

(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
12. Januar 2012 (12.01.2012)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer

WO 2012/004274 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
H05K 7/20 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP201 1/061342

(22) Internationales Anmeldedatum:
5. M i 201 1 (05.07.201 1)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2010 026 342.7 7. Juli 2010 (07.07.2010) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): ROHDE & SCHWARZ GMBH & CO. KG
[DE/DE]; Mühlendorfstr. 15, 81671 München (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): HOLZMANN, Gottfried [DE/DE]; Ingelsberger Weg 48, 85604 Zorneding (DE). MITTERMAIER, Werner [DE/DE]; Müllerstraße 48, 85435 Erding (DE). JELEN, Matthias [DE/DE]; Ungererstraße 124, 80805 München (DE). ROTH, Martin

[DE/DE]; Riedener Weg 46a, 823 19 Starnberg (DE). OETJEN, Martin [DE/DE]; Ettalerstraße 30, 82194 Gröbenzell (DE). MOSER, Albert [DE/DE]; Josef-Brückl-Straße 90, 81825 München (DE). MAHR, Roland [DE/DE]; Am Aisinger Moos 14, 83026 Rosenheim (DE).

(74) Anwalt: KÖRFER, Thomas; Mitscherlich & Partner, Sonnenstr. 33, 8033 1 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, 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,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: ELECTRONIC APPARATUS WITH A COOLING APPARATUS

(54) Bezeichnung : ELEKTRONISCHE VORRICHTUNG MIT KÜHLVORRICHTUNG

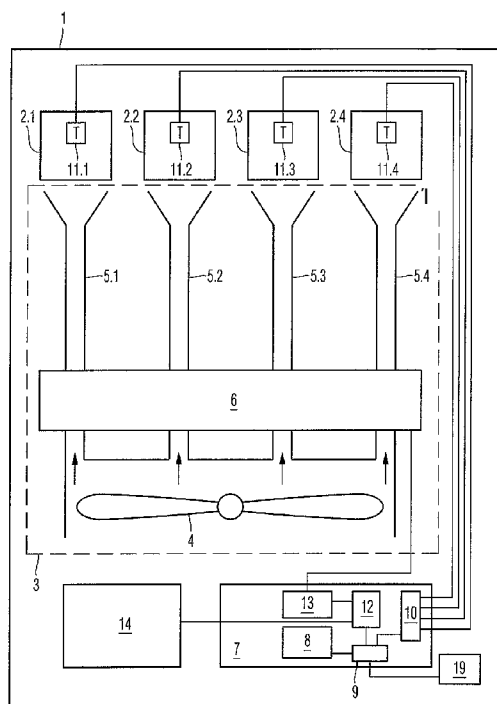


Fig. 1

(57) Abstract: The invention relates to an electronic apparatus having a plurality of electronic assemblies (2.1, 2.2, 2.3, 2.4) and a cooling apparatus (3) for cooling the electronic assemblies (2.1, 2.2, 2.3, 2.4). The cooling apparatus (3) has a cooling power distribution apparatus (6). The cooling power distribution apparatus (6) can be used to individually control a cooling power of the cooling apparatus (3) for each assembly (2.1, 2.2, 2.3, 2.4). The apparatus also has a temperature detection means (10, 11.1, 11.2, 11.3, 11.4) for each assembly in order to detect a temperature of each assembly and a loading determination apparatus (12) for determining a characteristic variable for each assembly (2.1, 2.2, 2.3, 2.4), said characteristic variable describing the loading experienced by an assembly (2.1, 2.2, 2.3, 2.4) on the basis of the detected temperature of this assembly (2.1, 2.2, 2.3, 2.4). A control apparatus (7) controls the cooling power distribution apparatus (6) on the basis of the determined characteristic variables of the assemblies (2.1, 2.2, 2.3, 2.4).

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine elektronische Vorrichtung aufweisend eine Mehrzahl an elektronischen Baugruppen (2.1, 2.2, 2.3, 2.4) und eine Kühlvorrichtung (3) zum Kühlen der elektronischen Baugruppen (2.1, 2.2, 2.3, 2.4). Die Kühlvorrichtung (3) weist eine Kühlleistungsverteilungsvorrichtung

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2012/004274 A1



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).

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz V
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eingehen (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe h)

(6) auf. Mit der Kühlleistungsverteilungsvorrichtung (6) ist eine Kühlleistung der Kühlvorrichtung (3) für jede Baugruppe (2.1, 2.2, 2.3, 2.4) individuell steuerbar. Die Vorrichtung weist weiterhin Temperaturerfassungsmittel (10, 11.1, 11.2, 11.3, 11.4) für jede Baugruppe zur Erfassung einer Temperatur jeder Baugruppe und eine Belastungsbestimmungsvorrichtung (12) zur Bestimmung einer Kenngröße für jede Baugruppe (2.1, 2.2, 2.3, 2.4), die die von einer Baugruppe (2.1, 2.2, 2.3, 2.4) erfahrene Belastung beschreibt, auf der Basis der erfassten Temperatur dieser Baugruppe (2.1, 2.2, 2.3, 2.4) auf. Eine Steuervorrichtung (7) steuert die Kühlleistungsverteilungsvorrichtung (6) auf der Basis der bestimmten Kenngrößen der Baugruppen (2.1, 2.2, 2.3, 2.4).

Elektronische Vorrichtung mit Kühlvorrichtung

5 Die Erfindung betrifft eine elektronische Vorrichtung aufweisend eine Mehrzahl an elektronischen Baugruppen mit einer Kühlvorrichtung zum Kühlen der elektronischen Baugruppen und ein Verfahren zum Kühlen elektronischer Baugruppen.

10

Die elektronischen Baugruppen elektronischer Vorrichtungen erhitzen sich im Betrieb und müssen gekühlt werden. Dies wird in elektronischen Geräten normalerweise durch einen Lüfter erreicht. Es ist bekannt, für jede Baugruppe, die
15 voraussichtliche mittlere Lebensdauer zu berechnen und die Verteilung der Kühlleistung konstruktiv und unveränderbar daran anzupassen. Der Ausfall der elektronischen Vorrichtung ist durch den ersten Ausfall einer elektronischen Baugruppe bestimmt. Deshalb wird die
20 Kühlleistung, die relativ zu jeder Baugruppe zugeführt wird, entsprechend der Empfindlichkeit und der voraussichtlichen Belastung der einzelnen Baugruppen berechnet. Wird in einer elektronischen Vorrichtung allerdings eine elektronische Baugruppe übermäßig
25 beansprucht, so ist die statisch zugeteilte Kühlleistung der anderen Baugruppen für ein solches Benutzungsverhalten überdimensioniert und für die stark beanspruchte Baugruppe unterdimensioniert. Weiterhin ist es bei programmierbaren Bauteilen teilweise nicht möglich, einen voraussichtlichen
30 Kühlbedarf zu berechnen, da die Wärmeentwicklung von der Software des programmierbaren Bauteils abhängt.

Die Aufgabe der Erfindung ist es, die Nachteile des Stands der Technik zu beseitigen und eine elektronische
35 Vorrichtung zu schaffen, deren Kühlvorrichtung geeignet

ist, elektronische Baugruppen für jedes Benutzerverhalten angemessen zu kühlen.

Die Aufgabe ist durch die erfindungsgemäße elektronische
5 Vorrichtung nach Anspruch 1 und das erfindungsgemäße
Verfahren zum Kühlen von elektronischen Baugruppen nach
Anspruch 9 gelöst.

Die erfindungsgemäße elektronische Vorrichtung weist eine
10 Mehrzahl an elektronischen Baugruppen und eine
Kühlvorrichtung zum Kühlen der elektronischen Baugruppen
auf. Die elektronische Vorrichtung weist weiterhin
Temperaturerfassungsmittel für jede Baugruppe zur
Erfassung einer Temperatur, die in der jeweiligen
15 Baugruppe herrscht, auf. Die elektronische Vorrichtung
weist eine Belastungsbestimmungsvorrichtung zur Bestimmung
einer Kenngröße für jede Baugruppe, die die von einer
Baugruppe erfahrene Belastung beschreibt. Die Kenngröße
der jeweiligen Baugruppe wird auf der Basis der erfassten
20 Temperatur dieser Baugruppe bestimmt. Die Kühlvorrichtung
weist eine Kühlleistungsverteilungsvorrichtung auf, die
geeignet ist, eine (Gesamt-) Kühlleistung der
Kühlvorrichtung auf die Baugruppen zu verteilen. Eine
Steuervorrichtung der elektronischen Vorrichtung ist
25 geeignet, die Kühlleistung auf die Baugruppen auf der
Basis der bestimmten Kenngrößen der Baugruppen mittels
Steuerung der Kühlleistungsverteilungsvorrichtung zu
verteilen.

30 Das erfindungsgemäße Verfahren zum Kühlen einer Mehrzahl
elektronischer Baugruppen weist die folgenden Schritte
auf: Zuerst wird eine Temperatur individuell für jede
Baugruppe erfasst. Aus jeder Temperatur einer der
Baugruppen wird eine Kenngröße für die zu der Temperatur
35 gehörende Baugruppe bestimmt, wobei die Kenngröße jeder

Baugruppe die von dieser Baugruppe erfahrene Belastung angibt. Die Kenngröße wird auf der Basis der erfassten Temperatur dieser Baugruppe bestimmt. Daraufhin wird eine Kühlleistung auf die Baugruppen auf der Basis der
5 bestimmten Kenngrößen der Baugruppen verteilt.

Die Temperatur der elektronischen Baugruppen ist die bestimmende Größe für die Belastung der elektronischen Bauteile, vor allem für deren Halbleiterbauteile. Durch
10 die individuelle Erfassung der Temperatur jeder einzelnen Baugruppe kann die Belastung für jede Baugruppe einzeln berechnet werden und jeweils in einer Kenngröße ausgedrückt werden. Die Erfindung hat nun den Vorteil, dass die Kühlleistung der einzelnen Baugruppen adaptiv
15 während des normalen Betriebs automatisch an unvorhergesehene Belastungen bzw. Änderungen der Belastungen der Baugruppen angepasst werden kann und somit die Gesamtbelastung der elektronischen Vorrichtung reduziert wird. Die Verteilung der Kühlleistung auf die
20 einzelnen Baugruppen der erfindungsgemäßen elektronischen Vorrichtung wird somit für jedes Benutzerverhalten optimal angepasst .

Die abhängigen Ansprüche betreffen vorteilhafte
25 Weiterführungen der Erfindung.

Es ist insbesondere vorteilhaft, dass die Belastungsbestimmungsvorrichtung geeignet ist, die Kenngröße jeder Baugruppe basierend auf einer
30 Einwirkungszeit der erfassten Temperatur auf diese Baugruppe zu bestimmen, die aus dem Temperaturverlauf der Baugruppe bestimmt wird. Dadurch kann die Kenngröße der Belastung besonders genau bestimmt werden, da die Betriebszeit der Baugruppe zusammen mit einer
35 Temperaturbewertung dieser Betriebszeit in die

Kenngrößenberechnung eingeht. Somit kann der gesamte erfahrene Temperaturverlauf, d.h. zumindest der während der Betriebszeit der Baugruppe erfahrene Temperaturverlauf einer Baugruppe für die Berechnung der Kenngröße für die Belastung dieser Baugruppe berücksichtigt werden.

Es ist vorteilhaft, dass die elektronische Vorrichtung eine Eingabevorrichtung zum Einlesen von Benutzerinteraktionen aufweist. Diese ist mit der Steuervorrichtung verbunden. Die Steuervorrichtung ist so ausgebildet, dass der Temperaturverlauf einer der Baugruppen in Folge einer bestimmter eingelesenen Benutzerinteraktion gelöscht wird. Dadurch ist es einem Benutzer möglich, den Temperaturverlauf einer Baugruppe zu löschen, wenn diese z.B. ausgetauscht oder gewartet wurde. Dadurch kann auch die adaptive Kühlung auch nach einem Baugruppenaustausch verbessert werden.

Es ist ebenso von Vorteil, dass die Belastungsbestimmungsvorrichtung geeignet ist, die Kenngröße jeder Baugruppe in periodischen Abständen erneut zu bestimmen und die Steuervorrichtung geeignet ist, die die Verteilung der Kühlleistung auf die Baugruppen auf der Basis der erneut bestimmten Kenngrößen der Baugruppen anzupassen. Durch die periodische Neubestimmung der Belastung der lässt sich die Kenngröße für die Belastung der einzelnen Baugruppen aktuell halten und die eingestellte Kühlleistung für jede Baugruppe wird jederzeit auf der Basis der erfahrenen Belastung aktualisiert.

Weiterhin ist es vorteilhaft, dass die Kenngröße jeder Baugruppe die geschätzte Restlebenszeit dieser Baugruppe ist. Als Restlebenszeit einer Baugruppe oder einer Vorrichtung wird in Zusammenhang mit der beschriebenen

Erfindung die verbleibende Zeit der Baugruppe oder der Vorrichtung bezeichnet, bis diese das nächste Mal ausfällt. Die mittlere Restlebenszeit einer Baugruppe kann aus der mittleren Zeit zwischen zwei Ausfällen („Mean Time Between Failure“, MTBF) und der erfahrenen Betriebszeit der Baugruppe berechnet werden, wobei die MTBF aus der erfassten Temperatur der Baugruppe berechnet werden kann. Die Restlebenszeit ist als Kenngröße besonders vorteilhaft, weil es die für den nächsten Ausfall der Baugruppe wichtigste Kenngröße ist und sowohl für den Steueralgorithmus als auch für einen Benutzer besonders aussagekräftig ist. Zur Beschreibung wird generell auf den Ausfall einer Baugruppe Bezug genommen. Anstelle der Zeit bis zum Ausfall kann jedoch ebenso eine Zeit bis zum nächsten Wartungstermin (z.B. Rekalibrierung) betrachtet werden.

Es ist weiterhin vorteilhaft, die geschätzte Restlebenszeit jeder Baugruppe durch die Berücksichtigung der für diese Baugruppe eingestellten Kühlleistung und der damit einhergehenden voraussichtlichen zukünftigen Wärmeentwicklung zu verbessern. Dadurch kann die Genauigkeit der geschätzten Restlebenszeit weiter verbessert werden und somit ein früher Ausfall der elektronischen Vorrichtung durch den Ausfall einer Baugruppe noch besser vermieden werden.

Es ist besonders vorteilhaft, die Kühlleistung für jede Baugruppe so zu steuern, dass die aus den abgeschätzten Restlebenszeiten der Baugruppen berechnete Restlebenszeit der elektronischen Vorrichtung maximal wird.

Ein weiterer Vorteil ergibt sich durch das Ausgeben der ermittelten Kenngrößen der Belastungen der einzelnen Baugruppen. Dadurch ist es möglich, dem Benutzer des

Geräts oder einem Servicemitarbeiter, der die elektronische Vorrichtung wartet, den Verschleiß und die Belastung der einzelnen Baugruppen und/oder die mittlere Restlebenszeit der einzelnen Baugruppen mitzuteilen. So
5 kann ein überbeanspruchtes Bauteil frühzeitig ersetzt werden und somit die auf Kosten der Kühlleistung für die übrigen Baugruppen erhöhte Kühlleistung für das ersetzte Bauteil wieder reduziert werden. Damit kann die Gesamtlebensdauer des Geräts weiter erhöht werden, da dem
10 Benutzer oder dem Servicemitarbeiter eine spezifische ausfallgefährdete Baugruppe mitgeteilt wird und diese frühzeitig ersetzt werden kann, bevor die veränderte Kühlleistung ebenfalls die Restlebenszeit der anderen Baugruppen verkürzt.

15 In Bezug auf die Erfindung wird unter der Verteilung der Kühlleistung jede Steuerung der Kühlleistung für die einzelnen Baugruppen verstanden, die die Kühlleistung für wenigstens eine dieser Baugruppen im Verhältnis zu den
20 Kühlleistungen der anderen Baugruppen verändern kann. Die Gesamtkühlleistung kann aber dabei nicht notwendigerweise konstant sein. Allerdings ist die Erfindung besonders interessant für eine maximale Gesamtkühlleistung.

25 Zwei bevorzugte Ausführungsbeispiele der Erfindung werden nachfolgend anhand der Zeichnung beschrieben. Die Zeichnung zeigt:

Fig. 1 eine schematische Darstellung eines ersten
30 Ausführungsbeispiels der erfindungsgemäßen elektronischen Vorrichtung;

Fig. 2 eine schematische Darstellung eines zweiten
Ausführungsbeispiels der erfindungsgemäßen
35 elektronischen Vorrichtung; und

Fig. 3 ein Verfahrensdiagramm mit den Schritten des erfindungsgemäßen Verfahrens zum Kühlen elektronischer Baugruppen.

5

Fig. 1 zeigt ein erstes Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen elektronischen Vorrichtung. Das elektronische Gerät 1 als elektronische Vorrichtung weist vier elektronische Baugruppen 2.1, 2.2, 2.3 und 2.4 als
10 Mehrzahl elektronischer Baugruppen auf. Die Erfindung ist nicht beschränkt auf vier elektronische Baugruppen 2.1 bis 2.4, sondern ist für jede Anzahl ≥ 2 zu kühlender elektronischer Baugruppen geeignet. Die Baugruppen können dabei gleich oder verschieden aufgebaut sein. Eine
15 elektronische Baugruppe ist normalerweise aus einer Mehrzahl verbundener elektronischer Bauteile aufgebaut, so dass diese Baugruppe zumindest eine Funktion in dem Gerät 1 erfüllt. Allerdings kann eine Baugruppe auch aus nur einem elektronischen Bauteil bestehen. In diesem
20 Ausführungsbeispiel weisen die Baugruppen 2.1 bis 2.4 Halbleiter aus Galliumarsenid (GaAs) als elektronische Bauteile auf, die besonders temperatursensibel sind und deren verbleibende Lebensdauer sehr stark von der erfahrenen Temperatur abhängt.

25

Das Gerät 1 weist weiterhin eine Kühlvorrichtung 3 auf. Die Kühlvorrichtung 3 weist einen Ventilator 4 und Luftstromzuführungen 5.1, 5.2, 5.3 und 5.4, die jeweils zu genau einer entsprechenden Baugruppe 2.1, 2.2, 2.3 und 2.4
30 führen, auf. Die Luftstromzuführungen 5.1 bis 5.4 können wie in der Fig. 1 schematisch angedeutet aus Rohren oder anderweitigen Luftstromzuführungen bestehen, die jeweils gegenüber den anderen Luftstromzuführungen abgeschlossen sind. Der Ventilator 4 saugt von außen Luft an und führt
35 diese über die Luftstromzuführungen 5.1 bis 5.4 den

elektronischen Baugruppen 2.1. bis 2.4 zu. Alternativ ist es auch möglich, dass der Ventilator 4 die erwärmte Luft der Baugruppen 2.1 bis 2.4 über die Luftstromzuführungen 5.1 bis 5.4 ansaugt. Die Gesamtkühlleistung der

5 Kühlvorrichtung 3 ist somit durch die Leistung des Ventilators 4 und die Temperatur der angesaugten Luft begrenzt. Die Kühlvorrichtung 3 weist weiterhin ein Klappensystem 6 als Kühlleistungsverteilungsvorrichtung zum einzelnen auch teilweisen Öffnen und Schließen der

10 **Luftstromzuführungen** 5.1 bis 5.4 auf. Klappensystem 6 verteilt die Gesamtluftstrommenge des Ventilators 4 als Gesamtkühlleistung durch den Öffnungsgrad der einzelnen Luft**Zuführungen** 5.1 bis 5.4 relativ auf die einzelnen Baugruppen 2.1 bis 2.4. Der Öffnungsgrad einer

15 Luftzuführung 5.1 bis 5.4 wird durch den Öffnungsgrad einer Klappe in der jeweiligen LuftZuführung 5.1 bis 5.4 realisiert. Jede der vier Klappen der vier Luftzuführungen 5.1 bis 5.4 ist individuell durch einen Servomotor ansteuerbar. Somit kann der Öffnungsgrad jeder

20 Luftzuführung 5.1 bis 5.4 individuell angesteuert werden. Alternativ können die Klappen auch magnetisch gesteuert werden.

Das Gerät 1 wird durch eine Steuervorrichtung 7

25 kontrolliert. Die Steuervorrichtung 7 steuert auf der Basis von Benutzereingaben die einzelnen Baugruppen 2.1 bis 2.4 an. Die Steuerverbindung zwischen der Steuervorrichtung 7 und den einzelnen Baugruppen 2.1 bis 2.4 ist zur Vereinfachung der Fig. 1 nicht gezeigt. Die

30 Steuervorrichtung 7 weist einen Betriebsstundenzähler 8 als Betriebsdauerbestimmungsvorrichtung auf. Der Betriebsstundenzähler 8 misst für jede Baugruppe 2.1 bis 2.4 eine Betriebsdauer, welche die Zeitdauer angibt, in welcher sich die jeweilige Baugruppe 2.1 bis 2.4 in

35 Betrieb befand. Die jeweilige Betriebsdauer der einzelnen

Baugruppen 2.1 bis 2.4 wird in einem Speicher 9 gespeichert und während des Betriebs des Geräts 1 regelmäßig von dem Betriebsstundenzähler 8 aktualisiert. Die Informationen, ob eine Baugruppe 2.1 bis 2.4 im
5 Betrieb ist, erhält der Betriebsstundenzähler 8 von der Steuervorrichtung 7, welche die Baugruppen 2.1 bis 2.4 steuert .

Eine Temperaturermittlungseinheit 10 und
10 Temperatursensoren 11.1 bis 11.4 bilden eine Temperaturerfassungsvorrichtung. Die Temperatureinheit 10 ist mit den Temperatursensoren 11.1 bis 11.4 in den Baugruppen 2.1 bis 2.4 verbunden. Jede Baugruppe 2.1 bis 2.4 weist jeweils einen Temperatursensor 11.1 bis 11.4
15 auf, welcher die aktuelle Temperatur dieser Baugruppe 2.1 bis 2.4 an die Temperaturermittlungseinheit 10 gibt. Die Temperaturermittlungseinheit 10 speichert die Temperaturverläufe der einzelnen Baugruppen 2.1 bis 2.4 in dem Speicher 9 und aktualisiert diese regelmäßig während
20 des Betriebs des Geräts 1. Der Temperaturverlauf einer der Baugruppen 2.1 bis 2.4 besteht aus der Temperatur dieser Baugruppen 2.1 bis 2.4 über die Betriebsdauer seit dem ersten Einschalten der Baugruppe. Die Betriebsdauer ist dabei eine relative Zeit die nur während des Betriebs der
25 Baugruppe 2.1 bis 2.4 nach oben oder unten zählt. Der Temperaturverlauf wird aufgenommen und in dem Speicher 9 gespeichert oder aktualisiert. So kann z.B. für jede Betriebssekunde eine gemessene Temperatur gespeichert werden. Alternativ könnte der Temperaturverlauf einer der
30 Baugruppen 2.1 bis 2.4 aus den gemessenen Temperaturen mit den den Temperaturen zugeordneten absoluten Messzeitpunkten bestehen. Der Temperaturverlauf wird dann für die ganze Betriebszeit mit einer bestimmten Abtastrate aufgenommen und in dem Speicher 9 gespeichert. Alternativ
35 kann die Temperatur der einzelnen Baugruppen 2.1 bis 2.4

auch ohne Temperatursensoren 11.1 bis 11.4 in einer alternativen Temperaturerfassungsvorrichtung, z.B. durch eine rechnerische Temperaturbestimmung anhand der Ansteuerströme und **-Spannungen** und der enthaltenen Bauteile, erfasst werden. Dies könnte z.B. durch eine vorher bestimmte Kennlinie oder Kennmatrix der Eingangsparmeter, der eingestellten Kühlleistung und der gemessenen Temperatur geschehen. Hier kann auch eine gemessene gemeinsame Außentemperatur mit einfließen.

10

Eine Restlebensdauerermittlung 12 als Belastungsbestimmungsvorrichtung der Steuervorrichtung 7 berechnet auf der Basis der Betriebsdauer und des Temperaturverlaufs einer Baugruppe 2.1 bis 2.4 die Restlebenszeit dieser Baugruppe der Baugruppen 2.1 bis 2.4. Im Folgenden wird im Zusammenhang mit der Baugruppe 2.1 die Berechnung der Restlebenszeit der Baugruppe 2.1 beschrieben, welche ohne Beschränkung der Erfindung auch auf die Restlebenszeiten der anderen Baugruppen 2.2 bis 2.4 Anwendung findet. Zuerst wird die MTBF der Baugruppe 2.1 aus dem in dem Speicher 9 enthaltenen Temperaturverlauf der Baugruppe 2.1 berechnet. In dem Ausführungsbeispiel ist MTBF der Baugruppe 2.1 durch die MTBF des GaAs-Halbleiters in der Baugruppe bestimmt, da der Halbleiter 2.1 die höchste Ausfallrate aufweist. Die MTBF(T_l) einer Baugruppe bei einer Betriebstemperatur von T_l

$$MTBF_{\{T_l\}} = MTBF_{(T_0)} \cdot e^{\frac{E}{T_l} \left(\frac{1}{T_l} - \frac{1}{T_0} \right)}$$

30

wird aus der bekannten MTBF (T_0) bei einer Referenztemperatur T_0 berechnet. Die Referenztemperatur kann z.B. die Zimmertemperatur sein. MTBF (T_0) kann empirisch ermittelt werden oder kann berechnet werden. E

ist dabei die Aktivierungsenergie eines GaAs-Halbleiters, die zwischen 1,2 eV und 1,9 eV liegt, und k ist die Boltzmannkonstante. Da die Baugruppe während der Betriebszeit verschiedenen Temperaturen ausgesetzt wird und die Temperaturen nicht linear in die MTBF eingehen, wird der Gesamttemperaturbereich, dem die Baugruppe 2.1 ausgesetzt war, in eine Anzahl N von gleich großen Temperaturbereichen mit jeweils einer mittleren Temperatur T_i mit $i=1, \dots, N$ unterteilt. Aus dem Temperaturverlauf der Baugruppe 2.1 wird ermittelt, welche Zeitdauer t_i die Baugruppe 2.1 Temperaturen des Temperaturbereichs mit der mittleren Temperatur T_i ausgesetzt war. Dies wird für alle N Temperaturbereiche bestimmt. Normiert man die Zeitdauern t_i , so dass die Summe aller t_i eins entspricht, so erhält man den relative Anteil n_i der bisherigen Gesamtbetriebsdauer der Baugruppe 2.1, in welcher die Baugruppe 2.1 Temperaturen des Temperaturbereichs mit der mittleren Temperatur T_i ausgesetzt war. Die MTBF der Baugruppe 2.1 ergibt sich nun zu

$$MTBF_{2.1} = \sum_{i=1}^N n_i \cdot MTBF(T_i)$$

aus der Summe der mit n_i gewichteten MTBF (T_i). Für die Berechnung sind weitere Daten in dem Speicher 9 enthalten. Relevante Daten für die Abschätzung der Restlebenszeit als Kenngröße der Belastung einer Baugruppe können die enthaltenen Bauteile, die unterschiedlich temperaturempfindlich sind und unterschiedliche Lebensdauern aufweisen, und die Berechnungsmethode für die enthaltenen Bauteile bzw. für die Gesamtbaugruppe 2.1 sein.

In einem alternativen Ausführungsbeispiel kann die $MTBF_{2.1}$ weiter verbessert werden, indem die eingestellte

Kühlleistung und die damit verbundene voraussichtliche zukünftige Temperaturentwicklung bei ähnlicher Benutzung der Baugruppe 2.1 wie in der Vergangenheit bei der Berechnung der $MTBF_{2.1}$ berücksichtigt wird. Weiterhin kann
5 die Abschätzung der mittleren Restlebenszeit der einzelnen Baugruppen 2.1 bis 2.4 berücksichtigen, ob ein Bauteil 2.1 bis 2.4 gerade ausgetauscht wurde und somit neu ist. Neue Bauteile haben zu Beginn eine höhere Ausfallwahrscheinlichkeit. Dies könnte durch einen
10 reduzierenden Neuheitsfaktor bei der MTBF-Berechnung in der Belastungsbestimmungsvorrichtung berücksichtigt werden, indem die MTBF der neuen Baugruppe mit dem Neuheitsfaktor multipliziert wird. Ein solcher Neuheitsfaktor kann in der
15 Belastungsbestimmungsvorrichtung für die ersten Betriebsstunden der neuen Baugruppe Anwendung finden. In einem besonders einfachen weiteren alternativen Ausführungsbeispiel könnte die MTBF auch aus einer gemittelten Temperatur des Temperaturverlaufs der
20 Baugruppe 2.1 berechnet werden. Dies ist zwar nicht so genau, da die Nichtlinearität des Einflusses der Temperatur nicht berücksichtigt wird, ergibt aber zumindest ein qualitativ richtiges Ergebnis, wobei eine geringere Rechenkapazität in der Steuervorrichtung 7
25 benötigt wird. Aus der MTBF lässt sich nach Abzug der erfahrenen Betriebsdauer der Baugruppe 2.1 die mittlere Restlebenszeit der Baugruppe 2.1 berechnen, d.h. die Restlebenszeit der Baugruppe 2.1 abschätzen.

30 Die abgeschätzten Restlebenszeiten der einzelnen Baugruppen 2.1 bis 2.4 werden an eine Kühlleistungsregelung 13 gegeben. Die Kühlleistungsregelung 13 berechnet aus den Restlebenszeiten der einzelnen elektronischen Baugruppen
35 2.1 bis 2.4 den jeweiligen Öffnungsgrad der

Luftzuführungen 5.1 bis 5.4 der jeweiligen Baugruppen 2.1 bis 2.4 und geben die Öffnungsgrade der einzelnen Luftstromzuführungen 5.1 bis 5.4 an das Klappensystem 6 weiter. Das Klappensystem 6 steuert die Klappen der Luftstromzuführungen 5.1 bis 5.4 nach der Maßgabe der von der Kühlleistungsregelung 13 berechneten Öffnungsgrade der Luftstromzuführungen 5.1 bis 5.4. Die Kühlleistungsregelung 13 berechnet dabei die Öffnungsgrade der Luftstromzuführungen 5.1 bis 5.4 so, dass die Restlebenszeit des Geräts 1 maximiert wird. Da die Restlebenszeit des Geräts 1 durch die kleinste Restlebenszeit der Baugruppen 2.1 bis 2.4 bestimmt ist, ist es besonders vorteilhaft, die Öffnungsgrade der Luftstromzuführungen 5.1 bis 5.4 so zu berechnen, dass sich die Restlebenszeiten der einzelnen Baugruppen 2.1 bis 2.4 angleichen oder zumindest die kleinste Restlebenszeit der Baugruppen 2.1 bis 2.4 erhöht wird.

Dazu werden in der Kühlleistungsregelung 13 die Klappen des Klappensystems 6, die die Kühlleistung der Baugruppen steuert, die eine kleiner Restlebensdauer als die mittlere Restlebensdauer aller Baugruppen haben, um einen Öffnungsschritt geöffnet und/oder die restlichen Klappen oder wenigstens ein Teil davon um einen Öffnungsschritt geschlossen. Ein Öffnungsschritt ist eine vorher festgelegte kleinste Änderung der Kühlleistung für eine Baugruppe 2.1 bis 2.4. In dem ersten Ausführungsbeispiel entspricht dies einer Änderung der Klappenöffnung der Luft Zuführung 5.1 bis 5.4. Die Restlebensdauer der Baugruppen wird in regelmäßigen Zeitabständen berechnet. Sollten Baugruppen weiterhin eine niedrigere Restlebenszeit als die mittlere Restlebenszeit haben, werden die Klappen dieser Baugruppen um einen weiteren Öffnungsschritt geöffnet und/oder die den übrigen Baugruppen zugeordneten Klappen um einen weiteren

Öffnungsschritt geschlossen. Passen sich die Restlebenszeiten der Baugruppen an die mittlere Restlebenszeit an, werden die Klappenöffnungen konstant gehalten. So kann die Verteilung der Kühlleistung auf die Baugruppen individuell an die Benutzung der Baugruppen durch den Benutzer angepasst werden und die Lebenszeit des Geräts 1 maximiert werden.

Bei der Kühlleistungsregelung 13 werden die Anschläge, d.h. den maximalen Öffnungs- und Schließwinkel der Klappe der Luftstromzuführung 5.1 bis 5.7, bei der Regelung berücksichtigt. Weiterhin wird bei der Steuerung berücksichtigt, dass auch den Baugruppen 2.1 bis 2.4, die eine höhere Restlebensdauer als die gemittelte Restlebensdauer aller Baugruppen 2.1 bis 2.4 aufweisen, zumindest so viel Kühlleistung zugeteilt wird, dass diese Baugruppen unterhalb einer Maximaltemperatur bleiben. Dadurch wird eine überproportionale Kühlung auf Kosten von anderen Baugruppen aufgrund der Überschreitung einer Maximaltemperatur verhindert. Große Unterschiede zwischen den Restlebenszeiten der einzelnen Baugruppen 2.1 bis 2.4 können nach dem Austausch einer Baugruppe 2.1 bis 2.4 durch eine neue entstehen.

Die Restlebenszeitbestimmung 12 gibt die berechneten Restlebenszeiten ebenfalls an eine Ausgabevorrichtung 14. Die Ausgabevorrichtung 14 kann z.B. aus einem Bildschirm oder einer Schnittstelle bestehen, die von den Benutzern oder von für Wartungsarbeiten verantwortlichen Personen abgerufen werden können. So können hochbelastete Baugruppen frühzeitig erkannt werden und vor dem Ausfall der Baugruppe prophylaktisch ausgetauscht werden, sodass der überraschende Ausfall des Geräts 1 vermieden wird. Durch die adaptive Anpassung der Kühlleistung der einzelnen Baugruppen auf der Basis der Restlebenszeit

dieser Baugruppen, kann die Gesamtlebensdauer des Geräts 1 für jede Art der Benutzung der einzelnen Baugruppen 2.1 bis 2.4 maximiert werden.

- 5 Weiterhin weist das Gerät 1 eine Eingabevorrichtung 19 auf, über die ein Benutzer oder eine Wartungsperson in dem Speicher 9 der Steuervorrichtung 7 ablegen kann, dass eine bestimmte Baugruppe ausgetauscht wurde. In Folge eines solchen Austauschs einer Baugruppe wird der alte
- 10 Temperaturverlauf dieser Baugruppe gelöscht und ein neuer erstellt. Weiterhin wird der Betriebsstundenzähler 8 für diese Baugruppe auf Null zurückgesetzt. Eine solche Eingabevorrichtung 19 ermöglicht es, auch nach einem Austausch einer Baugruppe eine korrekte individuell
- 15 angepasste Kühlleistungssteuerung zu gewährleisten.

- Fig. 2 zeigt ein alternatives Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen elektronischen Vorrichtung. Das Gerät 15 ist wie das Gerät 1 aufgebaut. Gleiche Vorrichtungen des
- 20 Geräts 15 werden deshalb mit gleichen Referenzzeichen bezeichnet und nicht erneut beschrieben. Die Kühlvorrichtung 16 unterscheidet sich von der Kühlvorrichtung 3 dadurch, dass die Kühlleistung für die einzelnen Baugruppen 2.1 bis 2.4 in der
- 25 Kühlleistungsverteilungsvorrichtung 17 durch vier einzelne Ventilatoren 18.1 bis 18.4 einzeln erzeugt wird. Jeder Ventilator 18.1 bis 18.4 erzeugt die Kühlleistung für eine Baugruppe 2.1 bis 2.4. Die
- Kühlleistungsverteilungsvorrichtung 17 verteilt
- 30 entsprechend der Kühlleistungsregelvorrichtung 13 die elektrisch zur Verfügung stehende Kühlleistung auf die vier Ventilatoren 18.1 bis 18.4. Alternativ können die Ventilatoren 18.1 bis 18.4 direkt an den Baugruppen angeordnet sein. Anstatt einer festen Gesamtluftstrommenge
- 35 als Gesamtkühlleistung auf die einzelnen Baugruppen 2.1

bis 2.4 zu verteilen wie in dem ersten Ausführungsbeispiel wird in dem zweiten Ausführungsbeispiel die elektrische Gesamtkühlleistung auf die vier Ventilatoren 18.1 bis 18.4 aufgeteilt .

5

Die Erfindung ist ebenfalls nicht auf Luftkühlung beschränkt, sondern kann ebenfalls durch die Regelung einer Zuführung eines anderen Kühlmittels, wie Wasser, realisiert werden. Die Erfindung bedarf also einer

10 Kühlvorrichtung, welche die Kühlleistung für die einzelnen Baugruppen 2.1 bis 2.4 individuell steuern kann. Dies kann durch die Gesamtkühlleistung und deren anteilige Verteilung auf die einzelnen Baugruppen 2.1 bis 2.4 geregelt werden.

15

Fig. 3 zeigt die Schritte des erfindungsgemäßen Verfahrens zum Kühlen einer Anzahl an elektronischen Baugruppen 2.1 bis 2.4. In Schritt S1 wird die Temperatur jeder Baugruppe erfasst und in Schritt S2 ein Temperaturverlauf für jede

20 Baugruppe 2.1 bis 2.4 aus der erfassten Temperatur erzeugt oder ergänzt. Aus dem Temperaturverlauf wird in einem dritten Schritt S3, wie oben beschrieben, eine Restlebenszeit für jede Baugruppe 2.1 bis 2.4 geschätzt. Auf der Basis der geschätzten Restlebenszeiten der

25 Baugruppen 2.1 bis 2.4 wird in Schritt S4 die Kühlleistung für jede Baugruppe 2.1 bis 2.4 einzeln so eingestellt oder verteilt, dass die Gesamtrestlebensdauer aller Baugruppen 2.1 bis 2.4 maximiert wird. Optional kann in Schritt S5 die berechnete unterschiedliche mittlere Restlebensdauer

30 für jede Baugruppe 2.1 bis 2.4 an einen Bildschirm oder eine Schnittstelle ausgegeben werden.

Kann eine Funktion für die Restlebenszeit t_{Rest} in Abhängigkeit der Kühlleistungen der vier Baugruppen 2.1

35 bis 2.4 aufgestellt werden, kann durch die Maximierung

dieser Funktion in Abhängigkeit der Kühlleistungsverteilung eine optimale Kühlleistungsverteilung erzeugt werden.

- 5 Alternativ ist es in dem ersten und zweiten Ausführungsbeispiel auch möglich, als Kenngröße für die Belastung der einzelnen Baugruppen 2.1 bis 2.4 nicht die Restlebenszeit zu verwenden. Eine Alternative wäre z.B. die Betriebszeit eines Bauteils mit der erfahrenen
- 10 Temperatur zu gewichten, z.B. durch Integration des normierten Temperaturverlaufs der Baugruppe über die Betriebszeit. Wird der Temperaturverlauf unterhalb einer vorbestimmten, nicht mehr belastenden Temperatur für die Baugruppe auf 0 gesetzt, kann die Betriebszeit direkt aus
- 15 dem Temperaturverlauf ermittelt werden. Alternativ könnte die Temperatur nur oberhalb einer für die Baugruppe schädigenden und deren Lebenszeit verkürzenden Temperatur berücksichtigt werden oder nur die Maximaltemperatur einer Baugruppe eingehen.

20

Die Erfindung ist nicht auf die hier beschriebenen Ausführungsbeispiele beschränkt. Vielmehr können alle Alternativen vorteilhaft miteinander kombiniert werden.

Ansprüche

1. Elektronische Vorrichtung aufweisend eine Mehrzahl an elektronischen Baugruppen (2.1, 2.2, 2.3, 2.4) und eine
5 Kühlvorrichtung (3, 16) zum Kühlen der elektronischen Baugruppen;
gekennzeichnet durch,
jeweils ein Temperaturerfassungsmittel (10, 11.1, 11.2, 11.3, 11.4) für jede Baugruppe zur individuellen Erfassung
10 einer Temperatur jeder Baugruppe (2.1, 2.2, 2.3, 2.4);
eine Belastungsbestimmungsvorrichtung (12) zur Bestimmung einer Kenngröße für jede Baugruppe (2.1, 2.2, 2.3, 2.4},
die die von einer Baugruppe (2.1, 2.2, 2.3, 2.4) erfahrene Belastung beschreibt, auf der Basis der erfassten
15 Temperatur dieser Baugruppe (2.1, 2.2, 2.3, 2.4);
eine Kühlleistungsverteilungsvorrichtung (6, 17) zur Verteilung einer Kühlleistung der Kühlvorrichtung (3, 16) auf die Baugruppen (2.1, 2.2, 2.3, 2.4); und
eine Steuervorrichtung (7) zur Steuerung der Verteilung
20 mittels der Kühlleistungsverteilungsvorrichtung (6, 17) auf der Basis der bestimmten Kenngrößen der Baugruppen (2.1, 2.2, 2.3, 2.4) .

2. Vorrichtung nach Anspruch 1,
25 **dadurch gekennzeichnet,**
dass die Belastungsbestimmungsvorrichtung (12) geeignet ist, die Kenngröße jeder Baugruppe (2.1, 2.2, 2.3, 2.4) basierend auf dem erfahrenen Temperaturverlauf dieser Baugruppe (2.1, 2.2, 2.3, 2.4) zu bestimmen.

30

3. Vorrichtung nach Anspruch 2,
gekennzeichnet durch,
eine Eingabevorrichtung (19) zum Einlesen von Benutzerinteraktionen verbunden mit der Steuervorrichtung
35 (7), wobei die Steuervorrichtung (7) so ausgebildet ist,

dass der Temperaturverlauf einer der Baugruppen (2.1, 2.2, 2.3, 2.4) in Folge einer bestimmter eingelesenen Benutzerinteraktion gelöscht wird.

- 5 4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Belastungsbestimmungsvorrichtung (12) geeignet ist, die Kenngröße jeder Baugruppe (2.1, 2.2, 2.3, 2.4) in periodischen Abständen erneut zu bestimmen und die
- 10 Steuervorrichtung (7) geeignet ist, die
Kühlleistungsverteilungsvorrichtung (6, 17) so zu steuern,
dass die Kühlleistung auf der Basis der erneut bestimmten Kenngröße der Baugruppen (2.1, 2.2, 2.3, 2.4) auf die Baugruppen (2.1, 2.2, 2.3, 2.4) verteilt wird.

15

5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
dadurch gekennzeichnet:
dass die Kenngröße jeder Baugruppe (2.1, 2.2, 2.3, 2.4) die geschätzte Restlebenszeit dieser Baugruppe (2.1, 2.2, 2.3, 2.4) ist.
- 20

6. Vorrichtung nach Anspruch 5,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Belastungsbestimmungsvorrichtung (12) geeignet ist, die Restlebenszeit jeder Baugruppe (2.1, 2.2, 2.3, 2.4) auf der Basis der eingestellten Kühlleistung dieser Baugruppe (2.1, 2.2, 2.3, 2.4) abzuschätzen.
- 25

7. Vorrichtung nach Anspruch 5 oder 6,
dadurch gekennzeichnet,
- 30) dass die Steuervorrichtung (7) geeignet ist, die
Kühlleistungsverteilungsvorrichtung (6, 17) so zu steuern,
dass die Kühlleistung auf die Baugruppen (2.1, 2.2, 2.3, 2.4) verteilt wird, dass die aus den Restlebenszeiten der

Baugruppen (2.1, 2.2, 2.3, 2.4} bestimmte Restlebenszeit der elektronischen Vorrichtung (1, 15) maximal wird.

8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7,

5 **dadurch gekennzeichnet,**

eine Ausgabevorrichtung (14) zum Ausgeben der Kenngrößen der einzelnen Baugruppen (2.1, 2.2, 2.3, 2.4).

9. Verfahren zum Kühlen einer Mehrzahl an elektronischen

10 Baugruppen {2.1, 2.2, 2.3, 2.4);

gekennzeichnet durch die folgenden Schritte:

- Ermitteln jeweils einer Temperatur jeder Baugruppe (s1, s2} ;

15 - Ermitteln einer Kenngröße für jede Baugruppe (2.1, 2.2, 2.3, 2.4), die die von einer Baugruppe (2.1, 2.2, 2.3, 2.4) erfahrene Belastung beschreibt, auf der Basis der erfassten Temperatur dieser Baugruppe (2.1, 2.2, 2.3, 2.4) (53) ; und

20 - Steuern einer Verteilung einer Kühlleistung auf die Baugruppen (2.1, 2.2, 2.3, 2.4) auf der Basis der bestimmten Kenngrößen der Baugruppen (2.1, 2.2, 2.3, 2.4) (54) .

10. Verfahren nach Anspruch 9,

25 **dadurch gekennzeichnet,**

dass die Kenngröße jeder Baugruppe (2.1, 2.2, 2.3, 2.4) basierend auf dem erfahrenen Temperaturverlauf dieser Baugruppe (2.1, 2.2, 2.3, 2.4) bestimmt wird.

30 11. Verfahren nach Anspruch 9 oder 10,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Kenngröße jeder Baugruppe (2.1, 2.2, 2.3, 2.4) in periodischen Abständen erneut bestimmt wird und die Verteilung der Kühlleistung auf die Baugruppen (2.1, 2.2,

2.3, 2.4) auf der Basis der erneut bestimmten Kenngröße dieser Baugruppe (2.1, 2.2, 2.3, 2.4) gesteuert wird.

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 11,

5 **dadurch gekennzeichnet,**

dass als Kenngröße jeder Baugruppe (2.1, 2.2, 2.3, 2.4) die Restlebenszeit dieser Baugruppe (2.1, 2.2, 2.3, 2.4) geschätzt wird.

10 13. Verfahren nach Anspruch 12,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Restlebenszeit jeder Baugruppe (2.1, 2.2, 2.3, 2.4) unter Berücksichtigung der eingestellten Kühlleistung dieser Baugruppe (2.1, 2.2, 2.3, 2.4) bestimmt wird.

15

14. Verfahren nach Anspruch 12 oder 13,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Kühlleistung für jede Baugruppe (2.1, 2.2, 2.3, 2.4) so gesteuert wird, dass die aus den Restlebenszeiten

20 der Baugruppen (2.1, 2.2, 2.3, 2.4) bestimmte

Restlebenszeit der elektronischen Vorrichtung (1, 15) maximal wird.

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 13,

25 **gekennzeichnet durch,**

Ausgeben der Kenngrößen der einzelnen Baugruppen (2.1, 2.2, 2.3, 2.4) (S5) .

1/3

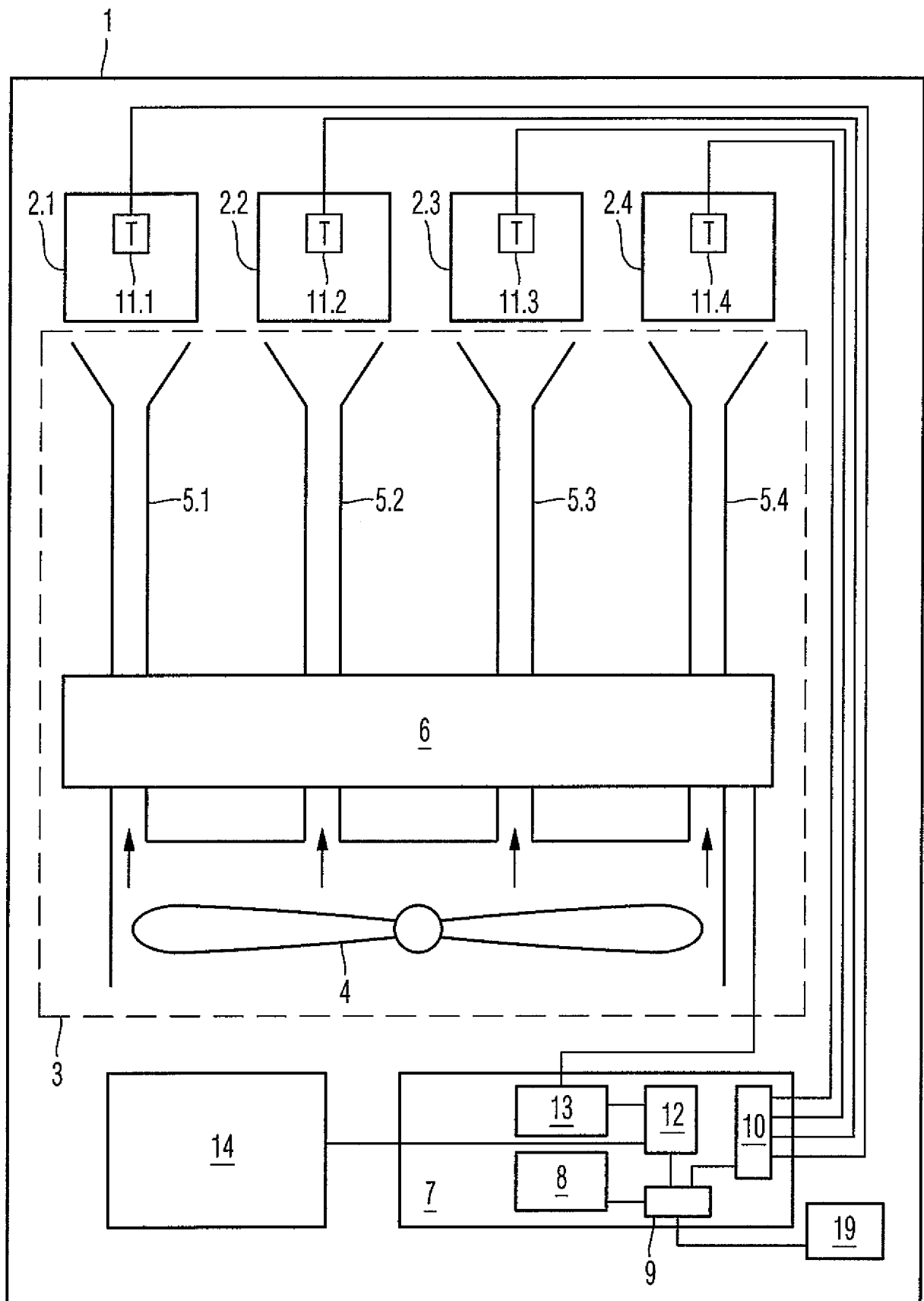


Fig. 1

2/3

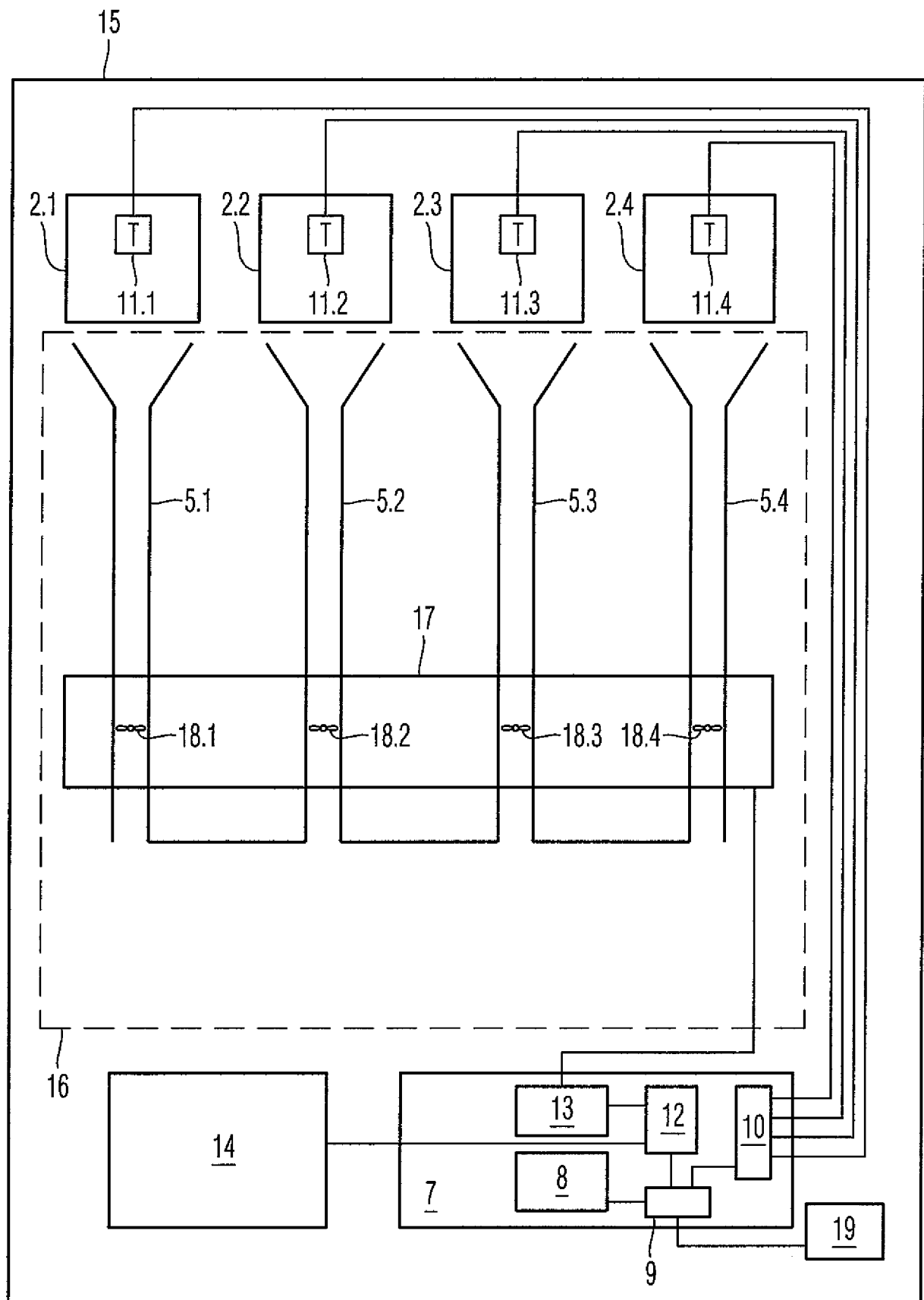


Fig. 2

3/3

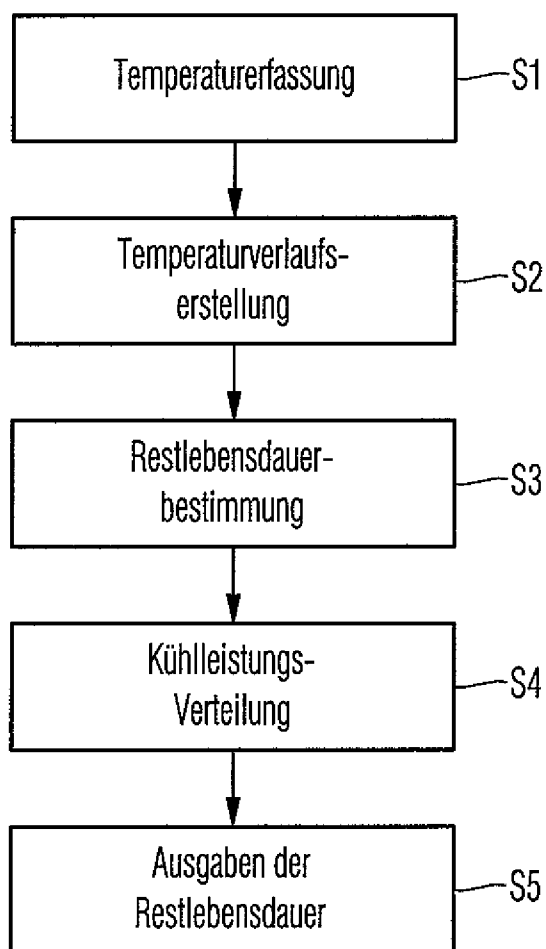


Fig. 3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2011/061342

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. H05K7/20

ADD.

According to International Patent Classification (IPC) onto both national Classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (Classification System followed by Classification Symbols)

H05K

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to Claim No.
X	US 6 330 153 B1 (KETONEN VELI-PEKKA [US] ET AL) 11 December 2001 (2001-12-11) column 6, lines 5-35; figure 6 the whole document -----	1,4-9 , 11-15
X	GB 2 402 816 A (HEWLETT PACKARD DEVELOPMENT CO [US]) 15 December 2004 (2004-12-15) paragraphs [0021] - [0035], [0042]; figures 1-3 -----	1,4-9 , 11-15
X	US 6 826 456 B1 (IRVING GUY B [US] ET AL) 30 November 2004 (2004-11-30) column 3, line 7 - column 8, line 22; figures 1-4 the whole document ----- -/-	1-15



Further documents are listed in the continuation of Box C.



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

29 November 2011

Date of mailing of the international search report

06/12/2011

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Kal uza, Andreas

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2011/061342

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to Claim No.
A	US 6 330 155 B1 (REMSBURG RALPH [US]) 11 December 2001 (2001-12-11) column 4, line 55 - column 6, line 61; figures 2,3 the whole document -----	1-15

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2011/061342

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 6330153	B L	11-12-2001	NONE

GB 2402816	A	15-12-2004	GB 2402816 A 15-12-2004
		JP 2005005704	A 06-01-2005
		US 2004252456	AI 16-12-2004

US 6826456	B L	30-11-2004	NONE

US 6330155	B L	11-12-2001	NONE

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

INV. H05K7/20

ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

H05K

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

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 6 330 153 B1 (KETONEN VELI-PEKKA [US] ET AL) 11. Dezember 2001 (2001-12-11) Spalte 6, Zeilen 5-35; Abbildung 6 das ganze Dokument -----	1,4-9 , 11-15
X	GB 2 402 816 A (HEWLETT PACKARD DEVELOPMENT CO [US]) 15. Dezember 2004 (2004-12-15) Absätze [0021] - [0035], [0042]; Abbildungen 1-3 -----	1,4-9 , 11-15
X	US 6 826 456 B1 (IRVING GUY B [US] ET AL) 30. November 2004 (2004-11-30) Spalte 3, Zeile 7 - Spalte 8, Zeile 22; Abbildungen 1-4 das ganze Dokument ----- -/-	1-15



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



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

29. November 2011

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

06/12/2011

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Kal uza, Andreas

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 6 330 155 B1 (REMSBURG RALPH [US]) 11. Dezember 2001 (2001-12-11) Spalte 4, Zeile 55 - Spalte 6, Zeile 61; Abbildungen 2,3 das ganze Dokument -----	1-15

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2011/061342

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 6330153	BL	11-12-2001	KEINE

GB 2402816	A	15-12-2004	GB 2402816 A 15-12-2004
		JP 2005005704	A 06-01-2005
		US 2004252456	AI 16-12-2004

US 6826456	BL	30-11-2004	KEINE

US 6330155	BL	11-12-2001	KEINE
