlauf des Gesamtsystems (Bauteil bzw. Baugruppe) aus einer Messung des Strom- und Spannungsverlaufs für das Gesamtsystem in Verbindung mit einem thermischen Widerstand des Gesamtsystems ermittelt. Aus diesem Ergebnis wird unter Verwendung entsprechender zugehöriger Umrechnungstabellen in einem Schritt 7 wiederum auf den Temperaturverlauf an bestimmten kritischen Bereichen (Bonddrahtverbindungen, Lotverbindungen usw.) des Bauteils bzw. der Baugruppe geschlossen. Die entsprechenden Daten werden zur späteren Verarbeitung wiederum aufgezeichnet und einer wie oben beschriebenen Auswertung zugeführt.

Figur 4 zeigt weiteres Ausführungsbeispiel eines Verfahrens zur Auswertung aufgezeichneter Temperaturdaten. Dabei werden in einem Schritt 8 ermittelte Temperaturschwankungen der e-

lektronischen Bauteile bzw. der elektronischen Baugruppen und/oder von einem oder mehreren ausgewählten Bereichen davon zunächst in verschiedene Größenklassen eingeteilt. Solche Größenklassen können zum Beispiel auf Grundlage der Größe und/oder der Geschwindigkeit von ermittelten Temperaturschwankungen gebildet werden. Dabei können zum Beispiel große Änderungen der ermittelten Temperatur über kurze Zeiträume hinweg einer anderen Klasse zugeordnet werden als geringere Änderungen der ermittelten Temperatur, die über längere Zeiträume hinweg erfolgen.

Die Häufigkeit des Auftretens von Temperaturänderungen in den unterschiedlichen Größenklassen hängt dabei bei Fahrzeugen unter anderem vom Fahrverhalten des Fahrers, der Häufigkeit der Einsatzart (beispielsweise Lang- oder Kurzstreckenfahrten) und den Umgebungsbedingungen ab. Die gebildeten Größenklassen können dann je nach Einfluss der Temperaturänderungen auf den Alterungsprozess der elektronischen Bauteile bzw. der elektronischen Baugruppen bei der Berechnung der Restlebensdauer in einem Schritt 9 unterschiedlich gewichtet werden.

Die Bildung solcher Größenklassen bietet auch die Möglichkeit, die über die Betriebsdauer der elektronischen Bauteile bzw. der elektronischen Baugruppen hinweg zu speichernden Datenmengen stark zu reduzieren. So kann in einer Elektronik zum Beispiel eine bestimmte Anzahl von Zählern vorgesehen sein, die jeweils dann inkrementiert werden, wenn ein ermittelter Temperaturverlauf der entsprechenden Größenklasse zuzuordnen ist. Eine fortlaufende kontinuierliche Aufzeichnung aller ermittelten Temperaturverläufe ist in diesem Fall nicht erforderlich.

In einem Schritt 10 wird dann das effektive Lebensalter der elektronischen Bauteile bzw. der elektronischen Baugruppen in Abhängigkeit von der Anzahl der zeitlichen Veränderungen der ermittelten Temperaturen je Größenklasse errechnet.

Figur 5 zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel eines Verfahrens zum Errechnen des effektiven Lebensalters in einer Fahrzeugelektronik. In einem Schritt 11 wird dabei zum Beispiel eine bereits vorhandene Recheneinheit der Fahrzeugelektronik genutzt, um die entsprechenden Berechnungen durchzuführen. Vorzugsweise werden dabei Zeiträume genutzt, in denen das Fahrzeug nicht in Betrieb ist und die Recheneinheit nicht für Rechenaufgaben benötigt wird, die mit dem Betrieb des Fahrzeugs in Verbindung stehen.

Steht in der entsprechenden Elektronik, wie im vorliegenden Beispiel in einem Fahrzeug, keine ausreichend leistungsfähige Recheneinheit zur Verfügung, um die anfallenden Daten entsprechend den beschriebenen Verfahren auszuwerten, können die ermittelten Daten zur Berechnung der Restlebensdauer in Schritt 11 alternativ auch drahtlos oder drahtgebunden an zu dem Fahrzeug externe Recheneinheiten übertragen und dort ausgewertet werden. Eine drahtgebundene Übertragung kann dabei im Rahmen einer Wartung ausgeführt werden. Eine drahtlose Übertragung von Daten kann demgegenüber zu beliebigen oder zyklisch festgelegten Zeitpunkten, zum Beispiel über eine GSM Schnittstelle, stattfinden.

Wird die beschriebene Datenauswertung in einem Fahrzeug selbst unter Verwendung von Recheneinheiten der Fahrzeugelektronik ausgeführt, kann als Reaktion auf das Erreichen eines vorgegebenen effektiven Lebensalters eines elektronischen Bauteils bzw. einer elektronischen Baugruppe in einem Schritt 12 beispielsweise ein entsprechender Warnhinweis

(Warnsignal, Warnleuchte, Meldung über Bordcomputer usw.) ausgegeben werden. Werden die Daten extern zum Fahrzeug ausgewertet, zum Beispiel im Rahmen einer Wartung, kann als Reaktion auf das Erreichen eines vorgegebenen effektiven Lebensalters bzw. das Unterschreiten einer vorgegebenen Restlebensdauer eines elektronischen Bauteils bzw. einer elektronischen Baugruppe direkt ein entsprechender Komponentenaustausch vorgenommen werden.

Figur 6 zeigt in einem Signalflussplan ein Ausführungsbeispiel eines Verfahrens zum Errechnen des effektiven Lebensalters unter Verwendung von dynamischen Modellen. Figur 6 zeigt einen Berechnungsblock 18 zur Berechnung einer Verlustleistung, einen Funktionsblock 19 zur Anwendung eines dynamischen Temperaturmodells, einen Funktionsblock 21 zur Reduzierung errechneter Datenwerte, einen Funktionsblock 22 zur Speicherung von Datenwerten und einen Berechnungsblock 23 zur Anwendung eines Algorithmus zur Schädigungsbestimmung. Als Eingangsgrößen weist das Verfahren einen Strom 13 durch das Bauteil beziehungsweise die Baugruppe, eine an dem Bauteil beziehungsweise die Baugruppe anliegende Spannung 14, eine Schaltfrequenz 15 des Bauteils beziehungsweise der Baugruppe, eine Einschaltdauer 16 des Bauteils beziehungsweise der Baugruppe und eine Substrattemperatur 17 des Bauteils beziehungsweise der Baugruppe auf.

Aus dem Strom 13, der Spannung 14, der Schaltfrequenz 15 des Bauteils beziehungsweise der Baugruppe, der Einschaltdauer 16 des Bauteils beziehungsweise der Baugruppe und einer rückgekoppelten errechneten Temperatur 20 des Bauteils beziehungsweise der Baugruppe wird in Berechnungsblock 18 die Verlustleistung des Bauteils beziehungsweise der Baugruppe errechnet. Diese errechnete Verlustleistung wird dem nachfolgenden Funktionsblock 19 zur Anwendung eines dynamischen Temperatur-

modells zur Verfügung gestellt. Im Funktionsblock 19 wird aus dieser Verlustleistung und der gemessenen Substrattemperatur 17 die gesuchte Temperatur 20 des Bauteils beziehungsweise der Baugruppe errechnet, die auf die Berechnungsblock 18 rückgekoppelt wird.

In dem nachfolgenden Funktionsblock 21 werden die zur Verfügung stehenden Datenwerte der errechneten Bauteiltemperatur 20 und der gemessenen Substrattemperatur 17 auf einen für den nachfolgend angewendeten Algorithmus ausreichende Anzahl reduziert und abgespeichert. Unter Anwendung eines Algorithmus zur Schädigungsbestimmung wird in Berechnungsblock 23 die Restlebensdauer 24 des Bauteils beziehungsweise der Baugruppe bestimmt.

Gemäß einer Weiterbildung des Ausführungsbeispiels eines Verfahrens zum Errechnen des effektiven Lebensalters unter Verwendung von dynamischen Modellen zeigt Figur 6 eine Berechnungseinheit 25 zur Anwendung eines Algorithmus zur Limitierung der Strombelastung in Abhängigkeit von der Temperatur. Dabei wird in Abhängigkeit von diesen Größen unter Verwendung der errechneten Bauteiltemperatur 20 und der gemessenen Substrattemperatur 17 durch die Berechnungseinheit 25 ein maximal zulässiger Strom 26 für das Bauteil beziehungsweise die Baugruppe errechnet.

Durch die Verwendung von dynamischen Modellen für die in der Berechnungsblock 18, dem Funktionsblock 19, der Berechnungseinheit 23 und der Berechnungseinheit 25 verwendeten Algorithmen beziehungsweise Berechnungsvorschriften lassen sich die angewendeten Modelle jederzeit verändern und zum Beispiel neuesten Erkenntnissen zur Bauteilalterung oder für ersetzte Bauteile beziehungsweise Baugruppen anpassen.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Bestimmung der Restlebensdauer eines elektronischen Bauteils oder einer elektronischen Baugruppe, bei dem
ab dem Zeitpunkt der Inbetriebnahme des elektronischen Bauteils bzw. der elektronischen Baugruppe und/oder von mindestens einem ausgewählten Bereich davon repräsentative Temperaturen ermittelt und aufgezeichnet werden, wobei
zu jeweils vorgegebenen Zeitpunkten nach der Inbetriebnahme des elektronischen Bauteils bzw. der elektronischen Baugruppe aus Anzahl und Größe von zeitlichen Veränderungen der ermittelten Temperaturen das effektive Lebensalter des elektronischen Bauteils bzw. der elektronischen Baugruppe errechnet wird und
aus einem vorgegebenen Maximallebensalter des elektronischen Bauteils bzw. der elektronischen Baugruppe und dem errechneten abgelaufenen effektiven Lebensalter des elektronischen Bauteils bzw. der elektronischen Baugruppe die jeweilige Restlebensdauer bestimmt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem das elektronische Bauteil bzw. die elektronische Baugruppe ein Substrat oder einen Träger aufweist und die repräsentativen Temperaturen durch mindestens einen auf dem Substrat oder Träger angeordneten Temperatursensor ermittelt werden.

3. Verfahren nach Anspruch 2, bei dem unter Verwendung einer ersten Umrechnungstabelle aus den von den Temperatursensoren ermittelten repräsentativen Temperaturen und der Bauteil- bzw. Baugruppenverlustleistung die Temperaturen von mindestens einem ausgewählten Bereich des e-

lektronischen Bauteils bzw. der elektronischen Baugruppe errechnet werden.

4. Verfahren nach Anspruch 2, bei dem unter Verwendung eines dynamischen Temperaturmodells aus den von den Temperatursensoren ermittelten repräsentativen Temperaturen und der Bauteil- bzw. Baugruppenverlustleistung die Temperaturen von mindestens einem ausgewählten Bereich des elektronischen Bauteils bzw. der elektronischen Baugruppe errechnet werden.

5. Verfahren nach Anspruch 3 oder 4, bei dem der mindestens eine Bereich des elektronischen Bauteils bzw. der elektronischen Baugruppe, eine Bonddrahtverbindung oder eine Lotschicht ist.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, bei dem unter Verwendung einer zweiten Umrechnungstabelle aus einem gemessenen Strom- und Spannungsverlauf und einer vorab bestimmten thermischen Impedanz des Bauteils bzw. der elektronischen Baugruppe die Bauteil- bzw. Baugruppenverlustleistung errechnet wird.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, bei dem unter Verwendung eines dynamischen Verlustleistungsmodells aus einem gemessenen Strom- und Spannungsverlauf und einer vorab bestimmten thermischen Impedanz des Bauteils bzw. der elektronischen Baugruppe die Bauteil- bzw. Baugruppenverlustleistung errechnet wird.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, bei dem die zeitliche Veränderung der ermittelten Temperatur entsprechend der Größe der zeitlichen Veränderungen einer aus einer Vielzahl von Größenklassen zugeordnet wird,

wobei das effektive Lebensalter der elektronischen Bauteile bzw. der elektronischen Baugruppen in Abhängigkeit von der Anzahl der zeitlichen Veränderungen der ermittelten Temperaturen je Größenklasse errechnet wird.

9. Verfahren nach Anspruch 8, bei dem die Größenklassen unterschiedlich gewichtet werden.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 10, bei dem das elektronische Bauteil bzw. die elektronische Baugruppe Teil einer Leistungselektronik für ein Fahrzeug sind.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 oder 10, bei dem die Restlebensdauer in einer Recheneinheit einer Fahrzeugelektronik berechnet wird.

12. Verfahren nach Anspruch 12, bei dem die Restlebensdauer berechnet wird, wenn das Fahrzeug nicht in Betrieb ist.

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 oder 10, bei dem die gemessenen Temperaturen zur Berechnung der Restlebensdauer drahtlos oder drahtgebunden an zu dem Fahrzeug externe Recheneinheiten übertragen werden.

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 13, bei dem bei Unterschreiten einer vorgegebenen Restlebensdauer des elektronischen Bauteils bzw. der elektronischen Baugruppe ein Warnsignal erzeugt wird.

15. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, bei dem die vorgegebenen Zeitpunkte von bestimmten Ereignissen abhängen.

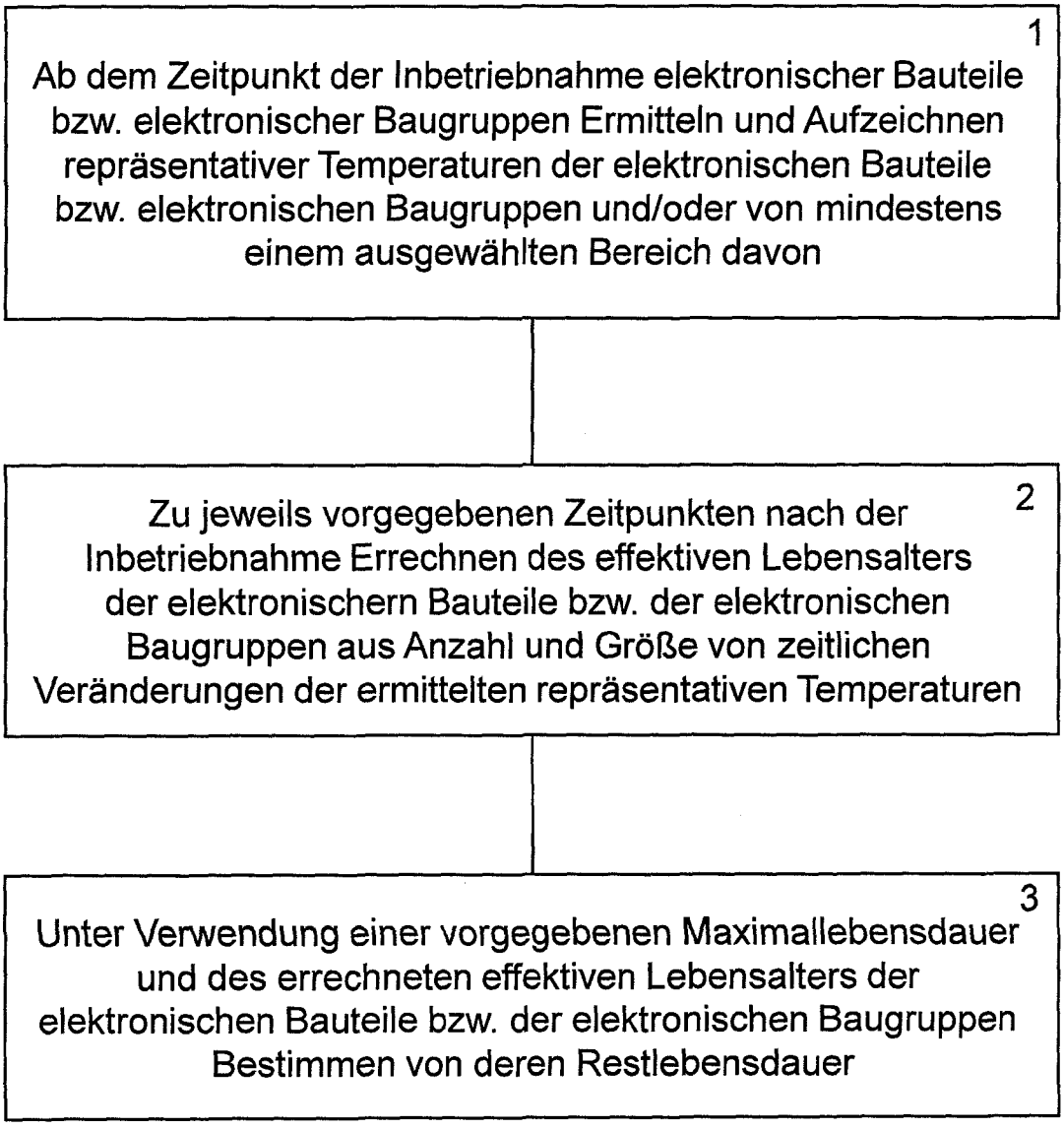

1
Ab dem Zeitpunkt der Inbetriebnahme elektronischer Bauteile bzw. elektronischer Baugruppen Ermitteln und Aufzeichnen repräsentativer Temperaturen der elektronischen Bauteile bzw. elektronischen Baugruppen und/oder von mindestens einem ausgewählten Bereich davon
2
Zu jeweils vorgegebenen Zeitpunkten nach der Inbetriebnahme Errechnen des effektiven Lebensalters der elektronischern Bauteile bzw. der elektronischen Baugruppen aus Anzahl und Größe von zeitlichen Veränderungen der ermittelten repräsentativen Temperaturen
3
Unter Verwendung einer vorgegebenen Maximallebensdauer und des errechneten effektiven Lebensalters der elektronischen Bauteile bzw. der elektronischen Baugruppen Bestimmen von deren Restlebensdauer

FIG. 1

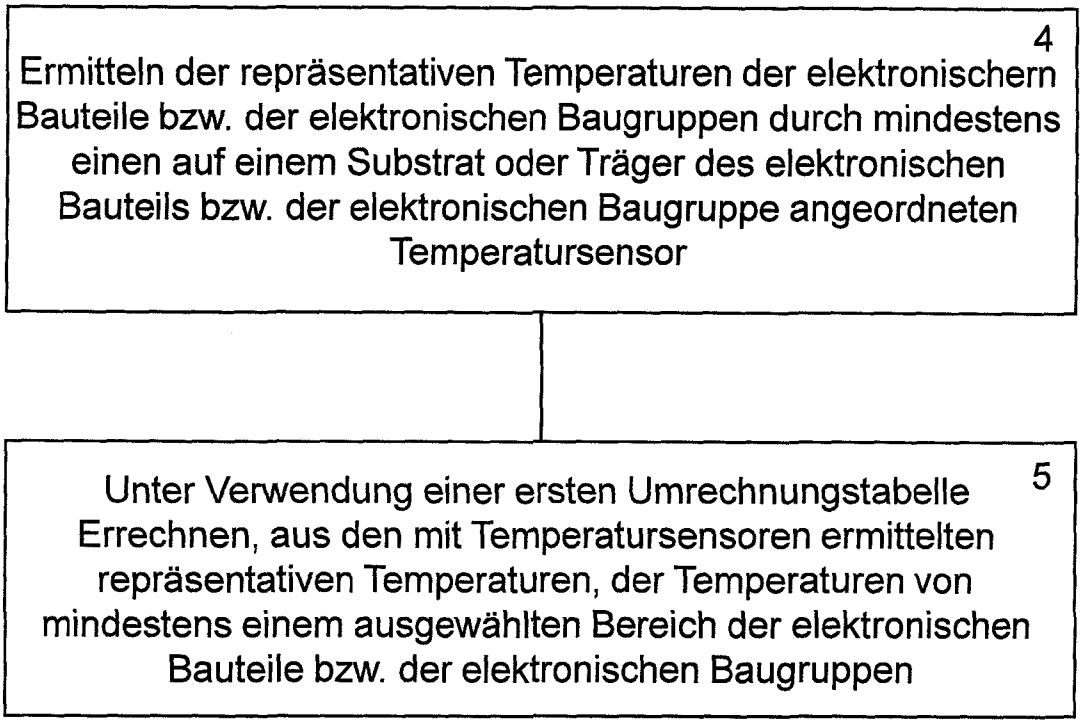

4
Ermitteln der repräsentativen Temperaturen der elektronischern Bauteile bzw. der elektronischen Baugruppen durch mindestens einen auf einem Substrat oder Träger des elektronischen Bauteils bzw. der elektronischen Baugruppe angeordneten Temperatursensor
5
Unter Verwendung einer ersten Umrechnungstabelle Errechnen, aus den mit Temperatursensoren ermittelten repräsentativen Temperaturen, der Temperaturen von mindestens einem ausgewählten Bereich der elektronischen Bauteile bzw. der elektronischen Baugruppen

FIG. 2

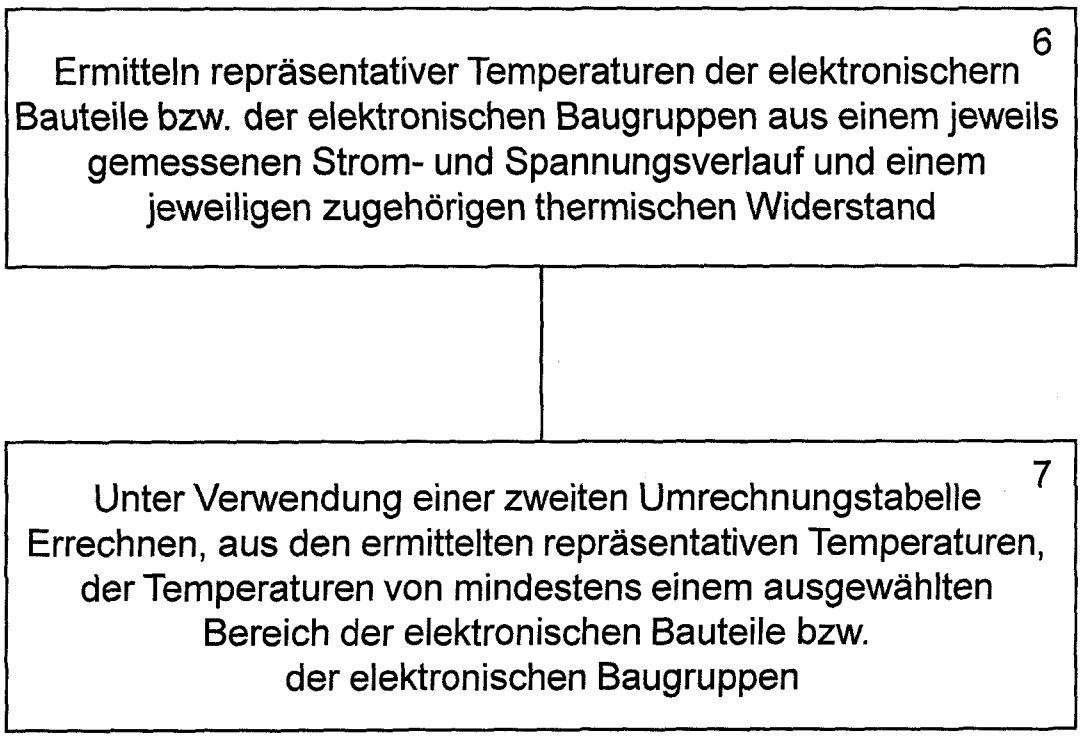

6
Ermitteln repräsentativer Temperaturen der elektronischern Bauteile bzw. der elektronischen Baugruppen aus einem jeweils gemessenen Strom- und Spannungsverlauf und einem jeweiligen zugehörigen thermischen Widerstand
7
Unter Verwendung einer zweiten Umrechnungstabelle Errechnen, aus den ermittelten repräsentativen Temperaturen, der Temperaturen von mindestens einem ausgewählten Bereich der elektronischen Bauteile bzw. der elektronischen Baugruppen

FIG. 3

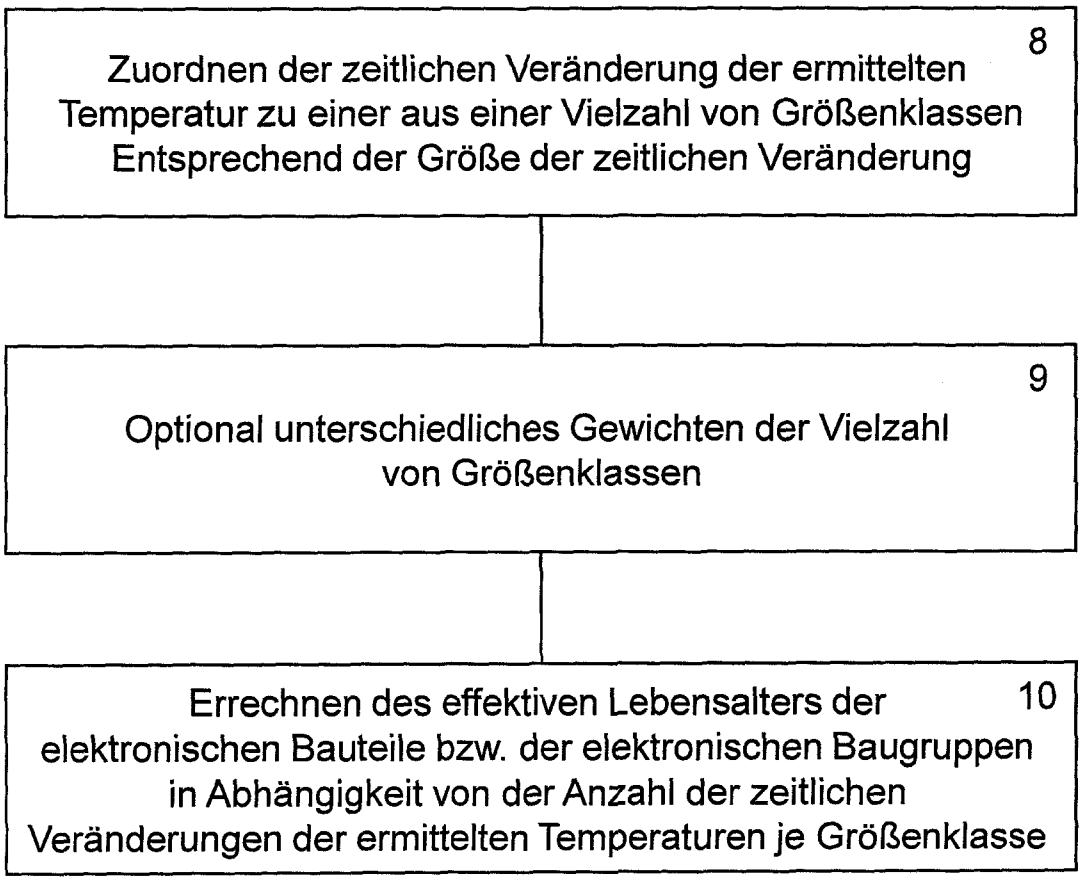

8
Zuordnen der zeitlichen Veränderung der ermittelten Temperatur zu einer aus einer Vielzahl von Größenklassen Entsprechend der Größe der zeitlichen Veränderung
9
Optional unterschiedliches Gewichten der Vielzahl von Größenklassen
10
Errechnen des effektiven Lebensalters der elektronischen Bauteile bzw. der elektronischen Baugruppen in Abhängigkeit von der Anzahl der zeitlichen Veränderungen der ermittelten Temperaturen je Größenklasse

FIG. 4

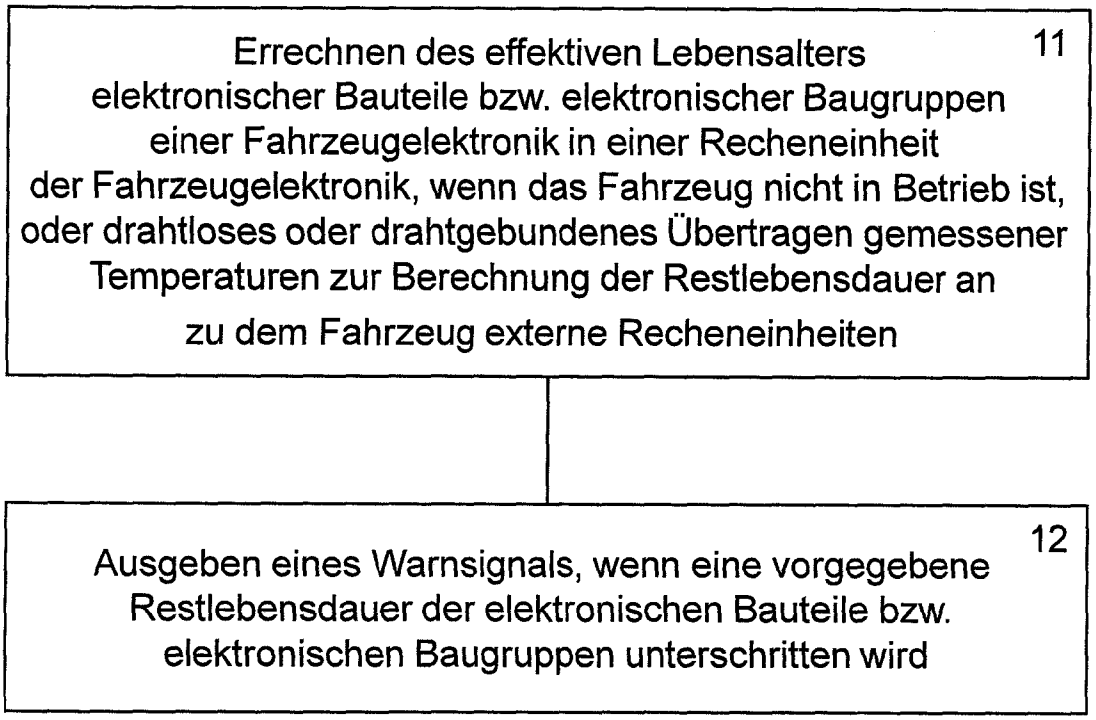

Errechnen des effektiven Lebensalters elektronischer Bauteile bzw. elektronischer Baugruppen einer Fahrzeugelektronik in einer Recheneinheit der Fahrzeugelektronik, wenn das Fahrzeug nicht in Betrieb ist, oder drahtloses oder drahtgebundenes Übertragen gemessener Temperaturen zur Berechnung der Restlebensdauer an zu dem Fahrzeug externe Recheneinheiten
11
Ausgeben eines Warnsignals, wenn eine vorgegebene Restlebensdauer der elektronischen Bauteile bzw. elektronischen Baugruppen unterschritten wird
12

FIG. 5

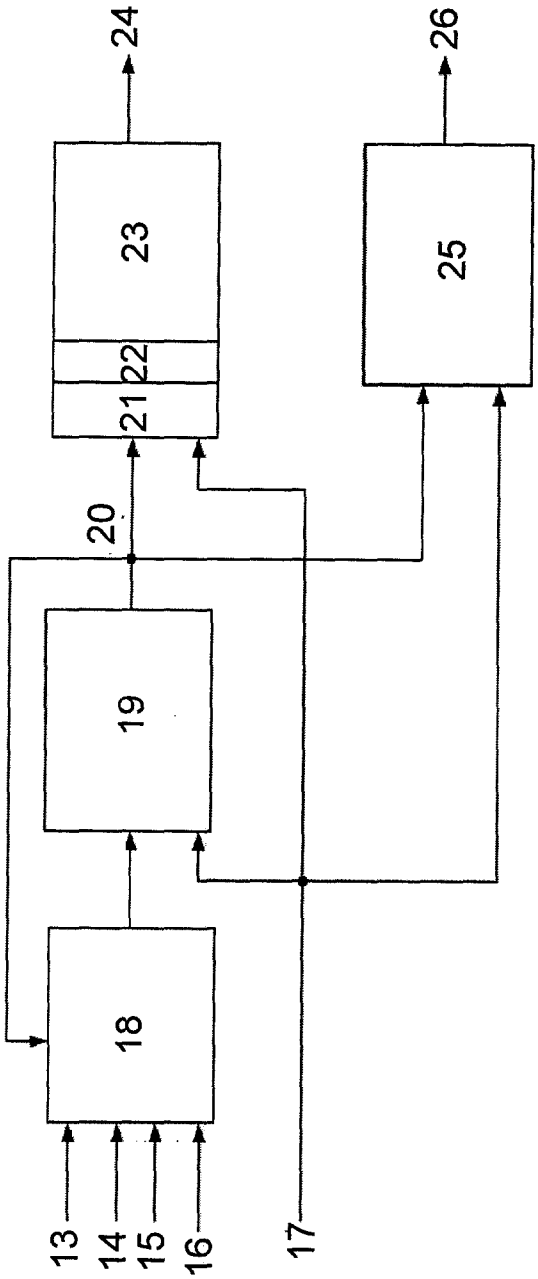


FIG. 6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2010/059662

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. G01R31/28
ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
G01R

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)
EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 5 867 809 A (SOGA TASAO [JP] ET AL) 2 February 1999 (1999-02-02) column 1, line 50 - column 2, line 46; figures 1A,2,3,9 column 7, lines 36-45 column 9, line 43 - column 10, line 16 column 12, lines 15-30 column 13, lines 31-50	1-15
X	DE 102 03 577 A1 (SIEMENS AG [DE]) 21 August 2003 (2003-08-21) paragraphs [0002], [0004], [0005], [0006], [0007], [0010], [0017]; figures 1-4	1-15

-/--

[X] Further documents are listed in the continuation of Box C.

[X] See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
21 October 2010	29/10/2010

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	O'Callaghan, D

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2010/059662

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 6 349 268 B1 (KETONEN VELI-PEKKA [US] ET AL) 19 February 2002 (2002-02-19) column 1, lines 39-60; figures 1-3 column 2, lines 35-61 column 4, line 1 - column 5, line 1 column 6, lines 9-23	1-15

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/EP2010/059662

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5867809 A	02-02-1999	JP 7306239 A	21-11-1995
DE 10203577 A1	21-08-2003	NONE	
US 6349268 B1	19-02-2002	NONE	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2010/059662

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. G01R31/28
ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
G01R

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der Internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)
EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 5 867 809 A (SOGA TASAO [JP] ET AL) 2. Februar 1999 (1999-02-02) Spalte 1, Zeile 50 - Spalte 2, Zeile 46; Abbildungen 1A,2,3,9 Spalte 7, Zeilen 36-45 Spalte 9, Zeile 43 - Spalte 10, Zeile 16 Spalte 12, Zeilen 15-30 Spalte 13, Zeilen 31-50	1-15
X	DE 102 03 577 A1 (SIEMENS AG [DE]) 21. August 2003 (2003-08-21) Absätze [0002], [0004], [0005], [0006], [0007], [0010], [0017]; Abbildungen 1-4	1-15

-/--

[X] Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen [X] Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist
"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der Internationalen Recherche	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
21. Oktober 2010	29/10/2010

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde	Bevollmächtigter Bediensteter
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL – 2280 HV Rijswijk Tel. (+31–70) 340–2040, Fax: (+31–70) 340–3016	O'Callaghan, D

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2010/059662

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 6 349 268 B1 (KETONEN VELI-PEKKA [US] ET AL) 19. Februar 2002 (2002-02-19) Spalte 1, Zeilen 39-60; Abbildungen 1-3 Spalte 2, Zeilen 35-61 Spalte 4, Zeile 1 - Spalte 5, Zeile 1 Spalte 6, Zeilen 9-23	1-15

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2010/059662

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 5867809 A	02-02-1999	JP 7306239 A	21-11-1995
DE 10203577 A1	21-08-2003	KEINE	
US 6349268 B1	19-02-2002	KEINE	