(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. Oktober 2011 (27.10.2011)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2011/131374 A2

(51) Internationale Patentklassifikation:
G01K 3/00 (2006.01) *G01K 7/22* (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2011/002091

(22) Internationales Anmeldedatum:
26. April 2011 (26.04.2011)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2010 018 037.8
23. April 2010 (23.04.2010) DE

(71) Anmelder *(für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US)*: **WÜRTH ELEKTRONIK ICS GMBH & CO. KG** [DE/DE]; Zeilbaumweg 15, 74613 Öhringen (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder *(nur für US)*: **WITTIG, Klaus** [DE/DE]; Hornberg Str. 55, 74613 Öhringen (DE).

(74) Anwalt: **SCHATT , Markus, F.**; Schatt IP, Rindermarkt 7, 80331 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, 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, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Erklärungen gemäß Regel 4.17:

— *Erfindererklärung (Regel 4.17 Ziffer iv)*

Veröffentlicht:

— *ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe g)*

(54) **Title**: TEMPERATURE MONITORING SYSTEM

(54) **Bezeichnung** : TEMPERATURÜBERWACHUNGSSYSTEM

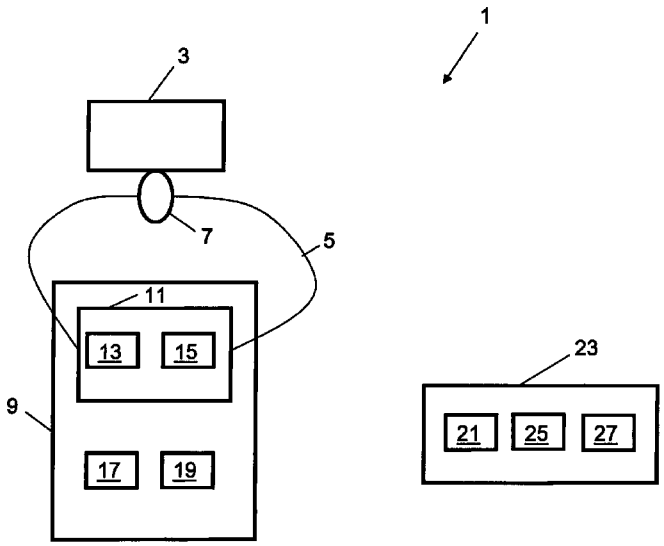


Fig. 1

(57) **Abstract**: The invention relates to a monitoring system for monitoring the temperature of at least one component, wherein the monitoring system comprises at least one monitoring circuit in which at least one temperature sensor is disposed, which is or can be thermally coupled to the component such that the temperature sensor can take on a current temperature or at least substantially the current temperature of the component, wherein the at least one temperature sensor is an electric resistor, in particular a PTC resistor or a PPTC resistor, the electric resistance of which, in a temperature range in which a predetermined threshold temperature of the component to be monitored lies, rises non-linearly with increasing temperature so that the current temperature of the component can be monitored on the basis of an electric measurement of a measurement value that is dependent on the current electric resistance of the resistor so as to check whether the threshold temperature is exceeded.

(57) **Zusammenfassung**: Die Erfindung betrifft ein Überwachungssystem zur Überwachung der Temperatur von zumindest einem Bauteil, wobei das Überwachungssystem zumindest einen Überwachungsstromkreis aufweist, in dem zumindest ein

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2011/131374 A2

Temperatursensor angeordnet ist, welcher derart mit dem Bauteil thermisch gekoppelt oder koppelbar ist, dass der Temperatursensor eine aktuelle Temperatur oder zumindest nahezu die aktuelle Temperatur des Bauteils annehmen kann, wobei der zumindest eine Temperatursensor ein elektrisches Widerstandselement ist, insbesondere ein PTC-Widerstandselement oder ein PPTC-Widerstandselement, dessen elektrischer Widerstand in einem Temperaturbereich, in dem eine vorgegebene zu überwachende Schwellentemperatur des Bauteils liegt, mit zunehmender Temperatur nichtlinear ansteigt, so dass anhand einer elektrischen Messung eines vom aktuellen elektrischen Widerstand des Widerstandselement abhängigen Messwerts eine Überwachung der aktuellen Temperatur des Bauteils auf Übersteigen der Schwellentemperatur erfolgen kann.

Temperaturüberwachungssystem

Die Erfindung betrifft ein System zur Überwachung der Temperatur von zumindest einem Bauteil, wobei das Überwachungssystem zumindest einen Überwachungsstromkreis aufweist, in dem zumindest ein Temperatursensor angeordnet ist, welcher derart mit dem Bauteil thermisch gekoppelt oder koppelbar ist, dass der Temperatursensor eine aktuelle Temperatur oder zumindest nahezu die aktuelle Temperatur des Bauteils annehmen kann.

Derartige Überwachungssysteme, bei welchen ein in Form eines Thermoelements ausgebildeter Temperatursensor im Überwachungsstromkreis angeordnet ist, sind aus dem Stand der Technik bekannt.

Es ist Aufgabe der Erfindung, ein verbessertes Überwachungssystem anzugeben, mit welchem es auf einfache Art und Weise möglich ist, die Temperatur eines Bauteils daraufhin zu überwachen, ob diese eine bestimmte Schwellentemperatur erreicht oder überschreitet.

Die Aufgabe wird durch ein Überwachungssystem gemäß Anspruch 1 gelöst, und insbesondere dadurch, dass der zumindest eine Temperatursensor ein elektrisches Widerstandselement ist, insbesondere ein PTC-Widerstandselement oder ein PPTC-Widerstandselement, dessen elektrischer Widerstand in einem Temperaturbereich, in dem eine vorgegebene zu überwachende Schwellentemperatur des Bauteils liegt, mit zunehmender Temperatur nichtlinear ansteigt, so dass anhand einer elektrischen Messung eines vom aktuellen elektrischen Widerstand des Widerstandselements abhängigen Messwerts eine Überwachung der aktuellen Temperatur des Bauteils auf Übersteigen der Schwellentemperatur erfolgen kann.

PTC-Widerstände (PTC für positive temperature coefficient) sind an sich aus dem Stand der Technik bekannt und werden als Strombegrenzer in Laststromkreisen eingesetzt. Auch PPTC-Widerstände (PPTC für polymeric positive temperature coefficient) sind an sich bekannt und werden insbesondere als selbstrückstellende

Sicherungen in Laststromkreisen eingesetzt. Daher werden PPTC-Widerstände auch als „smart fuses", also als intelligente Sicherungen, bezeichnet.

Ein der Erfindung zugrundeliegender Gedanke besteht nun darin, derartige Widerstände wegen ihrer charakteristischen nichtlinearen Widerstands-Temperatur-Kennlinie als Temperatursensoren einzusetzen, mit deren Hilfe detektiert werden kann, wenn das zu überwachende Bauteil eine, eine bestimmte Schwellentemperatur übersteigende Temperatur aufweist. Dabei wird das zur Überwachung des Bauteils vorgesehene Widerstandselement derart ausgewählt, bspw. aus den kommerziell erhältlichen PPTC-Widerständen, dass die Schwellentemperatur innerhalb des besagten Temperaturbereichs des Widerstandselements liegt, in dem der elektrische Widerstand mit zunehmender Temperatur stark nichtlinear ansteigt. Daher ändert sich der Widerstand des Widerstandselements bei Erreichen oder Überschreiten der Schwellentemperatur im Wesentlichen sprunghaft, so dass anhand eines vom aktuellen elektrischen Widerstand des Widerstandselements abhängigen Messwerts eine Überwachung der aktuellen Temperatur des Bauteils auf Erreichen oder Übersteigen der Schwellentemperatur erfolgen kann.

Nach einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung sind mehrere Widerstandselemente elektrisch in Reihe in dem Überwachungsstromkreis angeordnet und jedes Widerstandselement ist zumindest mit einem zu überwachenden Bauteil thermisch gekoppelt oder koppelbar. Dadurch kann auf besonders einfache Weise eine Überwachung der an mehreren Stellen an einem Bauteil auftretenden Temperaturen und/oder mehrerer Bauteile erfolgen.

Bevorzugt ist eine Messeinrichtung zur Messung des Messwerts vorgesehen, welche elektrisch mit dem mindestens einen elektrischen Widerstandselement verbunden oder verbindbar ist.

Besonders bevorzugt ist die Messeinrichtung in den Überwachungsstromkreis integriert oder kann über einen oder mehrere Schalter oder dergleichen in den Überwachungsstromkreis zumindest zeitweise geschaltet werden.

Nach einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung ist zumindest ein weiterer, zweiter Überwachungsstromkreis vorgesehen, welcher elektrisch vom ersten Überwachungsstromkreis getrennt ist und in dem zumindest ein weiteres Widerstandselement angeordnet ist.

Dabei kann eine Messeinrichtung für den ersten als auch den zweiten Überwachungsstromkreise verwendet werden, beispielsweise indem die Messeinrichtung über einen oder mehrere Schalter in jeweils einen der Stromkreise geschaltet wird. Die Verwendung separater Überwachungsstromkreise mit jeweils einem Widerstandselement ist insbesondere dahingehend vorteilhaft, dass auf diese Weise eine Lokalisierung des Bauteils möglich ist, dessen Temperatur eine Schwellentemperatur übersteigt.

Insbesondere kann der elektrische Widerstand des Widerstandselements des zweiten Überwachungsstromkreises in einem höher liegenden zweiten Temperaturbereich, in dem eine vorgegebene zu überwachende zweite Schwellentemperatur des Bauteils liegt, mit zunehmender Temperatur nichtlinear ansteigen. Dadurch wird es möglich, wenn sowohl das Widerstandselement des ersten als auch das Widerstandselement des zweiten Überwachungsstromkreises mit demselben Bauteil thermisch gekoppelt sind, das Bauteil nicht nur daraufhin zu überwachen, ob dessen Temperatur eine erste Schwellentemperatur übersteigt, was mittels des ersten Überwachungsstromkreises erfolgt, sondern mittels des zweiten Überwachungsstromkreises gegebenenfalls auch daraufhin, ob dessen Temperatur eine zweite Schwellentemperatur übersteigt, die über der ersten Schwellentemperatur liegt. Die Temperatur des Bauteils kann also auf Überschreiten von wenigstens zwei unterschiedlichen Schwellentemperaturen überwacht werden, so dass eine genauere Überwachung des Bauteils möglich ist.

Es kann auch eine Auswerteeinrichtung vorgesehen sein, welche dazu ausgebildet ist, anhand des Messwert und gegebenenfalls des weiteren, zweiten Messwerts einen Betriebszustand aus zumindest zwei vorgegebenen Betriebszuständen auszuwählen.

Die Auswerteeinrichtung kann mit der Messeinrichtung kabelbasiert oder kabellos verbunden oder verbindbar sein, um den Messwert oder gegebenenfalls die Messwerte an die Auswerteeinrichtung zu übertragen. Die Auswerte- und die Messeinrichtung

können insbesondere auch in derselben Komponente des Überwachungssystems untergebracht sein. Alternativ kann die Auswerteeinrichtung als separates, insbesondere portables Gerät ausgeführt sein, und die Messeinrichtung kann als insbesondere zuschaltbare Komponente des oder der Überwachungsstromkreise ausgebildet sein.

Besonders bevorzugt ist die Auswerteeinrichtung dazu ausgebildet, einen Normaltemperaturbetriebszustand auszuwählen, wenn der Messwert ein für den Normaltemperaturbetriebszustand vorgegebenes Kriterium erfüllt, einen Zwischentemperaturbetriebszustand auszuwählen, wenn der Messwert und der zweite Messwert ein für den Zwischentemperaturbetriebszustand vorgegebenes Kriterium erfüllt, und einen Übertemperaturbetriebszustand auszuwählen, wenn der zweite Messwert ein für den Übertemperaturbetriebszustand vorgegebenes Kriterium erfüllt. Dadurch wird es möglich, anhand der gewonnenen Messwerte den aktuellen Betriebszustand des Bauteils oder der Bauteile festzustellen.

Nach einer Weiterbildung der Erfindung weist die Auswerteeinrichtung eine Anzeigeeinrichtung auf, welche dazu ausgebildet ist, den ausgewählten Betriebszustand anzuzeigen. Damit kann beispielsweise ein Benutzer über den aktuellen Betriebszustand des oder der Bauteile informiert werden.

Insbesondere weist die Auswerteeinrichtung einen Datenspeicher auf oder ist zumindest funktional mit diesem gekoppelt. Dadurch können Daten, welche insbesondere den Messwert und/oder den zweiten Messwert und/oder den ausgewählten Betriebszustand und/oder zumindest einen Zeitstempel umfassen, in dem Speicher gespeichert werden.

Die Auswerteeinrichtung kann außerdem dazu ausgebildet sein, aus den gespeicherten Daten eine Häufigkeitsverteilung für die innerhalb eines bestimmten Zeitraums auftretende Anzahl der vorgegebenen Betriebszustände zu erstellen. Dies ermöglicht eine einfache Analyse der über einen bestimmten Zeitraum gewonnenen Daten.

Nach einer bevorzugten Weiterbildung ist die Auswerteeinrichtung dazu ausgebildet, anhand der Häufigkeitsverteilung die Anzahl von innerhalb eines bestimmten Zeitraums auftretenden Übertemperaturbetriebszuständen mit einem vorgegebenen Maximalwert zu vergleichen und insbesondere anzuzeigen, wenn der Maximalwert überschritten wird. Zu häufig auftretenden Übertemperaturbetriebszustände sind insbesondere ein Anzeichen für eine fortgeschrittene Alterung eines Bauteils. Vorteilhaft an dieser Weiterbildung ist daher, dass eine fortgeschrittene Alterung des Bauteils erkannt werden kann, was wiederum einen raschen Austausch des Bauteils befördert. Dadurch kann letzten Endes auch die von einem stark gealterten Bauteil ausgehende Brandgefahr eingedämmt werden.

Bei dem zumindest einen Bauteil kann es sich um ein beliebiges bspw. mechanisches Bauteil handeln, welches insbesondere bei bestimmungsgemäßem Gebrauch warm werden kann. Beispielsweise kann es sich bei dem Bauteil um eine Komponente eines Motors oder um eine in ein Kraftfahrzeug eingebaute Komponente handeln.

Insbesondere kann es sich bei dem Bauteil um ein elektrisches oder elektronisches Bauteil handeln, welches in einem Laststromkreis angeordnet ist, der vom Überwachungsstromkreis galvanisch getrennt ist.

Die Erfindung betrifft auch ein elektrisches PPTC-Widerstandselement, insbesondere zur Verwendung in einem erfindungsgemäßen Überwachungssystem, welches

in Form eines Kabels ausgebildet oder in ein elektrisches Kabel integriert ist. Dadurch eignet sich das Widerstandselement zur Überwachung der Temperatur eines oder mehrerer elektrischer Kabel, welche bspw. in einem Kabelbaum gebündelt angeordnet sind. Dabei ist vorzugsweise das kabelförmige oder in ein Kabel integrierte Widerstandselement als mittiges, zentrales „Kabel" im Kabelbaum angeordnet und die eigentlichen Kabel sind in Umfangsrichtung verteilt um das Widerstandselement angeordnet.

Ein elektrisches Kabel, in welches das PPTC-Widerstandselement integriert ist, weist bevorzugt eine elektrisch leitende Ader auf, z.B. eine Kupferleitung, die in zumindest

einem Bereich unterbrochen ist. Dabei ist das PPTC-Widerstandselement in diesem Bereich angeordnet, so dass dieses die Unterbrechung elektrisch überbrücken kann.

Die Erfindung wird beispielhaft anhand der beigefügten Zeichnungen beschrieben. Es zeigen, jeweils in schematischer Darstellung,

Fig. 1 ein Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Überwachungssystems,

Fig. 2 eine Widerstandskennlinie eines PPTC-Widerstandselements in logarithmischer Darstellung als Funktion der Temperatur,

Fig. 3 eine Widerstandskennlinie eins PTC-Widerstandselements als Funktion der Temperatur,

Fig. 4 ein anderes Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Überwachungssystems,

Fig. 5 noch ein anderes Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Überwachungssystems,

Fig.6 ein Beispiel für über jeweils einen Zeitraum von einem Jahr ermittelte Häufigkeitsverteilungen,

Fig. 7 ein Anwendungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Überwachungssystems zur Überwachung von Bauteilen eines Laststromkreises,

Fig. 8 ein anderes Anwendungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Überwachungssystems zur Überwachung eines Kabelbaums

Fig. 9 zeigt ein Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen elektrischen Kabels, in welches ein PPTC-Widerstandselement integriert ist.

Das in Fig. 1 dargestellte Überwachungssystem 1 ist zur Überwachung der Temperatur eines Bauteils 3 vorgesehen und weist einen Überwachungsstromkreis 5 auf, in dem ein elektrisches Widerstandselement 7 enthalten ist. An den Überwachungsstromkreis 5 ist außerdem eine Messeinrichtung 9 angeschlossen, durch die der

Überwachungsstromkreis 5 geschlossen wird. Die Messeinrichtung 9 kann jedoch nur temporär in den Überwachungsstromkreis 5 integriert sein, insbesondere dann wenn das Überwachungssystem 1 bestimmungsgemäß gebraucht wird, und ansonsten kann der Überwachungsstromkreis 5 offen bleiben.

Das Widerstandselement 7 ist thermisch mit dem Bauteil 3 gekoppelt, steht also thermisch mit dem Bauteil 3 in Verbindung, so dass das Widerstandselement 7 im Wesentlichen die Temperatur des Bauteils 3 annimmt. Insbesondere ist das Widerstandselement 7 mit einer Stelle des Bauteils 3 thermisch gekoppelt, von der angenommen wird oder bekannt ist, dass sie sich insbesondere bei einer Fehlfunktion des Bauteils 3 besonders stark erwärmt, so dass anhand des Widerstandselemente 7 eine effektive Überwachung der Temperatur des Bauteils 3 erfolgen kann. Eine derartige Stelle wird generell auch als heiße Stelle oder als „hot spot" bezeichnet.

Das Widerstandselement 7 ist insbesondere als ein PPTC-Widerstandselement ausgeführt, die auch als „smart fuses" bezeichnet werden. Wie aus Fig. 2 ersichtlich ist, steigt der entlang der Ordinate aufgetragene elektrische Widerstandswert der „Smart Fuse" innerhalb eines relativ engen Temperaturbereichs ΔT, der bspw. 5 K breit sein kann, nichtlinear mit der entlang der Abszisse aufgetragenen Temperatur von einem unteren Widerstandswert R1 auf einen oberen Widerstandswert R2 an. Dabei beträgt der untere Widerstandswert R1 typischerweise nur einige Ohm. Der obere Widerstandswert R2 ist typischerweise um mehrere Größenordnung höher und kann einige Mega- oder sogar einige Giga-Ohm betragen.

Der Grund hierfür ist, dass ein PPTC-Widerstandselement aus einer Polymermatrix gebildet ist, die mit elementarem Kohlenstoff gefüllt ist. Bei niedrigen Temperaturen, die unterhalb des Temperaturbereichs ΔT liegen, bildet der Kohlenstoff in der Polymermatrix leitende Bereiche, wodurch das Widerstandselement quasi einen elektrischen Leiter mit geringem elektrischem Widerstand bildet. Bei Temperaturen innerhalb des vorgenannten Temperaturbereichs expandiert das Polymer der Matrix und geht reversibel von einem kristallinen Zustand in einen amorphen Zustand über. Dadurch werden die Kohlenstoffpartikel voneinander separiert, wodurch die leitenden Bereiche unterbrochen werden und das Widerstandselement bei höheren

Temperaturen somit quasi einen Isolator mit einem sehr hohen elektrischen Widerstand bildet.

Zur Überwachung des Bauteils 3 kann es beispielsweise gewünscht sein, anhand des Überwachungssystems zu erkennen, ob das Bauteil 3 eine Temperatur von T1= 80°C erreicht, beispielsweise weil ab dieser Temperatur Beschädigungen am Bauteil 3 auftreten können. Daher wird für einen derartigen Einsatz das elektrische Widerstandselement 7 derart gewählt, bspw. aus den kommerziell erhältlichen PPTC-Widerständen, dass die Temperatur T1 innerhalb, insbesondere in der Mitte, des Temperaturbereichs ΔT liegt, wie aus Fig. 2 ersichtlich ist.

Die Messeinrichtung 9 umfasst eine Widerstandsmesseinrichtung 11, die beispielsweise eine Konstantspannungsquelle 13 aufweisen kann, durch die eine vorgegebene Spannung an den Überwachungsstromkreis 5 angelegt werden kann. Außerdem umfasst die Widerstandsmesseinrichtung 11 einen Strommesser 15 mit dem der durch den Überwachungsstromkreis 5 fließende Strom ermittelt werden kann.

Entsprechend den vorstehenden Ausführungen kann, wenn die Temperatur des Widerstandselements 7 unterhalb des Temperaturbereichs ΔT und damit unterhalb der Temperatur T1 liegt, ein Strom gemessen werden, da in diesem Falle das Widerstandselement 7 nur einen geringen Widerstand aufweist. Übersteigt jedoch die aktuelle Temperatur des Widerstandselements 7 die Temperatur T1, so ändert sich der Widerstand des Widerstandselements 7 wegen des schmalen Temperaturbereichs ΔT quasi sprunghaft auf R2, so dass nur noch ein geringer oder gar kein Strom mehr gemessen werden kann, da das Widerstandselement 7 quasi einen Isolator bildet.

Daher kann bei dem erfindungsgemäßen Überwachungssystem 1 auf Basis einer einfachen Messung eines vom Widerstand des Widerstandselements 7 abhängigen Messwerts, welcher gemäß dem vorherstehenden Beispiel der Betrag der durch den Überwachungsstromkreis 5 fließenden Stromstärke ist, eine Überwachung der Temperatur des Bauteils 3 dahingehen erfolgen, dass das Erreichen oder Übersteigen der Temperatur T1 festgestellt werden kann.

Für den Einsatz im Überwachungsstromkreis eignen sich neben PPTC-Widerständen auch nichtlineare PTC-Widerstände, für die in Fig. 3 eine beispielhafte Widerstands-Temperaturkennlinie schematisch dargestellt ist. Diese zeigen innerhalb eines Temperaturbereichs ΔT, der jedoch breiter ist als bei PPTC-Widerständen und bspw. eine Breite von 10 bis 40 K aufweisen kann, eine von einem unteren Widerstandswert R3 auf einen oberen Widerstandswert R4 nichtlinear mit zunehmender Temperatur ansteigende Widerstandskennlinie. Dabei liegt der obere Widerstandswert typischerweise – je nach Ausführungsform – ein bestimmtes Vielfaches über dem unteren Widerstandswert R3.

Das in Form eines PTC-Widerstands ausgebildete Widerstandselement 7 ist wiederum derart gewählt, dass die Schwellentemperatur T1 innerhalb des Temperaturbereichs ΔT liegt, insbesondere im Wesentlichen in der Mitte des Temperaturbereichs ΔT, wie in Fig. 3 angedeutet ist. Insbesondere kann in gleicher Weise wie vorstehend für den Fall beschrieben wurde, dass es sich bei dem Widerstandselement 7 um einen PPTC-Widerstand handelt, anhand einer Messung des durch den Überwachungsstromkreis 5 fließenden Stromes wegen des nichtlinear ansteigenden Verlaufs der Widerstandskennlinie im Temperaturbereichs ΔT wiederum erkannt werden, ob die Schwellentemperatur T1 von dem Widerstandselement 7 und damit vom zu überwachenden Bauteil 3 erreicht wird, da der Messwert vom elektrischen Widerstand des PTC-Widerstands abhängt, der gemäß Fig. 3 in der Umgebung der Schwellentemperatur T1 vom unteren Widerstandswert R1 auf den oberen Widerstandswert R2 ansteigt.

Die Messeinrichtung 9 weist eine Anzeige 17 auf, die derart angesteuert wird, dass die Anzeige ein Unterschreiten und ein Überschreiten der Schwellentemperatur T1 anzeigt. Beispielsweise kann es sich bei der Anzeige um eine LED-Anzeige handelt, die in einer ersten Farbe, bspw. grün, leuchtet, wenn die Schwellentemperatur T1 unterschritten wird und die in einer zweiten Farbe, bspw. rot, leuchtet, wenn die Schwellentemperatur T1 erreicht wird.

Die Messeinrichtung 9 kann eine Sende-/Empfangseinrichtung 19 umfassen, mittels der der gemessene Messwert, also gemäß dem vorliegenden Beispiel die gemessene

Stromstärke, an eine Sende-/Empfangseinrichtung 21 einer Auswerteeinrichtung 23 drahtlos übertragen werden kann.

Die Auswerteeinrichtung 23 empfängt den gemessenen Messwert und ordnet den Messwert einem von bspw. zwei vorgegebenen Betriebszuständen zu. Die Betriebszustände können beispielsweise zusammen mit einer Zuordnungsvorschrift auf einer Speichereinrichtung 25 gespeichert sein. Beispielsweise kann, wenn entsprechend dem vorhergehenden Beispiel das Widerstandselement 7 als PPTC-Widerstand ausgebildet ist, durch die Zuordnungsvorschrift festgelegt sein, dass wenn der gemessene Messwert (Stromstärke) einen bestimmten Betrag, bspw. 10 mA, übersteigt, der Messwert dem als Normalbetriebszustand bezeichneten Betriebszustand zugeordnet wird, und dass bei einem Messwert unterhalb von 10 mA ein sogenannter Übertemperaturbetriebszustand zugeordnet wird.

Mit anderen Worten kann die Auswerteeinrichtung 23 anhand des Messwerts feststellen, ob die Schwellentemperatur T1 erreicht und damit das Bauteil nicht mehr im Normalbetrieb betrieben wurde. Die Auswerteeinrichtung 23 kann also anhand des gemessenen Messwerts den entsprechenden Betriebszustand auswählen und diesen beispielsweise für den Benutzer auf einer Anzeigeeinrichtung 27 der Auswerteeinrichtung 23 anzeigen.

Die Auswerteeinrichtung 23 ist außerdem dazu ausgebildet, den Messwert und den ermittelten Betriebszustand zusammen mit einem Zeitstempel abzuspeichern, um beispielsweise eine spätere detaillierte Auswertung durchzuführen, was weiter unten beispielhaft beschrieben wird.

Zusammenfassend ermöglicht es das Überwachungssystem 1 bei geschickter Wahl des verwendeten Widerstandselements 7 die Temperatur des Bauteils 3 anhand eines mit dem elektrischen Widerstand des Widerstandselements 7 verknüpften Messwerts insbesondere auf Erreichen oder Übersteigen der Schwellentemperatur T1 zu überwachen.

Das in Fig. 4 dargestellte Überwachungssystem 41 umfasst ein erstes Widerstandselement 43 und ein zweites Widerstandselement 45, die beide in einem

Überwachungsstromkreis 47 in Serie mit einer Messeinrichtung 49 angeordnet sind. Die Messeinrichtung 49 ist entsprechend der Messeinrichtung 9 aufgebaut, so dass hinsichtlich Details zur Messeinrichtung 49 auf die vorstehenden Ausführungen zur Messeinrichtung 9 verwiesen wird.

Wie aus Fig. 4 ersichtlich ist, ist das erste Widerstandselement 43 mit einem ersten Bauteil 51 thermisch gekoppelt und das zweite Widerstandselement 45 ist mit einem zweiten Bauteil 53 thermisch gekoppelt. Bei den beiden Widerstandselementen 43, 45 handelt es sich insbesondere wiederum um PPTC-Widerstände. Dabei ist das erste Widerstandselement 43 so gewählt, dass eine für das Bauteil 51 zu überwachende Schwellentemperatur innerhalb, im Wesentlichen in der Mitte, des Temperaturbereich ΔT liegt, in dem die Widerstandskennlinie sprunghaft steigt (vgl. Fig. 2). Dementsprechend ist das zweite Widerstandselement 45 so ausgebildet, dass eine für das Bauteil 53 zu überwachende, möglicherweise andere Schwellentemperatur wiederum innerhalb des für das zweite Widerstandselement charakteristischen Temperaturbereich ΔT liegt.

Aufgrund der seriellen Anordnung der beiden Widerstandselemente 43, 45 addieren sich die Widerstandswerte der beiden Elemente 43, 45 zu einem Gesamtwiderstand. Die Messeinrichtung 49 ermittelt folglich einen Messwert, beispielsweise wiederum die sich bei einer konstanten Spannung im Überwachungsstromkreis 47 einstellende Stromstärke, der vom Gesamtwiderstand der beiden Widerstandselemente 43, 45 abhängig ist. Der Gesamtwiderstand des Überwachungsstromkreises 47 steigt stark an, wenn zumindest einer der beiden Widerstandselemente 43, 45 aufgrund einer Erwärmung des entsprechenden Bauteils 51, 53 die jeweilige Schwellentemperatur überschreitet und damit sein Widerstand schlagartig, insbesondere um mehrere Größenordnungen, ansteigt.

Die Messeinrichtung 49 misst daher nur einen geringen oder gar keinen Strom mehr, wenn eines der beiden Widerstandselemente 43, 45 die jeweilige Schwellentemperatur überschreitet. Demnach kann durch Messung eines vom Gesamtwiderstand der beiden Widerstandselemente 43, 45 abhängigen Messwerts festgestellt werden, ob zumindest ein Bauteil 51, 53 die für das jeweilige Bauteil 51, 53 zu überwachende

Schwellentemperatur erreicht bzw. überschritten hat. Die Weiterverarbeitung des Messwerts kann dabei in entsprechender Weise wie bei dem Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 1 erfolgen.

Das mit Bezug auf Fig. 4 beschriebene Überwachungssystem 41 ist nicht beschränkt auf zwei in Reihe geschaltete Widerstandselemente 43, 45, sondern es können prinzipiell beliebig viele Widerstandselemente in Reihe geschaltet werden. Außerdem können auch zwei oder mehr Widerstandselemente an demselben Bauteil, insbesondere an verschiedenen Stellen, angeordnet sein.

Das mit Bezug auf Fig. 5 beschriebene Überwachungssystem 71 weist ein erstes Widerstandselement 73 und ein zweites Widerstandselement 75 auf. Das Widerstandselement 73 ist dabei in einem ersten Überwachungsstromkreis 77 und das zweite Widerstandselement 75 ist in einem zweiten Überwachungsstromkreis 79 angeordnet. Außerdem umfasst das Überwachungssystem 71 eine Messeinrichtung 81 und einen Schalter 83, mittels dem wahlweise der erste oder zweite Überwachungsstromkreis 77, 79 geschlossen werden kann, so dass die Messeinrichtung 81 wahlweise in den ersten oder zweiten Überwachungsstromkreis 77, 79 geschaltet werden kann, um einen ersten Messwert zu ermitteln, der vom elektrischen Widerstand des ersten Widerstandselements 73 abhängt, oder einen zweiten Messwert zu ermitteln, der vom elektrischen Widerstand des zweiten Widerstandselements 75 abhängt. Dabei kann es sich bei dem ersten bzw. zweiten Messwert wiederum um den Betrag des Stroms handeln, der bei einer konstanten Spannung durch den ersten bzw. zweiten Überwachungsstromkreis 77, 79 fließt.

Wie aus Fig. 5 ersichtlich ist, sind die beiden Widerstandselemente 73, 75 an einem Bauteil 85 befestigt und thermisch mit diesem gekoppelt, so dass die beiden Widerstandselemente 73, 75 im Wesentlichen die gleiche momentane Temperatur aufweisen. Dabei sind die beiden Widerstandselemente 73, 75 als PPTC-Widerstände ausgeführt. Außerdem liegt der Temperaturbereich ΔT des ersten Widerstandselements 73, in dem, wie vorstehend insbesondere mit Bezug auf Fig. 2 beschrieben wurde, dessen Widerstand sprunghaft ansteigt, tiefer, bspw. im Bereich

von 80°C, als der entsprechende Temperaturbereich ΔT des zweiten Widerstandselements 75, der bspw. bei etwa 120°C liegt.

Demnach kann anhand des bezüglich des erstens Überwachungsstromkreises 77 von der Messeinrichtung 81 gemessenen ersten Messwerts ermittelt werden, ob die Temperatur des Bauteils 85 eine erste Schwellentemperatur von 80° C übersteigt, wohingegen anhand des bezüglich des zweiten Überwachungsstromkreises 79 gemessenen zweiten Messwerts ermittelt werden kann, ob die Temperatur des Bauteils 85 eine zweite Schwellentemperatur von ca. 120°C übersteigt.

Insbesondere werden die beiden Messwerte von der Messeinrichtung 81, wie vorstehend beschrieben, an eine Auswerteeinheit 87 des Überwachungssystems 71 übertragen. Auf einem Speicher 89 der Auswerteeinheit 87 sind wiederum mehrere Betriebszustände des Bauteils 85 bzw. der Apparatur, zu der das Bauteil 85 gehört, spezifiziert und die Auswerteeinheit 87 ist ausgebildet, anhand des ersten und zweiten Messwerts den aktuellen Betriebszustand zu ermitteln.

Wie erwähnt, kann der erste Messwert als auch der zweite Messwert jeweils eine gemessene Stromstärke angeben. Liegt die Temperatur des Bauteils 85 unter der ersten Schwellentemperatur von 80° C, so ist im ersten Überwachungsstromkreis 77 ein Stromfluss möglich, da das erste Widerstandselement 73 als Leiter und nicht als Isolator wirkt, so dass der erste Messwerte einer deutlich von null abweichenden Stromstärke entspricht, beispielsweise oberhalb eines vorgegebenen Grenzwerts von 10 mA liegt.

Übersteigt die Temperatur des Bauteils 85 die erste Schwellentemperatur von 80°C, aber nicht die zweite Schwellentemperatur von 120°C, so wirkt das erste Widerstandselement 73 quasi als Isolator. Der als erster Messwert messbare Strom liegt in der Nähe von null Ampère, insbesondere unterhalb des Grenzwerts. Demgegenüber wirkt das zweite Widerstandselement 79 weiterhin als Leiter und der als zweiter Messwert gemessene Strom liegt bspw. oberhalb des Grenzwerts.

Übersteigt die Temperatur des Bauteils 85 die zweite Schwellentemperatur von 120°C, dann wirkt auch das zweite Widerstandselement 79 quasi als Isolator, so dass auch

der als zweiter Messwert gemessene Strom in der Nähe von null Ampère und insbesondere unterhalb des Grenzwerts liegt.

Die Auswerteeinheit 87 wählt einen vorgegebenen Normaltemperaturbetriebszustand aus, wenn der erste Messwert oberhalb des Grenzwerts liegt, einen Zwischentemperaturbetriebszustand, wenn der erste Messwert unterhalb und der zweite Messwert oberhalb des Grenzwerts liegt und einen Übertemperaturbetriebszustand, wenn der zweite Messwert unterhalb des ersten Grenzwerts liegt. Insofern kennzeichnet der Normaltemperaturbetriebszustand einen Betriebszustand des Bauteils 85 bzw. der Apparatur, bei dem die auftretenden Temperaturen unterhalb von 80°C liegen und der daher als „normaler" Betriebsmodus angesehen wird. Der Zwischentemperaturbetriebszustand kennzeichnet einen Betriebszustand, die dem bereits Temperaturen von bis zu 120°C auftreten können, was ein Indiz für eine Fehlfunktion und auch für eine stattfindende Alterung bzw. Abnutzung des Bauteils 85 sein kann. Der Übertemperaturbetriebszustand kennzeichnet einen Betriebszustand, bei dem Temperaturen über 120°C auftreten, bei denen beispielsweise bereits von einer erheblichen Fehlfunktion und/oder einer fortgeschrittenen Alterung des Bauteils 85 ausgegangen werden muss.

Die Auswerteeinrichtung 91 kann wiederum eine Anzeigeeinrichtung 91 aufweisen, anhand der der ermittelte Betriebszustand angezeigt werden kann. Beispielsweise kann die Anzeigeeinrichtung 91 eine LED-Anzeige umfassen, und eine erste Farbe, bspw. grün, anzeigen, wenn der Normalbetriebstemperaturzustand ermittelt wurde, eine zweite Farbe, bspw. gelb, anzeigen, wenn der Zwischentemperaturbetriebszustand ermittelt wurde und eine dritte Farbe, bspw. rot, anzeigen, wenn der Übertemperaturbetriebszustand ermittelt wurde.

Die Auswerteeinrichtung 91 kann außerdem den ersten Messwert, den zweiten Messwert, den ermittelten Betriebszustand sowie einen Zeitstempel, der den Zeitpunkt der Messung der beiden Messwerte spezifiziert, im Speicher 91 speichern, um eine Häufigkeitsverteilung für die Anzahl der innerhalb eines bestimmten Zeitraums ermittelten Betriebszustände zu erstellen.

Fig. 6 zeigt ein Beispiel derartiger für die Jahre 2008, 2009 und 2010 erstellten Häufigkeitsverteilungen 101, 103 und 105, die jeweils als Histogramm dargestellt sind und aus denen in einfacher Weise entnehmbar ist, wie oft in den einzelnen Jahren jeweils der Normaltemperatur- („grün"), der Zwischentemperatur- („gelb") und der Übertemperaturbetriebszustand („rot") aufgetreten ist.

Wie aus Fig. 6 ersichtlich ist, werden mit zunehmendem Alter des Bauteils 85 mehr und mehr Zwischentemperaturbetriebszustände und insbesondere auch Übertemperaturbetriebszustände festgestellt, so dass sich aus den gewonnenen Häufigkeitsverteilungen 101, 103, 105 der Alterungsgrad abschätzen und insbesondere auch überwachen lässt.

Um zu verhindern, dass das Bauteil 85 weiter benutzt wird, wenn häufig Übertemperaturbetriebszustände festgestellt werden, vergleicht die Auswerteeinrichtung 87 die Anzahl der innerhalb eines bestimmten Zeitraums, bspw. während des letzten Jahres, aufgetretenen Übertemperaturbetriebszustände mit einem vorgegebenen Maximalwert und gibt, falls dieser überschritten wird, bspw. mittels der Anzeigeeinrichtung 91 ein Warnsignal aus.

Fig. 7 zeigt schematische eine elektronische oder elektrische Baugruppe 111 mit einer Leiterplatte 113, auf der ein Laststromkreis 115, z. B. für Hochstromapplikationen, und ein Überwachungsstromkreis 117 eines erfindungsgemäßen Überwachungssystems angeordnet ist. Der Laststromkreis 115 beinhaltet mehrere, gestrichelt dargestellte Leiterbahnen, über die mehrere im Laststromkreis 115 angeordnete Bauteile 119, die joulesche Wärmequellen im Laststromkreis bilden und insbesondere Sicherungen, Relais oder Powerelemente sein können, miteinander elektrisch verbunden sind. Im Überwachungsstromkreis 117 sind mehrere, im dargestellten Beispiel in Reihe geschaltete Widerstandselemente 121 und eine Messeinrichtung 123 angeordnet, die wiederum zur insbesondere drahtlosen Kommunikation mit einer Auswerteeinrichtung (nicht gezeigt) ausgebildet ist.

Wie aus Fig. 7 ersichtlich ist, sind der Laststromkreis 115 und der Überwachungsstromkreis 117 galvanisch voneinander getrennt. Außerdem steht jeweils ein Bauteil 119 mit einem Widerstandselement 121 in thermischem Kontakt.

Beispielsweise können die Widerstandselemente 121 jeweils zwischen den Bauteilen 119 und der Leiterplatte 113 angeordnet sein. Beispielsweise können die Bauteile 119 auf der Leiterplatte 113 aufgepresst sein, so dass sich eine besonders gute Wärmeübertragung zwischen den Bauteilen 119 und den Widerstandselementen 121 ergibt.

Die Überwachung der Bauteile 119 anhand der Widerstandselemente 121 erfolgt entsprechend der bezüglich Fig. 4 beschriebenen Ausführungsform.

Fig. 8 zeigt schematisch eine geschnittene Darstellung eines Kabelbaums 141 mit einem Bündel von einzelnen Kabeln 143. Im Innern des Kabelbaums 141 ist ein Widerstandselement 145 angeordnet, welches in thermischen Kontakt mit zumindest einem Kabel 143 steht. Das Widerstandelement 145 weist dabei ebenfalls kabelform auf, und steht vorzugsweise über die gesamte Länge des Kabels 143 mit diesem in Kontakt. Weiter bevorzugt steht das Widerstandselement 145 mit mehreren oder allen Kabeln 143 über deren gesamte Länge mit diesen in thermischem Kontakt. Beispielsweise verläuft das Widerstandselement 145 als zentrale Ader im Kabelbaum 141 und die eigentlichen Kabel 143 sind um das Widerstandselement 145 herum angeordnet.

Das Widerstandselement 145 ist dabei wiederum als kabelförmiger PPTC-Widerstand realisiert. Daher umfasst das Widerstandselement 145 eine im Wesentlichen kabelförmige nicht-leitende kristalline organische Polymermatrix, in welcher Kohlenstoffpartikel angeordnet sind, so dass sich die vorstehend beschriebene Widerstandscharakteristik eines PPTC-Widerstands einstellt.

Mit dem Widerstandselement 145 wird es daher möglich, wenn es als Teil eines erfindungsgemäßen Überwachungssystems eingesetzt wird, eines oder mehrere Kabel 143 eines Kabelbaums 145 auf Erreichen bzw. Übersteigen einer Schwelltemperatur zu überwachen. Dadurch wird es beispielsweise möglich, einen Defekt im Kabelbaum 141 zu erkennen, der eine erhöhte Temperatur in einem Kabel 143 bewirkt und möglicherweise einen Kabelbrand auslösen könnte. Kabelbrände können daher durch Einsatz des erfindungsgemäßen Überwachungssystems vermieden werden.

Das in Fig. 9 im Längsschnitt dargestellte erfindungsgemäße elektrische Kabel 153 umfasst eine elektrisch leitende Ader, welche aus einem ersten elektrischen Leiter 149a und einem zweiten elektrischen Leiter 149b sowie einem zwischen den beiden Leitern angeordneten PPTC-Widerstandselement 151 besteht. Je nach Temperatur des PPTC-Widerstandselements 151 verbindet dieses die beiden elektrischen Leiter 149a, 149b elektrisch miteinander oder isoliert diese quasi elektrisch voneinander. Die elektrisch leitende Ader ist außerdem von einer Ummantelung 147, bspw. aus Kunststoff, umgeben.

Bezugszeichenliste

1	Überwachungssystem
3	Bauteil
5	Überwachungsstromkreis
7	elektrisches Widerstandselement
9	Messeinrichtung
11	Widerstandsmesseinrichtung
13	Spannungsquelle
15	Strommesser
17	Anzeige
19	Sende-/Empfangseinrichtung
21	Sende-/Empfangseinrichtung
23	Auswerteeinrichtung
25	Speichereinrichtung
27	Anzeigeeinrichtung
41	Überwachungseinrichtung
43	erstes Widerstandselement
45	zweites Widerstandselement
47	Überwachungsstromkreis
49	Messeinrichtung
51	erstes Bauteil
53	zweites Bauteil
71	Überwachungseinrichtung
73	erstes Widerstandselement
75	zweites Widerstandselement
77	erster Überwachungsstromkreis
79	zweiter Überwachungsstromkreis

81 Messeinrichtung

83 Schalter

85 Bauteil

87 Auswerteeinheit

89 Speicher

91 Anzeigeeinrichtung

101 Häufigkeitsverteilung

103 Häufigkeitsverteilung

105 Häufigkeitsverteilung

111 Baugruppe

113 Leiterplatte

115 Laststromkreis

117 Überwachungsstromkreis

119 Bauteil

121 Widerstandselement

141 Kabelbaum

143 Kabel

145 Widerstandselement

147 Umhüllung

149a elektrischer Leiter

149b elektrischer Leiter

151 PPTC-Widerstandselement

153 Kabel

Patentansprüche

1. Überwachungssystem zur Überwachung der Temperatur von zumindest einem Bauteil, wobei das Überwachungssystem zumindest einen Überwachungsstromkreis aufweist, in dem zumindest ein Temperatursensor angeordnet ist, welcher derart mit dem Bauteil thermisch gekoppelt oder koppelbar ist, dass der Temperatursensor eine aktuelle Temperatur oder zumindest nahezu die aktuelle Temperatur des Bauteils annehmen kann,

dadurch g e k e n n z e i c h n e t, dass

der zumindest eine Temperatursensor ein elektrisches Widerstandselement ist, insbesondere ein PTC-Widerstandselement oder ein PPTC-Widerstandselement, dessen elektrischer Widerstand in einem Temperaturbereich, in dem eine vorgegebene zu überwachende Schwellentemperatur des Bauteils liegt, mit zunehmender Temperatur nichtlinear ansteigt, so dass anhand einer elektrischen Messung eines vom aktuellen elektrischen Widerstand des Widerstandselements abhängigen Messwerts eine Überwachung der aktuellen Temperatur des Bauteils auf Übersteigen der Schwellentemperatur erfolgen kann.

2. Überwachungssystem nach Anspruch 1,

dadurch g e k e n n z e i c h n e t, dass

mehrere Widerstandselemente elektrisch in Reihe geschaltet in dem Überwachungsstromkreis angeordnet sind und dass jedes Widerstandselement zumindest mit einem zu überwachenden Bauteil thermisch gekoppelt oder koppelbar ist.

3. Überwachungssystem nach Anspruch 1 oder 2,

dadurch g e k e n n z e i c h n e t, dass

eine Messeinrichtung zur Messung des Messwerts vorgesehen ist, welche elektrisch mit dem zumindest einen elektrischen Widerstandselement verbunden oder verbindbar ist.

4. Überwachungsstromkreis nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch g e k e n n z e i c h n e t, dass

ein zweiter Überwachungsstromkreis vorgesehen ist, in dem zumindest ein weiteres Widerstandselement angeordnet ist, dessen elektrischer Widerstand in einem höher liegenden zweiten Temperaturbereich, in dem eine vorgegebene zu überwachende zweite Schwellentemperatur des Bauteils liegt, mit zunehmender Temperatur nichtlinear ansteigt, so dass anhand einer elektrischen Messung eines vom aktuellen elektrischen Widerstand des weiteren Widerstandselements abhängigen weiteren, zweiten Messwerts zusätzlich eine Überwachung der aktuellen Temperatur des zumindest einen Bauteils auf Übersteigen der zweiten Schwellentemperatur erfolgen kann.

5. Überwachungsstromkreis nach Anspruch 4,

dadurch g e k e n n z e i c h n e t, dass

die Messeinrichtung zur Messung des zweiten Messwerts mit dem zweiten Überwachungsstromkreis elektrisch verbunden oder verbindbar ist.

6. Überwachungssystem nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch g e k e n n z e i c h n e t, dass

eine Auswerteeinrichtung vorgesehen ist, welche dazu ausgebildet ist, anhand des Messwerts und gegebenenfalls des weiteren, zweiten Messwerts einen Betriebszustand aus zumindest zwei vorgegebenen Betriebszuständen auszuwählen.

7. Überwachungssystem nach Anspruch 6,

dadurch g e k e n n z e i c h n e t, dass

die Auswerteeinrichtung dazu ausgebildet ist, einen Normaltemperaturbetriebszustand auszuwählen, wenn der Messwert ein für den Normaltemperaturzustand vorgegebenes Kriterium erfüllt, einen Zwischentemperaturbetriebszustand auszuwählen, wenn der Messwert und der zweite Messwert ein für den Zwischentemperaturbetriebszustand vorgegebenes Kriterium erfüllt, und einen Übertemperaturbetriebszustand auszuwählen, wenn der zweite Messwert ein für den Übertemperaturbetriebszustand vorgegebenes Kriterium erfüllt.

8. Überwachungssystem nach Anspruch 6 oder 7,

dadurch g e k e n n z e i c h n e t, dass

die Auswerteeinrichtung eine Anzeigeeinrichtung aufweist, welche dazu ausgebildet ist, den ausgewählten Betriebszustand anzuzeigen.

9. Überwachungssystem nach zumindest einem der Ansprüche 6 bis 8,

dadurch g e k e n n z e i c h n e t, dass

die Auswerteeinrichtung einen Datenspeicher zur Speicherung von Daten aufweist oder zumindest funktional mit diesem koppelbar ist, und dass die Daten den Messwert und/oder den zweiten Messwert und/oder den ausgewählten Betriebszustand und/oder zumindest einen Zeitstempel umfassen.

10. Überwachungssystem nach Anspruch 9,

dadurch g e k e n n z e i c h n e t, dass

die Auswerteeinrichtung dazu ausgebildet ist, aus den gespeicherten Daten eine Häufigkeitsverteilung für die innerhalb eines bestimmten Zeitraums vorkommende Häufigkeit des Vorkommens der vorgegebenen Betriebszustände zu erstellen.

11. Überwachungssystem nach Anspruch 10,

dadurch g e k e n n z e i c h n e t, dass

die Auswerteeinrichtung dazu ausgebildet ist, anhand der Häufigkeitsverteilung die Häufigkeit von innerhalb eines bestimmten Zeitraums auftretenden Übertemperaturbetriebszuständen mit einem vorgegebenen Maximalwert zu vergleichen und insbesondere anzuzeigen, wenn der Maximalwert überschritten wird.

12. Überwachungssystem nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch g e k e n n z e i c h n e t, dass

das Bauteil ein elektrisches oder elektronisches Bauteil ist und in einem Laststromkreis angeordnet ist, und dass der Laststromkreis galvanisch von dem zumindest einen Überwachungsstromkreis getrennt ist.

13. Überwachungssystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch g e k e n n z e i c h n e t, dass

der zumindest eine Temperatursensor ein elektrisches PPTC-Widerstandselement ist, welches kabelförmig ausgebildet ist und/oder in ein zu überwachendes elektrisches Kabel integriert ist.

14. Elektrisches PPTC-Widerstandselement, insbesondere für ein Überwachungssystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch g e k e n n z e i c h n e t, dass

dieses kabelförmig ausgebildet und/oder in ein elektrisches Kabel integriert ist.

* * *

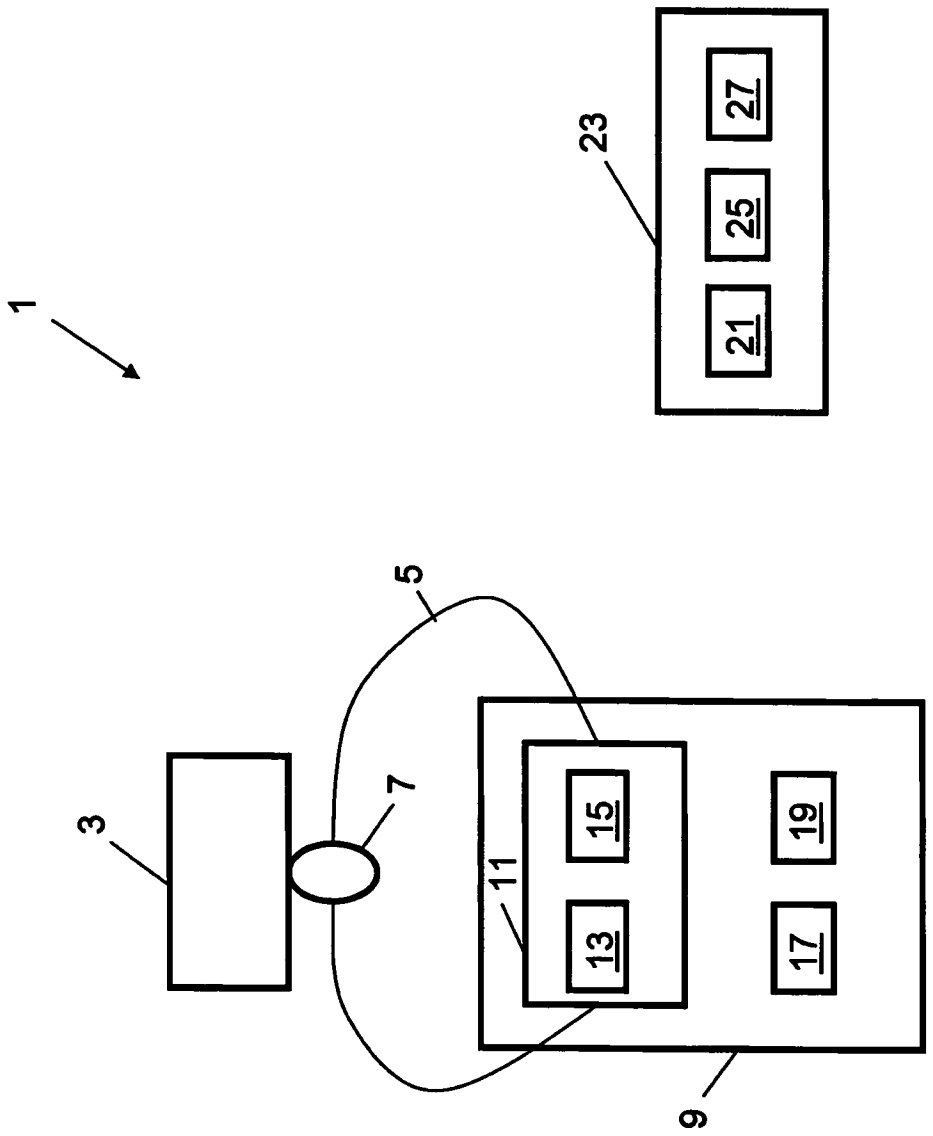


Fig. 1

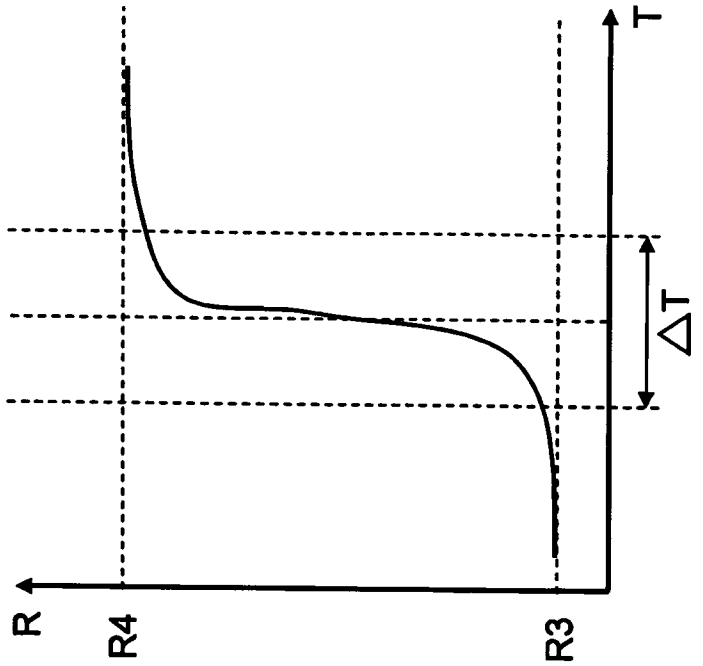


Fig. 3

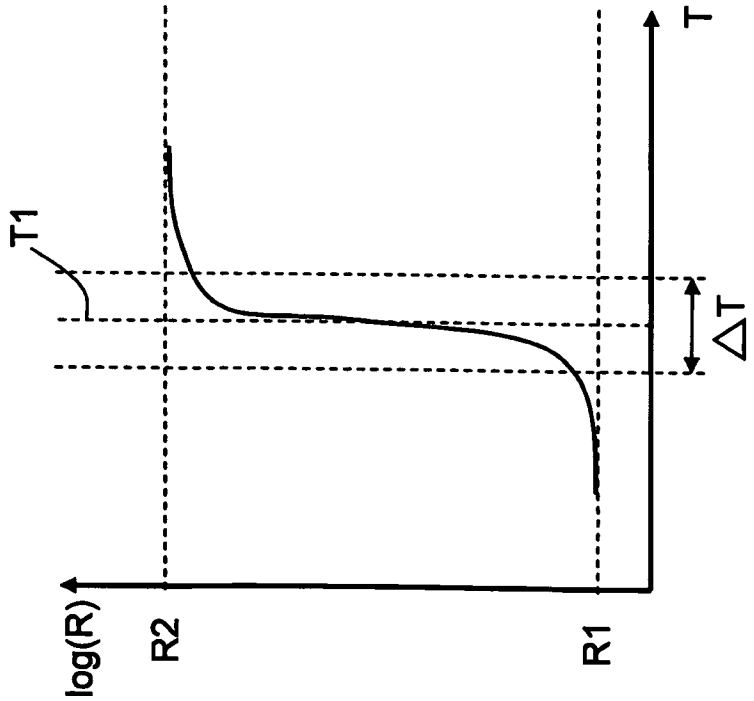


Fig. 2

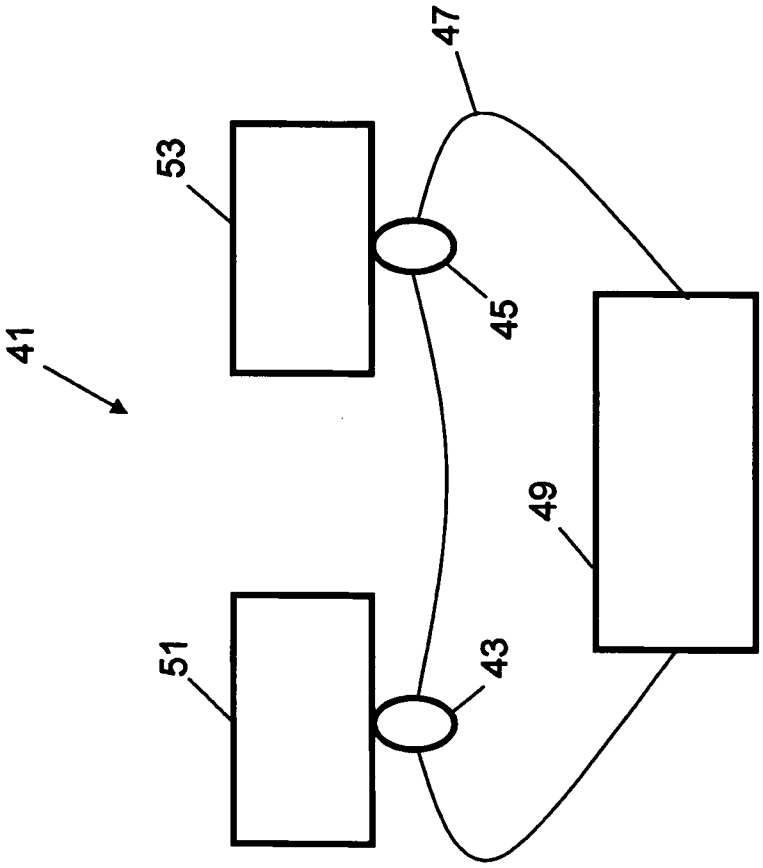


Fig. 4

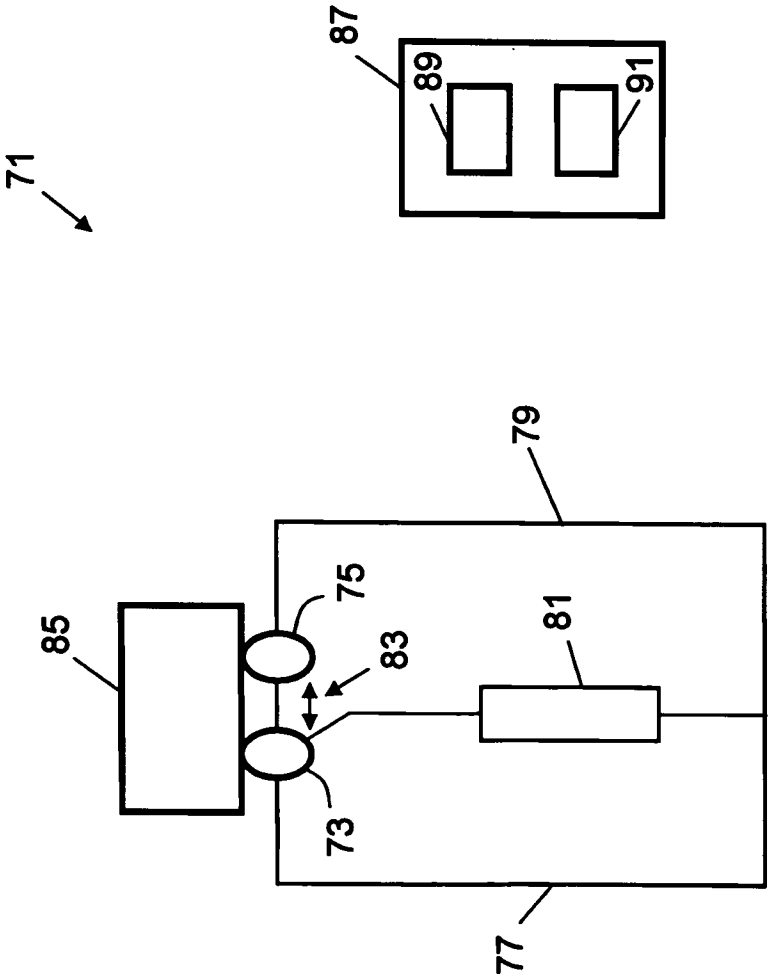


Fig. 5

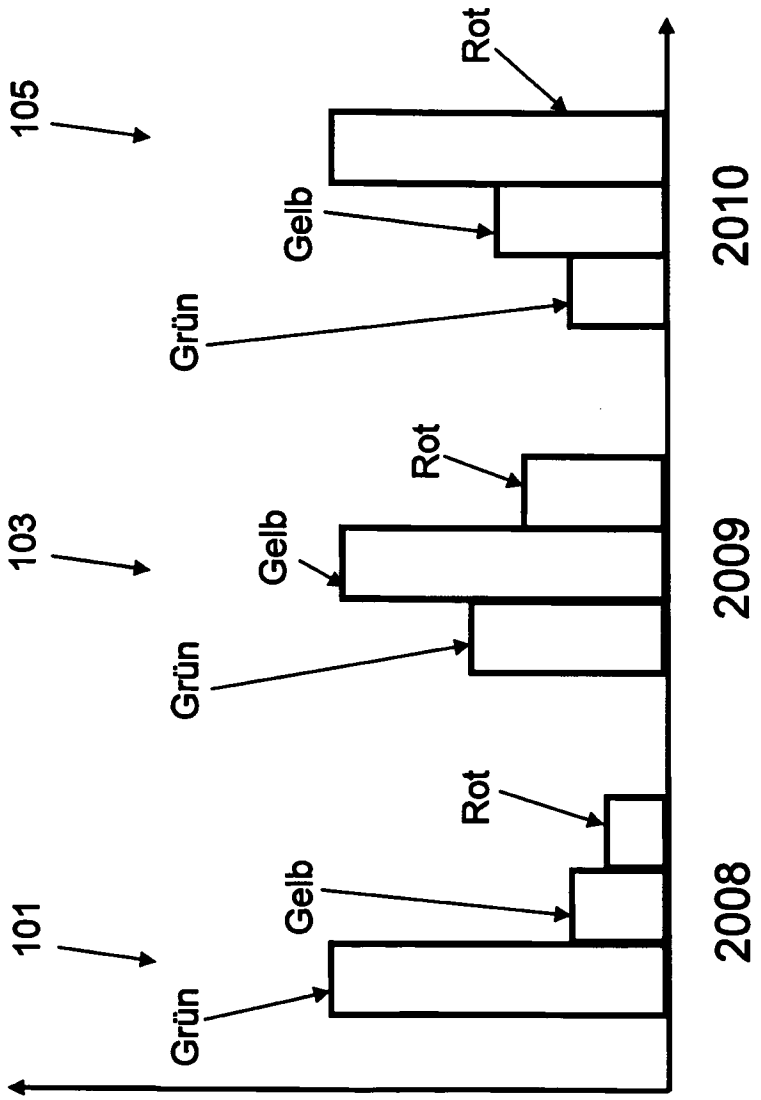

105
Rot
Gelb
Grün
2010
103
Rot
Gelb
Grün
2009
101
Rot
Gelb
Grün
2008

Fig. 6

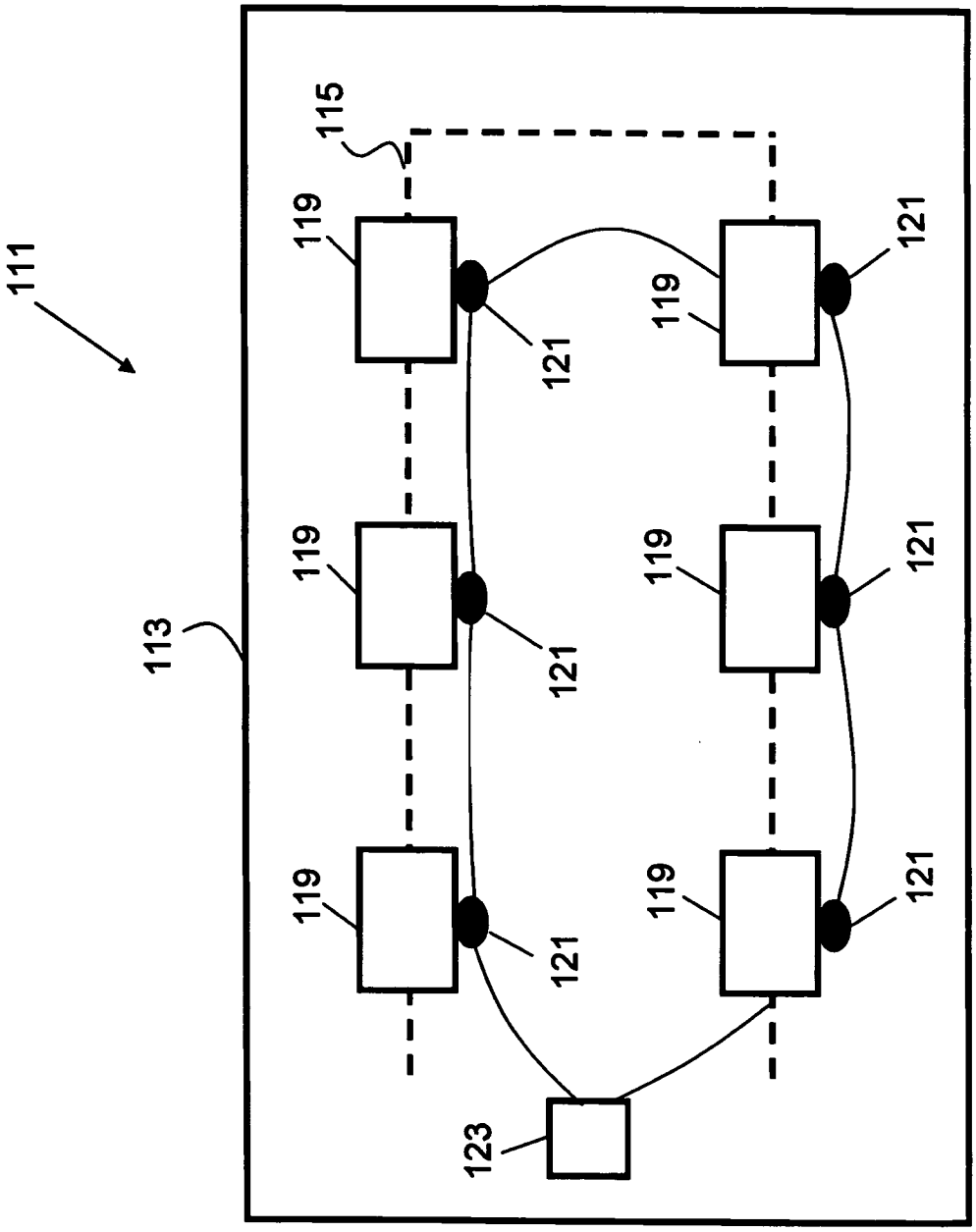


Fig. 7

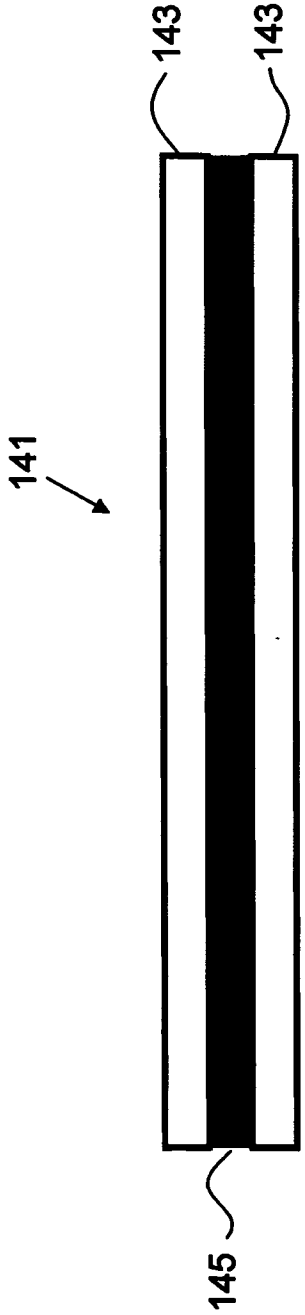


Fig. 8

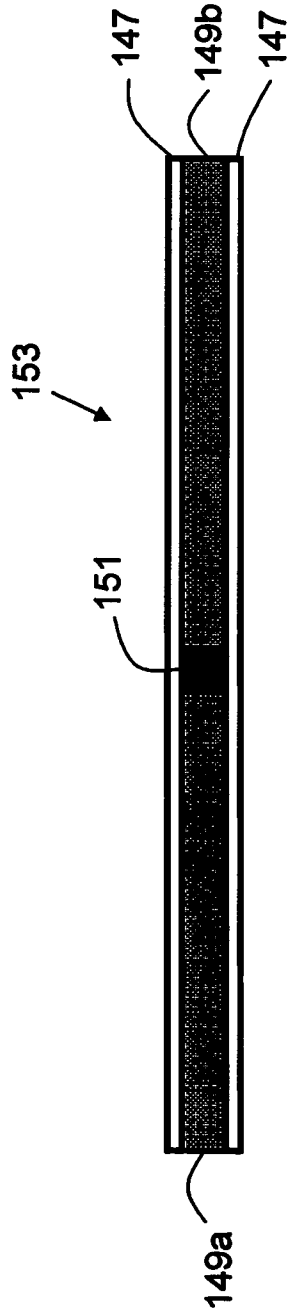


Fig. 9