



(10) **DE 10 2024 121 678 B3** 2025.11.27

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2024 121 678.6**
(22) Anmeldetag: **30.07.2024**
(43) Offenlegungstag: –
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **27.11.2025**

(51) Int Cl.: **G08B 17/12 (2006.01)**
G08G 1/14 (2006.01)

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:
Danzi-Innovative Sàrl, Bulle, CH

(74) Vertreter:
**Lindemann, Robert, Dipl.-Ing., 65193 Wiesbaden,
DE**

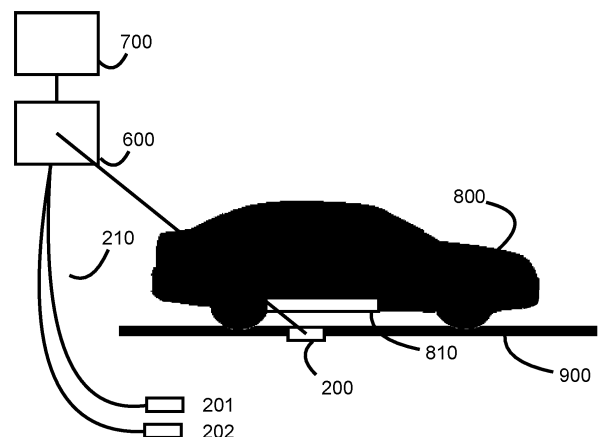
(72) Erfinder:
**Danzi, Frédéric, Bulle, CH; Essig, Aurelien Pierre,
Grandvaux, CH; Simons, Gerd Werner, Zürich, CH**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE	10 2019 128 864	A1
DE	10 2021 105 472	A1
CN	1 17 475 574	A
KR	10 2 672 274	B1

(54) Bezeichnung: **SCHUTZVERFAHREN UND VORRICHTUNG FÜR PARK- UND/ODER LADEPLÄTZE**

(57) Zusammenfassung: Ein Verfahren zum Erkennen von Batteriebränden in Elektro- oder Hybridfahrzeugen umfasst das Aufnehmen von Wärmebildern der Fahrzeugunterseite, um Fahrzeuge mit Verbrennungsmotoren und Elektro- oder Hybridfahrzeuge zu erkennen und um das thermische Profil von Bereichen mit hohen Temperaturen im Zeitverlauf zu verfolgen. Verschiedene Betriebsmodi ermöglichen unter anderem eine energiesparende regelmäßige Überwachung und eine hochpräzise Überwachung bei unregelmäßigen thermischen Profilen.



Beschreibung

GEBIET DER ERFINDUNG

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft Schutzverfahren und Vorrichtungen zur Überwachung von Park- und/oder Ladestellen für Fahrzeuge.

HINTERGRUND

[0002] Moderne Autos, insbesondere Hybrid- und vollelektrische Fahrzeuge, enthalten Batterien, die immer größere Mengen an elektrischer Energie für den Antrieb speichern. Aufgrund der stetig steigenden Energiedichte der Batterien steigt auch das Schadenspotenzial, wenn eine solche Batterie in Brand gerät. Ein sogenannter Batteriebrand ist sehr schwer zu kontrollieren und zu löschen, insbesondere bei den meisten aktuellen Lithium-basierten Batterietypen.

[0003] Wenn eine Batterie trotz aller Vorsichtsmaßnahmen in Brand gerät, ist Wasser das Mittel der Wahl, um das Feuer zu kontrollieren, aber es hilft nicht viel, um die brennende Batterie direkt zu löschen, da Lithium auf Wasser schwimmt und sogar weiter brennt, wenn es damit in Kontakt kommt. Es ist zwar möglich, einen Lithium-Batteriebrand zu löschen, indem man das Auto - und die Batterie - vollständig in Wasser taucht, doch ist dies in mehrstöckigen Parkhäusern oft keine realistische Option. Wasser kann jedoch dennoch helfen, da es umliegende Gegenstände und Oberflächen vor dem Feuer schützt.

[0004] Zum Löschen brennender Lithiumbatterien sind spezielle Feuerlöscher erforderlich. Sogenannte AVD-Feuerlöscher sind mit Gel oder Silikat gefüllt. Die Inhaltsstoffe kühlen oder verhärten sofort und entziehen dem Feuer gleichzeitig den Sauerstoff. Dies ist wichtig, da Batteriebrände immer wieder aufblammen können. Giftige Dämpfe, die ebenfalls bei Batteriebränden entstehen, können eingeschlossen werden, wenn das Gel oder Silikat eine geschlossene Barriere bildet.

[0005] Das Ersticken von Batteriebränden mit Decken, Sand oder anderen Löschmitteln führt nicht zu zufriedenstellenden Ergebnissen, da die thermische Energie aus den chemischen Prozessen abgeführt werden muss, d. h. die chemischen Prozesse müssen gekühlt werden, um das Feuer wirksam zu löschen. Da der für den Verbrennungsprozess erforderliche Sauerstoff bereits chemisch in den Zellen gebunden ist, reicht es nicht aus, die Brandquelle zu bedecken oder zu ersticken.

[0006] Wenn ein Batteriebrand auf offener Straße auftritt, bleibt der Batteriebrand ein lokales Ereignis und beschädigt höchstwahrscheinlich nur das unmittelbare

betreffende Fahrzeug. Die Wahrscheinlichkeit größerer Schäden ist viel höher, wenn ein Batteriebrand in einer öffentlichen oder privaten Garage mit wahrscheinlich Hunderten von nebeneinander geparkten Autos oder an Orten mit brennbaren Materialien in der Nähe auftritt.

[0007] Die meisten Batteriebrände werden durch mechanische Beschädigungen der Batteriezellen verursacht. In den meisten Fahrzeugen sind die relativ schweren Batterien in der Nähe der Fahrzeugunterseite angeordnet, um den Schwerpunkt so niedrig wie möglich zu halten. Dadurch sind die Batterien Beschädigungen ausgesetzt, sofern sie nicht durch geeignete Maßnahmen geschützt sind. Trotz aller Schutzmaßnahmen können jedoch während der Fahrt Steine gegen die Fahrzeugunterseite, wo sich das Batteriepack befindet, geschleudert werden, oder der Unterboden des Fahrzeugs kann beim Befahren von extrem unebenem Gelände verdreht werden, wodurch das im Unterboden angeordnete Batteriepack beschädigt werden kann. Eine solche Beschädigung der Batterie oder ihrer Zusatzsysteme wie Kühlung und Heizung muss nicht unbedingt sofort einen Brand auslösen; vielmehr kann sich der Zustand der beschädigten Batterie langsam verschlechtern und so dass sie schließlich zu brennen beginnt, wenn die erforderlichen Bedingungen zusammenkommen. Weitere Ursachen für Batteriebrände sind thermische Instabilität aufgrund von Überladung oder Fehlfunktionen des Batteriemanagementsystems.

[0008] Wie jede andere Primärzelle oder Batterie hat auch eine wiederaufladbare Batterie zwei Volumina, eines auf der Anodenseite und eines auf der Kathodenseite. Die Ladungsträger - in diesem Fall die Lithiumionen - fließen zwischen diesen beiden Volumina hin und her, je nachdem, ob die Batterie entladen oder geladen wird. Um sicherzustellen, dass dies kontrolliert geschieht, ist zwischen den Volumina ein sogenannter Separator, eine halbdurchlässige Trennwand, angeordnet. Halbdurchlässig bedeutet, dass nur die Ladungsträger in der Batterie - also die Lithium-Ionen - den Separator durchdringen können, und zwar nur langsam und in kontrollierten Mengen.

[0009] Wenn der Separator beschädigt ist - sei es durch übermäßige Hitze, mechanische Durchdringung oder einfach durch einen Produktionsfehler - wird diese Trennwand für die Lithiumionen durchlässiger, als sie sein sollte. Mit anderen Worten: Es kommt zu einem Kurzschluss. Dies führt dazu, dass die Lithiumionen sehr schnell zwischen den beiden Volumina der Batterie wandern und chemische Reaktionen sehr schnell ablaufen, wodurch in kurzer Zeit viel Energie freigesetzt wird, die nicht schnell genug aus der Batterie abgeleitet und abgeführt werden kann. Dies führt zu einer Kettenreaktion: Ers-

tens, je heißer die Batterie wird, desto wahrscheinlicher ist es, dass der Separator versagt, und zweitens, je schneller die Reaktionen ablaufen, desto höher steigt die Temperatur. Im Verlauf eines thermischen Durchgehens einer Batterie können leicht Temperaturen von über 1.000 °C auftreten, die viele andere Materialien, die in modernen Fahrzeugen zu finden sind, entzünden und schließlich das gesamte Fahrzeug verbrennen.

[0010] Derzeit sind Parkplätze mit einer Reihe von Brandmelde- und Löschanlagen ausgestattet, die größtenteils für „konventionelle“ Fahrzeugbrände ausgelegt sind. Diese Anlagen umfassen Rauchmelder, Wärmemelder, Kohlenmonoxidmelder (CO-Melder), Wärmebildkameras und Sprinkleranlagen.

[0011] Rauchmelder sind die gängigsten Geräte und erkennen das Vorhandensein von Rauch in der Luft, was auf den Ausbruch eines Feuers hindeuten kann. Sie werden häufig in Tiefgaragen eingesetzt, wo die Belüftung begrenzt ist.

[0012] Wärmemelder werden verwendet, um einen raschen Anstieg der Lufttemperatur im Falle eines Brandes zu erkennen. Diese Melder können besser geeignet sein für Umgebungen, in denen Staub und Abgase die Wirksamkeit von Rauchmeldern beeinträchtigen könnten.

[0013] CO-Melder können als Frühwarnsystem für einen beginnenden Brand dienen, insbesondere in geschlossenen Parkhäusern, in denen Fahrzeuge häufig in Bewegung sind, da CO ein Nebenprodukt der Verbrennung ist.

[0014] Sprinkleranlagen sind zwar nicht für die Brandmeldung geeignet, können jedoch einen Brand kontrollieren und oft löschen, bevor die Feuerwehr eintrifft, insbesondere in geschlossenen Bereichen wie Tiefgaragen.

[0015] Wärmebildkameras können abnormale Temperaturschwankungen erkennen und sind nützlich für die Überwachung großer Bereiche, wie z. B. offene Parkplätze oder mehrstöckige Parkhäuser. Derzeitige Installationen beobachten Fahrzeuge jedoch nur von der Seite oder von oben, was ihre Fähigkeit zur Erkennung von Bränden, die an der Unterseite eines Fahrzeugs entstehen, einschränkt. So ist bspw. aus der CN 1 17 475 574 A ein Brandmeldesystem bekannt, bei dem eine Infrarotkamera das Chassis eines Fahrzeugs bei der Einfahrt erfasst, und das zusätzlich einen Rauchmelder für jeden Parkplatz umfasst. Aus der KR 10 2 672 274 B1 ist ein weiteres Brandmeldesystem bekannt, bei dem eine Kamera einen Bereich überwacht, welcher mit Ladestationen für Elektrofahrzeuge ausgestattet ist, und eine weitere Kamera an jeder Ladestation ein jeweils dort abgestelltes Fahrzeug überwacht.

[0016] Die DE 10 2021 105 472 A1 offenbart eine Vorrichtung zum Laden einer in einem Fahrzeug befindlichen elektrischen Energiespeichereinrichtung, die das Laden unterbricht, wenn in einem benachbart abgestellten Fahrzeug ein thermisches Durchgehen einer elektrischen Energiespeichereinrichtung erkannt wird.

[0017] Schließlich offenbart die DE 10 2019 128 864 A1 ein Parkraumbewirtschaftungssystem, welches im Boden eines jeweiligen Parkplatzes einen Temperatursensor aufweist und einen Temperaturverlauf mittels einer Auswerteeinheit auswertet.

[0018] Es besteht ein Bedarf an einem Verfahren und einem System, das eine verbesserte Erkennung von Batteriebränden in Elektro- oder Hybridfahrzeugen ermöglicht.

BESCHREIBUNG DER ERFINDUNG

[0019] Dieser Bedarf wird durch das Verfahren nach Anspruch 1 und das System nach Anspruch 9 erfüllt. Vorteilhafte Ausführungsformen und Weiterentwicklungen des Verfahrens und des Systems sind in den jeweiligen abhängigen Ansprüchen angegeben. Ein Computerprogrammprodukt und ein computerlesbares Medium oder Datenträger sind in den Ansprüchen 11 bzw. 12 angegeben.

[0020] Gemäß einem ersten Aspekt der vorliegenden Erfindung umfasst ein Verfahren zum Erkennen von Batteriebränden eines Elektro- oder Hybridfahrzeugs (EV) auf einem Parkplatz einen ersten und einen zweiten Betriebsmodus. Im ersten Betriebsmodus wird eine Erkennung durchgeführt, um festzustellen, ob sich der Belegungsstatus des Parkplatzes von leer zu belegt ändert, d. h. ob ein Fahrzeug auf dem zuvor leeren Parkplatz geparkt wird. Im positiven Fall wird ein entsprechendes Signal erzeugt. Der erste Betriebsmodus kann ferner das Erkennen einer andauernden Belegung des Parkplatzes, d. h. dass das Fahrzeug noch vorhanden ist, und das Erkennen, dass der Parkplatz geräumt wird, d. h. dass das zuvor geparkte Fahrzeug den Parkplatz verlassen hat, umfassen. Das Signal wird als Auslöser für den Eintritt in den zweiten Betriebsmodus verwendet. Es ist zu beachten, dass in dieser Beschreibung die Abkürzung EV sowohl für vollelektrische Fahrzeuge als auch für Hybridfahrzeuge verwendet wird, sofern nicht ausdrücklich anders angegeben oder aus dem jeweiligen Kontext ersichtlich.

[0021] Der zweite Betriebsmodus, der nach Empfang des Signals, das anzeigt, dass sich der Belegungsstatus des Parkplatzes von leer zu belegt geändert hat, aufgerufen wird, umfasst die Durchführung einer oder mehrerer Scans eines ersten Typs über eine thermische Sensoranordnung über ein ers-

tes Sichtfeld, um ein entsprechendes Wärmebild eines ersten Typs zu erhalten. Die thermische Sensoranordnung kann jede Art von Sensor umfassen, der Temperaturen erfassen kann, einschließlich einer Kamera, die ein Wärmebild erfassen kann, das das erste Sichtfeld abdeckt, oder eines Sensors, der das erste Sichtfeld scannt, um ein vollständiges Wärmebild zu erhalten. Das erste Sichtfeld kann durch einen vom Sensor erfassten Raumwinkel charakterisiert sein und eine rechteckige oder andere Form haben. Das erste Sichtfeld ist zweckmäßigerweise vom Boden des Parkplatzes nach oben gerichtet, d. h. auf die Unterseite eines auf dem Parkplatz geparkten Fahrzeugs. Das erhaltene Wärmebild vom ersten Typ wird dann ausgewertet, um darin zusammenhängende Pixelcluster mit hoher Temperatur zu identifizieren. Auf der Grundlage des Scans vom ersten Typ bestimmt das Verfahren, ob es sich bei dem geparkten Fahrzeug um ein Elektrofahrzeug handelt. Die Bestimmung kann das Erfassen mehrerer Wärmebilder im Laufe der Zeit und das Analysieren der Verteilung oder der Veränderungen der Pixelcluster mit hoher Temperatur umfassen. Eine schnelle Abkühlung, d. h. eine schnelle Verringerung der Anzahl zusammenhängender Pixel mit hoher Temperatur in den Clustern, ist ein starkes Indiz dafür, dass das Fahrzeug mit einem Verbrennungsmotor ausgestattet ist, während eine langsamere Verringerung und/oder eine gleichmäßige Abnahme der Temperatur in dem zusammenhängenden Cluster ein starkes Indiz dafür ist, dass es sich bei dem Fahrzeug um ein Elektrofahrzeug handelt. Ebenso kann die Verteilung der zusammenhängenden Hochtemperaturpixel auf das Vorhandensein eines Verbrennungsmotors hinweisen, z. B. wenn sich ein schmaler Cluster von Hochtemperaturpixeln über einen längeren Abschnitt des Fahrzeugs erstreckt, kann dies als Auspuffrohr interpretiert werden.

[0022] Wenn das geparkte Fahrzeug kein Elektrofahrzeug ist, d. h. wenn der Bestimmungsschritt ein negatives Ergebnis liefert, kann das Verfahren zum ersten Betriebsmodus zurückkehren und in diesem Modus verbleiben, bis ein neues Signal empfangen wird, das anzeigt, dass der Parkplatz verlassen und neu belegt wurde.

[0023] Wenn das geparkte Fahrzeug ein Elektrofahrzeug ist, d. h. wenn der Bestimmungsschritt ein positives Ergebnis liefert, wird aus dem zweiten Betriebsmodus in einen dritten Modus gewechselt, in dem das Verfahren die Identifizierung eines Bereichs innerhalb des ersten Sichtfelds des Wärmebildes zur anschließenden Überwachung umfasst. In einer oder mehreren Ausführungsformen umfasst das Identifizieren eines Bereichs innerhalb des ersten Sichtfelds des erhaltenen Wärmebildes für die anschließende Überwachung das Identifizieren eines zusammenhängenden Clusters von Pixeln mit hoher Temperatur in dem erhaltenen Wärmebild,

das die höchste Temperatur aufweist. Die anschließende Überwachung umfasst das Durchführen von Scans der zweiten Art in ersten Zeitintervallen über ein zweites Sichtfeld, das den identifizierten Bereich umfasst, solange die Temperatur des identifizierten Bereichs nicht ansteigt, solange die Temperatur im zweiten Sichtfeld außerhalb des identifizierten Bereichs nicht um einen vorbestimmten ersten Wert höher ist als die Umgebungstemperatur und solange der Parkplatz belegt bleibt. Der Ausdruck „Zeitintervall“ kann Zeitintervalle variabler Länge umfassen, deren Länge je nach Anforderungen und/oder Umgebungsbedingungen anpassbar ist. Das zweite Sichtfeld, das kleiner ist als das erste Sichtfeld, kann wie das erste Sichtfeld durch einen vom Sensor erfassten Raumwinkel charakterisiert sein und eine rechteckige oder andere Form haben. Die Umgebungstemperatur kann von einem entsprechenden Sensor bereitgestellt werden, der Teil eines Systems sein kann, das das Verfahren implementiert, oder von einem separaten Sensor, der außerhalb des Systems liegt. Es ist auch denkbar, eine Umgebungstemperatur unter Verwendung der thermische Sensoranordnung des Systems zu bestimmen, das das Verfahren implementiert, z. B. durch Scans, die durchgeführt werden, wenn ein Parkplatz nicht belegt ist. Die letztgenannte Ausführungsform, die insbesondere für Parkplätze in Gebäuden geeignet oder nützlich sein kann, nutzt die Tatsache, dass sich die Umgebungstemperatur normalerweise nicht schnell im Laufe der Zeit ändert.

[0024] Das Verfahren umfasst ferner einen vierten Betriebsmodus, der aus dem dritten Betriebsmodus heraus aufgerufen wird, wenn die Temperatur des identifizierten Bereichs ansteigt oder wenn die Temperatur im zweiten Sichtfeld außerhalb des identifizierten Bereichs die Umgebungstemperatur um mehr als den vorbestimmten ersten Wert überschreitet, solange der Parkplatz belegt bleibt. Der vierte Betriebsmodus umfasst die Durchführung von Scans eines dritten Typs, die mindestens den identifizierten Bereich umfassen, in zweiten Zeitintervallen, die kürzer sind als die ersten Zeitintervalle, die zuvor bei der Durchführung von Scans des zweiten Typs verwendet wurden, solange eine Temperatur in einem beliebigen Bereich des von den Scans des dritten Typs erfassten Bereichs ansteigt oder innerhalb einer vorbestimmten ersten Anzahl aufeinanderfolgender Scans des dritten Typs oder innerhalb eines vorbestimmten ersten Zeitraums nicht abfällt und solange der Parkplatz belegt bleibt.

[0025] Wenn im vierten Betriebsmodus die Temperatur in einem beliebigen Bereich des von den Scans der dritten Art erfassten Bereichs innerhalb einer vorbestimmten zweiten Anzahl aufeinanderfolgender Scans der dritten Art oder innerhalb eines vorbestimmten zweiten Zeitraums um einen vorbestimmten zweiten Wert oder mehr ansteigt, wird ein erstes

Alarmsignal ausgegeben. Das Alarmsignal kann an verschiedene Empfänger ausgegeben werden, darunter einen Facility Manager oder die Feuerwehr.

[0026] Wenn im vierten Betriebsmodus die Temperatur in einem beliebigen Bereich des von den Scans des dritten Typs erfassten Bereichs innerhalb der vorbestimmten ersten Anzahl aufeinanderfolgender Scans des dritten Typs oder innerhalb des vorbestimmten ersten Zeitraums sinkt, solange der Parkplatz belegt bleibt, wird der vierte Betriebsmodus verlassen und zum dritten Betriebsmodus zurückgekehrt. Dies kann ferner das Ausgeben eines Signals zum Beenden eines zuvor ausgelösten Alarms umfassen.

[0027] Es ist zu beachten, dass das erste und zweite Zeitintervall adaptiv aus Bereichen ausgewählt werden können und dass sich der Bereich, aus dem die jeweils verwendeten oder angewandten ersten Zeitintervalle ausgewählt werden, mit dem Bereich überschneiden kann, aus dem die jeweils verwendeten oder angewandten zweiten Zeitintervalle ausgewählt werden. Im Rahmen dieser Erfindung besteht die einzige Bedingung hinsichtlich des jeweiligen ersten und zweiten Zeitintervalls darin, dass die zweiten Zeitintervalle kürzer sind als die ersten Zeitintervalle.

[0028] Die Änderung des Belegungsstatus des Parkplatzes von leer zu belegt und/oder die andauernde Belegung des Parkplatzes, d. h. die fortgesetzte - und ununterbrochene - Anwesenheit des Fahrzeugs auf dem Parkplatz, kann durch ein Signal angezeigt werden, das von einem unabhängigen Parküberwachungssystem oder einem entsprechenden Sensor eines Systems, das das Verfahren implementiert, empfangen wird, oder durch das Fehlen eines solchen Signals. Insbesondere kann ein Signal, das die andauernde Belegung des Parkplatzes anzeigt, zusätzlich oder alternativ durch einen Prozess erzeugt werden, der die Scans des ersten, zweiten, dritten und vierten Typs im jeweiligen Betriebsmodus auswertet. In jedem der Scans oder vielmehr in einer Folge aufeinanderfolgender Scans kann eine plötzliche Änderung, höchstwahrscheinlich ein Abfall, der Temperatur in dem zur Überwachung identifizierten Bereich um einen vorbestimmten dritten Wert darauf hinweisen, dass der Parkplatz verlassen wurde.

[0029] In einer oder mehreren Ausführungsformen des Verfahrens zum Bestimmen, ob das geparkte Fahrzeug ein Elektrofahrzeug ist, umfasst das Verfahren das Identifizieren und Auswerten einer Position eines oder mehrerer zusammenhängender Hochtemperatur-Pixelcluster innerhalb des ersten Sichtfeldes des erhaltenen Wärmebildes. Die Auswertung kann die Berücksichtigung der Tatsache umfassen, dass sich die Batterien von Elektrofahrzeugen, die wärmer sind als die meisten anderen

Bereiche der Unterseite des Elektrofahrzeugs, typischerweise in einem zentralen Teil des Fahrgestells des Elektrofahrzeugs befinden, während Verbrennungsmotoren, die wärmer sind als die meisten anderen Bereiche der Unterseite des Verbrennungsmotorfahrzeugs, typischerweise im vorderen Bereich angeordnet sind. Zusätzlich kann zur Erhöhung der Zuverlässigkeit der Bestimmung oder einfach als alternative Lösung die Temperaturänderung benachbarter Pixelcluster über eine Anzahl aufeinanderfolgender Scans des ersten Typs oder über einen vorbestimmten dritten Zeitraum ausgewertet werden. Die Temperaturprofile von sich abkühlenden Verbrennungsmotoren und EV-Batterien unterscheiden sich erheblich, z. B. in den Anfangstemperaturen nach dem Gebrauch, was für diesen Zweck genutzt werden kann. Wie weiter oben erwähnt, kann auch die Form zusammenhängender Pixelcluster mit hoher Temperatur zur Bestimmung des Vorhandenseins eines Elektrofahrzeugs verwendet werden. Heiße Auspuffrohre von Verbrennungsmotoren sind in der Regel schmal und länglich, während Batterien in der Regel einen breiteren zusammenhängenden Bereich abdecken. Als weitere Ergänzung oder Alternative kann die Bestimmung des Empfangens eines Signals umfassen, das anzeigt, dass eine mit dem Parkplatz verbundene Ladevorrichtung aktiviert ist. Diese letztere Alternative ermöglicht die Identifizierung von Hybridfahrzeugen, die mit dem Verbrennungsmotor gefahren wurden und nun während des Parkens aufgeladen werden. Da Batteriebrände während des Ladevorgangs entstehen können, erhöht dies die Zuverlässigkeit des Verfahrens und des Systems, das das Verfahren implementiert, weiter.

[0030] In einer oder mehreren Ausführungsformen des Verfahrens umfasst das Identifizieren eines Bereichs innerhalb des ersten Sichtfeldes des erhaltenen Wärmebildes für die anschließende Überwachung das Identifizieren eines zusammenhängenden Clusters von Pixeln mit hoher Temperatur in dem erhaltenen Wärmebild, das die höchste Temperatur aufweist.

[0031] In einer oder mehreren Ausführungsformen umfasst das Verfahren, während es sich im dritten Betriebsmodus befindet, das Verkürzen der zweiten Zeitintervalle mit steigender Temperatur des identifizierten Bereichs.

[0032] In einer oder mehreren Ausführungsformen umfasst das Verfahren, während es sich im vierten Betriebsmodus befindet, das Ausgeben eines zweiten Alarmsignals, wenn eine Temperatur in einem beliebigen Bereich des durch die Scans des dritten Typs erfassten Bereichs um einen vorbestimmten dritten Wert oder mehr innerhalb einer vorbestimmten dritten Anzahl aufeinanderfolgender Scans des dritten Typs oder innerhalb einer vorbestimmten drit-

ten Zeitspanne nach dem Ausgeben des ersten Alarmsignals ansteigt.

[0033] In einer oder mehreren Ausführungsformen umfasst das Verfahren das Öffnen einer Blende, die mindestens die thermische Sensoranordnung und eine zugehörige optische Anordnung abdeckt, beim Eintritt in den zweiten Betriebsmodus und das Schließen der Blende beim Zurückkehren in den ersten Betriebsmodus.

[0034] In einer oder mehreren Ausführungsformen umfasst das Verfahren das Ausführen eines Reinigungsprozesses für die thermische Sensoranordnung und/oder die zugehörige optische Anordnung in vorbestimmten dritten Zeitintervallen und/oder wenn Unterschiede zwischen einem für einen unbesetzten Parkplatz erfassten Wärmebild und einem Referenzbild jeweilige vorbestimmte Schwellenwerte überschreiten.

[0035] Gemäß einem zweiten Aspekt der Erfindung wird ein System zum Erkennen von Batteriebränden in Elektro- oder Hybridfahrzeugen (EV) auf Parkplätzen vorgestellt. Das System umfasst eine Stromversorgung, einen Fahrzeugpräsenzsensoren, eine thermische Sensoranordnung und ein zugehöriges Linsensystem und kann ferner einen Temperatursensoren und/oder einen Feuchtigkeitssensoren umfassen. Das System umfasst außerdem eine Steuereinheit, mit einem oder mehreren Mikroprozessoren oder entsprechenden Logikschaltungen und zugehörigem flüchtige und nichtflüchtigem Speicher sowie einer Kommunikationsschnittstelle, die drahtgebunden oder drahtlos sein kann. Der nichtflüchtige Speicher speichert Computerprogrammbefehle, die, wenn sie von dem einen oder den mehreren Mikroprozessoren der Steuereinheit ausgeführt werden, das System dazu einrichten, Ausführungsformen des Verfahrens gemäß dem ersten Aspekt der Erfindung auszuführen.

[0036] Die zuvor beschriebenen Verfahren können durch Computerprogrammbefehle dargestellt werden. Gemäß einem weiteren Aspekt der Erfindung umfasst ein Computerprogrammprodukt daher Computerprogrammbefehle, die, wenn sie von einem Mikroprozessor oder entsprechenden Logikschaltungen einer Steuereinheit eines Systems gemäß dem zweiten Aspekt der Erfindung ausgeführt werden, den Mikroprozessor veranlassen, Ausführungsformen des Verfahrens gemäß dem ersten Aspekt der Erfindung auszuführen und entsprechend die Hardwarekomponenten des Systems zu steuern.

[0037] Computerprogrammbefehle oder Code zur Durchführung von Operationen für Ausführungsformen können eine beliebige Anzahl von Zeilen umfassen und in einer beliebigen Kombination aus einer oder mehreren Programmiersprachen geschrieben

sein, einschließlich einer objektorientierten Programmiersprache wie Python, Ruby, Java, Smalltalk, C++ oder dergleichen, und herkömmlichen prozeduralen Programmiersprachen wie der Programmiersprache „C“ oder dergleichen und/oder Maschinensprachen wie Assemblersprachen. Der Code kann vollständig auf dem Computer des Benutzers, teilweise auf dem Computer des Benutzers als eigenständiges Softwarepaket, teilweise auf dem Computer des Benutzers und teilweise auf einem Remote-Computer oder vollständig auf dem Remote-Computer oder Server ausgeführt werden. Im letzteren Fall kann der Remote-Computer über eine beliebige Art von Netzwerk, einschließlich eines lokalen Netzwerks (LAN), eines drahtlosen LAN (WLAN) oder eines Weitverkehrsnetzwerks (WAN), mit dem Computer des Benutzers verbunden sein, oder die Verbindung kann beispielsweise über das Internet unter Verwendung eines Internetdienstanbieters (ISP) zu einem externen Computer hergestellt werden.

[0038] Die Computerprogrammbefehle können auf einem computerlesbaren Medium oder Datenträger abrufbar gespeichert oder übertragen werden. Das Medium oder der Datenträger kann materiell oder physisch verkörpert sein, z. B. in Form einer Festplatte, einer Solid-State-Disk, eines Flash-Speichergeräts, eines EPROM oder EEPROM oder dergleichen. Das Medium oder der Datenträger kann jedoch auch ein moduliertes elektromagnetisches, elektrisches oder optisches Signal umfassen, das vom Computer über eine entsprechende Kommunikationsschnittstelle empfangen und an einen Speicher des Computers übertragen und dort gespeichert wird.

[0039] Die beschriebenen Merkmale, Strukturen oder Eigenschaften der Ausführungsformen können in beliebiger geeigneter Weise kombiniert werden. In dieser Beschreibung werden zahlreiche spezifische Details angegeben, wie beispielsweise Beispiele für Programmierung, Softwaremodule, Benutzerauswahlen, Netzwerktransaktionen, Datenbankabfragen, Datenbankstrukturen, Hardwaremodule, Hardwareanordnungen, Hardwarechips usw., um ein umfassendes Verständnis der Ausführungsformen zu vermitteln. Ein Fachmann auf dem betreffenden Gebiet wird jedoch erkennen, dass Ausführungsformen ohne eines oder mehrere der spezifischen Details oder mit anderen Verfahren, Komponenten, Materialien usw. realisiert werden können. In anderen Fällen werden bekannte Strukturen, Materialien oder Vorgänge nicht im Detail gezeigt oder beschrieben, um Aspekte einer Ausführungsform nicht zu verschleiern. Verweise in dieser Beschreibung auf „eine Ausführungsform“ oder ähnliche Formulierungen bedeuten, dass ein bestimmtes Merkmal, eine bestimmte Struktur oder eine bestimmte Eigenschaft, die in Verbindung mit der Ausführungsform beschrieben wird, in mindestens einer Ausführungs-

form enthalten ist. Daher können sich der Ausdruck „in einer Ausführungsform“ und ähnliche Formulierungen in dieser Beschreibung auf dieselbe Ausführungsform beziehen, müssen dies aber nicht, sondern können bedeuten „eine oder mehrere, aber nicht alle Ausführungsformen“, sofern nicht ausdrücklich anders angegeben. Die Begriffe „einschließlich“, „umfassend“, „mit“ und Variationen davon bedeuten „einschließlich, aber nicht beschränkt auf“, sofern nicht ausdrücklich anders angegeben. Eine Aufzählung von Elementen bedeutet nicht, dass sich einige oder alle Elemente gegenseitig ausschließen, sofern nicht ausdrücklich anders angegeben. Die Begriffe „ein“, „eine“ und „das“ beziehen sich ebenfalls auf „eines oder mehrere“, sofern nicht ausdrücklich anders angegeben. Eine nummerierte Aufzählung von Gegenständen bedeutet nicht, dass sich einige oder alle Gegenstände gegenseitig ausschließen, sofern nicht ausdrücklich etwas anderes angegeben ist. Die Begriffe „ein“ und „die“ beziehen sich auch auf „einen oder mehrere“, sofern nicht ausdrücklich anders angegeben.

[0040] Wenn Aspekte der Ausführungsformen in dieser Beschreibung unter Bezugnahme auf schematische Flussdiagramme und/oder schematische Blockdiagramme von Verfahren, Vorrichtungen, Systemen und Programmprodukten gemäß Ausführungsformen beschrieben werden, versteht es sich, dass jeder Block der schematischen Flussdiagramme und/oder schematischen Blockdiagramme und Kombinationen von Blöcken in den schematischen Flussdiagrammen und/oder schematischen Blockdiagrammen durch Code implementiert werden können. Dieser Code kann einem Prozessor eines Allzweckcomputers, eines Spezialcomputers oder einer anderen programmierbaren Datenverarbeitungsvorrichtung zur Verfügung gestellt werden, um eine Vorrichtung zu erzeugen, so dass die Befehle, die über den Prozessor des Computers oder einer anderen programmierbaren Datenverarbeitungsvorrichtung ausgeführt werden, Mittel zur Implementierung der in den Flussdiagrammen und/oder Blockdiagrammen angegebenen Funktionen/Aktionen schaffen.

[0041] Es sei darauf hingewiesen, dass in einigen Implementierungen oder Ausführungsformen die in den in den Figuren gezeigten beispielhaften Ausführungsformen angegebenen Funktionen in einer anderen Reihenfolge als in den Figuren gezeigt auftreten können. Beispielsweise können zwei aufeinanderfolgend dargestellte Blöcke tatsächlich im Wesentlichen gleichzeitig ausgeführt werden, oder die Blöcke können manchmal in umgekehrter Reihenfolge ausgeführt werden, je nach der bezogenen Funktionalität. Es können andere Schritte und Verfahren konzipiert werden, die in ihrer Funktion, Logik oder Wirkung einem oder mehreren Blöcken

oder Teilen davon, die in den Abbildungen gezeigt sind, entsprechen.

[0042] Die vorliegende Erfindung verringert das Risiko eines Brandes und die erheblichen Schäden, die durch ein brennendes Elektrofahrzeug auf einem Parkplatz verursacht werden, einschließlich Geschäftsausfällen aufgrund der Schließung von Gebäuden, Schäden an Gebäudefundamenten und im schlimmsten Fall sogar Todesfällen. Insbesondere können das Verfahren und das System gemäß der Erfindung abnormale Temperaturanstiege schneller und früher als herkömmliche Lösungen erkennen. Der Sensor und das Verfahren sind in der Lage, abnormale Temperaturanstiege in allen Arten von Elektrofahrzeugen, einschließlich Hybrid-Elektrofahrzeugen, schnell zu erkennen und wahrzunehmen.

[0043] Es ist offensichtlich, dass das System auch in batteriebetriebenen Zügen, Booten oder Flugzeugen eingesetzt werden kann.

[0044] Feldtests haben gezeigt, dass ein Batterieüberhitzung, die zu einem Brand führt, mindestens 3 Minuten vor dem tatsächlichen Batteriebrand und etwa 10 Minuten früher als durch einen Rauchmelder erkannt werden kann.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNG

[0045] Im folgenden Abschnitt werden Ausführungsformen der Erfindung unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen beschrieben. In der Zeichnung zeigt

Abb. 1 ein beispielhaftes System gemäß der Erfindung, das an einem Parkplatz für ein Auto installiert ist,

Abb. 2 ein schematisches Blockdiagramm eines beispielhaften Sensorsystems,

Abb. 3 ein beispielhaftes Flussdiagramm eines typischen Erkennungsprozesses gemäß der vorliegenden Erfindung,

Abb. 4 einen optionalen Teilprozess zur Linsenreinigung, der durch einen Watchdog-Timer gesteuert wird,

Abb. 5 eine Schnittdarstellung eines geparkten Autos über einem thermischen Überhitzungssensor gemäß der Erfindung,

Abb. 6 eine typische Kurve der Batterietemperatur, wenn während des Ladevorgangs eine Fehlfunktion auftritt, und

Abb. 7 ein beispielhaftes Blockdiagramm einer Vorrichtung, die zur Umsetzung von Ausführungsformen des Verfahrens gemäß der Erfindung eingerichtet ist.

[0046] In den Abbildungen können identische Bezugszeichen für identische oder ähnliche Elemente oder Merkmale verwendet sein.

DETAILLIERTE BESCHREIBUNG DER AUSFÜHRUNGSFORMEN

[0047] **Abb. 1** zeigt ein beispielhaftes System gemäß der Erfindung, das an einem Parkplatz für ein Auto installiert ist. Alle anderen Parkplätze können ähnlich ausgestattet sein. Ein Sensorsystem 200 ist in den Boden 900 integriert. Das Sensorsystem 200 ist mit einer Zentraleinheit 600 verbunden. Ebenso sind weitere Sensorsysteme 201, 202 mit dieser Zentraleinheit 600 verbunden, eines für jeden Parkplatz. Die Zentraleinheit 600 kann mit den Sensorsystemen 200, 201, 202 verbunden und für die Übertragung eines Alarms über das Kommunikationsgerät 700 eingerichtet sein. Alternativ kann die Zentraleinheit 600 einen Teil der Verarbeitung der Sensordaten, d. h. der Wärmebilder, zur Bewertung eines Ereignisses des thermischen Durchgehens der Batterie 810 eines auf dem Parkplatz geparkten Elektrofahrzeugs 800 durchführen. Die Zentraleinheit 600 kann auch dazu eingerichtet sein, die Erkennung eines auf dem Parkplatz abgestellten Autos zu verwalten, z. B. wenn die Sensorsysteme 200, 201, 202 sowohl als thermische Sensoranordnung als auch als Sensor für die Anwesenheit von Autos verwendet werden. Die Zentraleinheit 600 oder das Sensorsystem 200 kann ferner für die Kommunikation mit einer dem Parkplatz zugeordneten Ladevorrichtung (in der Abbildung nicht dargestellt) oder mit einem Sicherheitsschalter eingerichtet sein, der zum selektiven Unterbrechen einer Stromversorgung der Ladevorrichtung (in der Abbildung nicht dargestellt) gekoppelt ist. Die Verbindung 210 zwischen den Sensorsystemen kann drahtgebunden oder drahtlos sein. Drahtlose Verbindungen können jedes Übertragungssystem mit geringer Leistung umfassen, wie Bluetooth LE, LORA-WAN usw. Im Falle einer drahtlosen Übertragung kann das Sensorsystem 200 entweder durch ein Batteriesystem und/oder ein Energy-Harvesting-System selbst versorgt oder über Kabel mit Strom versorgt werden.

[0048] **Abb. 2** zeigt ein schematisches Blockdiagramm eines beispielhaften Sensorsystems 200. Die lokale Batterie 250 versorgt das gesamte Sensorsystem 200 mit Energie. Die Batterie 250 kann vom Primär- oder Sekundärtyp sein. Im Falle einer Sekundärbatterie kann eine Energiegewinnungsschaltung zum Laden der Batterie 250 vorgesehen sein. Verschiedene Arten von Energiegewinnungsschaltungen sind allgemein bekannt und können unter anderem eine Photovoltaikzelle oder ein elektromagnetisches System umfassen, das Energie aus dem elektromagnetischen Feld der nahegelegenen Ladeströme aufnimmt. Ebenso sind thermische Generatoren denkbar, die eine Temperaturdifferenz

zur Erzeugung elektrischer Energie nutzen. Ein Energiemanagementsystem 220, das von einer Steuereinheit 300 gesteuert wird, regelt die Energieversorgung der verschiedenen Systemkomponenten. Je nach Art der Steuerung kann das Energiemanagement 220 in die Steuereinheit 300 integriert sein. Es ist ein Fahrzeugpräsenzsensoren 400 vorgesehen, der optischer, thermischer, Radar-, Lidar- oder von jeder anderen geeigneten Art sein kann. Der Fahrzeugpräsenzsensoren 400 kann im Allgemeinen von herkömmlicher Bauart und Art sein, wie sie bereits für bestehende Parksysteeme verwendet wird. Andere Alternativen wie eine Induktionsschleife oder kapazitive Systeme sind nicht ausgeschlossen. Wie später im Flussdiagramm gezeigt wird, erkennt der Fahrzeugpräsenzsensoren 400 die Anwesenheit eines Fahrzeugs und löst den Betrieb des Sensorsystems 200 aus.

[0049] Das Sensorsystem 200 umfasst ferner ein Linsensystem 420, das zur Steuerung des Blickwinkels der thermischen Sensoranordnung 440, d. h. zur Erweiterung und/oder Verengung des Blickwinkels, erforderlich ist. Aufgrund des geringen Betrachtungsabstands zwischen der Unterseite eines Fahrzeugs und der Oberfläche des Parkplatzes, der typischerweise im Bereich von etwa 10 bis 20 cm liegt, muss ein Blickwinkel von nahezu 180 Grad in alle Richtungen bereitgestellt werden, d. h. nahezu eine Halbkugel oder eine Halbovoid. Dies kann durch ein herkömmliches Linsensystem oder eine Fresnel-Linse, durch ein Prismensystem oder ein Scanspiegel-System gelöst werden.

[0050] Eine thermische Sensoranordnung 440 ist vorgesehen, die für die Messung der Temperatur der Unterseite eines Fahrzeugs, die dem Raum, in dem die Fahrzeugbatterie 810 montiert ist, am nächsten liegt, von wesentlicher Bedeutung ist. Es kann vorteilhaft sein, wenn der Sensor mehr als ein Pixel aufweist und wenn diese Pixel über die Steuereinheit 300 selektiv aktiviert werden können. Es ist offensichtlich, dass anstelle einer großen thermischen Sensoranordnung mehrere Untereinheiten verwendet werden können, die über den Parkplatz verteilt sein können. **Abb. 5** zeigt ein Beispiel für verschiedene Blickwinkel 430, 432, 434 einer einzelnen thermischen Sensoranordnung, die durch Einstellen des Linsensystems, durch Auswählen einer Teilmenge von Pixeln aus der Gesamtheit der Pixel, durch Einstellen eines beweglichen Abtastsystems oder dergleichen ausgewählt werden können. **Abb. 5** zeigt auch, dass zur Überwachung der Batterietemperatur möglicherweise nur ein Teil der Pixel einer Multipixel-thermischen Sensoranordnung 440 erforderlich ist. Die nicht verwendeten Pixel oder Teile der Multipixel-thermischen Sensoranordnung können zur Energieeinsparung ausgeschaltet werden. Ein Temperatursensoren 450 und ein Luftfeuchtigkeitssensoren 480 können vorgesehen sein, um einen Referenzwert

für die Lufttemperatur und die Luftfeuchtigkeit in der Umgebung des Fahrzeugs zu liefern. Um den genauen Temperaturgradienten einer sich abkühlenden oder aufheizenden Batterie vollständig zu erfassen, sind die Lufttemperatur und die Luftfeuchtigkeit wichtige Parameter. Diese Messung muss nicht präzise sein, und die Sensoren könnten ein integrierter Sensor auf einer Leiterplatte sein, die die verschiedenen elektronischen Komponenten des Systems enthält.

[0051] Ein Verschluss 490 ermöglicht es, die optischen Systeme des Sensorsystems 200 abzudecken, wenn sie nicht in Gebrauch sind oder wenn die Oberfläche des Parkplatzes gereinigt wird. Der Verschluss 490 kann auch einen Reinigungsmechanismus zum Reinigen des Linsensystems 420 umfassen. Zu diesem Zweck kann ein beweglicher Teil des Verschlusses 490, z. B. ein Schiebedeckel oder ähnliches, mit einem Wischer, einer Bürste oder ähnlichem ausgestattet sein, der die Linsen reinigt, wenn sich der Verschluss 490 öffnet oder schließt.

[0052] **Abb. 3** zeigt ein beispielhaftes Flussdiagramm eines typischen Erkennungsprozesses gemäß der vorliegenden Erfindung. Block 901 stellt einen Energiesparmodus zum Sparen von Energie dar, die von einer Batterie und/oder durch Energy-Harvesting bereitgestellt wird. Im Energiesparmodus können zwei Funktionen ausgeführt werden:

- ein Linsenreinigungszyklus 905, der durch den Watchdog-Timer 903 gestartet wird. Der Linsenreinigungszyklus wird weiter unten unter Bezugnahme auf **Abb. 4** beschrieben.
- eine Fahrzeugerkennungs- und Überwachungsschleife, die einen Erkennungsschritt 921 und einen Entscheidungsschritt 923 umfasst.

[0053] In der Fahrzeugerkennungs- und Überwachungsschleife dient der Erkennungsschritt 921 dazu, jegliches Fahrzeug zu erkennen, das auf einem zuvor freien Parkplatz geparkt ist. Dieser Schritt kann die Verwendung eines Fahrzeugpräsenzsensors 400 umfassen, der von herkömmlicher Bauart sein kann und ähnlich wie bereits aus Parkraummanagementsystemen bekannte Sensoren funktioniert. Der Fahrzeugpräsenzsensor 400 erkennt, ob sich ein Fahrzeug über oder in der Nähe des Sensors befindet. Die Verwendung eines separaten Fahrzeugpräsenzsensors kann den Vorteil haben, dass er weniger Strom zur Erkennung eines Fahrzeugs verbraucht als der thermische Sensoranordnung 440.

[0054] Wird ein Fahrzeug erkannt (Ja-Zweig von Entscheidungsschritt 923), wechselt das System in einen zweiten Betriebsmodus, in dem zunächst in

Schritt 925 der Verschluss, der die thermische Sensoranordnung 440 abdeckt, geöffnet wird und anschließend in Schritt 927 ein oder mehrere Scans vom ersten Typ durch die thermische Sensoranordnung 440 durchgeführt werden. Diese Scans vom ersten Typ 927 können kontinuierlich oder in Intervallen, z. B. alle paar Minuten, durchgeführt werden. Um den Energieverbrauch zu begrenzen, wird der gesamte Blickwinkel 430 der thermische Sensoranordnung 440 ausgewertet. Der Scan vom ersten Typ wird hier auch als Mikro-Power-Scan bezeichnet. Ein Bereich, z. B. eine Gruppe zusammenhängender Pixel, mit der höchsten Temperatur wird identifiziert und ausgewählt. Mit Hilfe des Entscheidungsschritts 929 wird bestimmt, ob ein mit einem Verbrennungsmotor oder einem Elektroantrieb ausgestattetes Auto geparkt ist.

[0055] Das Erkennen der wärmsten Region, des Hotspots, d. h. einer Gruppe von Pixeln in einem von der thermische Sensoranordnung aufgenommenen Wärmebild mit der höchsten Helligkeit, kann das Durchführen einer Schwellenwertentscheidung umfassen, um die Pixel in helle und dunkle Pixel zu unterteilen, und anschließend das Durchführen einer verbundenen Komponentenanalyse (connected-component analysis, CCA), um verbundene helle Pixelbereiche zu identifizieren und zu extrahieren. Andere Verfahren, die in Verbindung mit der vorliegenden Erfindung zur Identifizierung des Bereichs im Wärmebild mit der höchsten Temperatur verwendet werden können, umfassen die Blob-Erkennung unter Verwendung von Faltung, Superpixel-Erkennung durch Anwendung von Algorithmen wie Quickshift-Bildsegmentierung oder Wasserscheidensegmentierung, Anwendung eines DBSCAN-Clustering-Algorithmus, der Datenpunkte, die nahe beieinander liegen und eine hohe Dichte an Nachbarpunkten aufweisen, zusammenfasst, während Punkte in Regionen mit geringer Dichte als Rauschen aufgefasst werden, und/oder Anwendung von Connected Component Labeling (CCL), einem grundlegenden Algorithmus in der Bildverarbeitung, der jeder verbundenen Komponente eines binären Bildes eine eindeutige Nummer zuweist. Andere Methoden, die hier verwendet werden können, umfassen den Einsatz künstlicher Intelligenz (KI) zur Erkennung und Auswahl des Bereichs im Wärmebild mit der höchsten Temperatur, z. B. unter Verwendung einer KI-Bildklassifizierung unter Implementierung eines Convolutional Neural Network (CNN). Schließlich wird der größte zusammenhängende Hochtemperaturcluster entsprechend der Anzahl der verbundenen Pixel ausgewählt und für die weitere Überwachung verwendet.

[0056] Wie oben erwähnt, können zur Erhöhung der Zuverlässigkeit der Entscheidung zwei oder mehr aufeinanderfolgende Wärmebilder in geeigneten Zeitabständen, z. B. einer Minute, aufgenommen

und ausgewertet werden. Der Abstand der Zeitpunkte kann von der Umgebungstemperatur abhängen und mit steigender Umgebungstemperatur zunehmen. Die zwei oder mehr aufeinanderfolgenden Bilder werden dann verglichen, und Bereiche, in denen sich die Temperatur zwischen zwei Wärmebildern geändert hat, werden identifiziert.

[0057] Verbrennungsmotoren und ihre Abgase lassen sich anhand ihres Temperaturprofils und ihrer Form im Wärmebild leicht erkennen. Nach dem Parken des Fahrzeugs können Temperaturen über 100 °C auftreten, die jedoch innerhalb von zehn Minuten um mehrere Grad Celsius schnell abfallen. Wenn ein solches Profil erkannt wird, kann das System in einen Modus wechseln, in dem lediglich erkannt wird, ob dieses bestimmte Fahrzeug noch vorhanden ist oder nicht, z. B. für ein optionales Parkmanagementsystem (in der Abbildung nicht dargestellt). Dies kann mithilfe des Fahrzeugpräsenzsensors 400 erfolgen. Wenn also ein Fahrzeug mit Verbrennungsmotor erkannt wird (Entscheidungsschritt 929, Zweig „Nein“), kann der Verschluss in Schritt 926 geschlossen werden, und das Verfahren kehrt zum Block 901 für den Energiesparmodus zurück.

[0058] Wenn ein EV erkannt wird, wird in Schritt 929 der Ja-Zweig ausgewählt und ein dritter Betriebsmodus aufgerufen. Der dritte Betriebsmodus umfasst die Durchführung eines regulären Scans, auch als Low-Power-Scan bezeichnet, in Schritt 931. Der Low-Power-Scan kann in ersten Zeitintervallen durchgeführt werden, z. B. alle fünf bis zehn Minuten. Der Low-Power-Scan beobachtet nur den Bereich, der als mit einer Batterie verbunden identifiziert wurde, wie in **Abb. 5**, Blickwinkel 432, dargestellt. Als nächstes wird auf der Grundlage der Ergebnisse aufeinanderfolgender Low-Power-Scans in Entscheidungsschritt 933 bestimmt, ob sich die Batterietemperatur in einer Weise ändert, die auf eine abnormale Situation hinweist. Wenn die Differenz zwischen der Karosserietemperatur des Fahrzeugs und der Umgebungstemperatur einen vorgegebenen ersten Wert, z. B. 10 °C, nicht überschreitet und/oder wenn die Batterietemperatur weiterhin sinkt, wird das Verfahren mit Schritt 935 fortgesetzt, nachdem der Nein-Zweig von Schritt 933 durchlaufen wurde. Es ist zu beachten, dass die Temperatur der Batterie etwa 20 °C bis 30 °C über der Umgebungstemperatur liegen kann, die vom Temperatursensor 450 erfasst werden kann. In Schritt 935 wird lediglich festgestellt, ob das Fahrzeug noch abgestellt ist. Im positiven Fall, dem Ja-Zweig von Schritt 935, fährt das Verfahren mit der Durchführung von Low-Power Scans in Intervallen fort. Im negativen Fall, dem Nein-Zweig von Schritt 935, kehrt das Verfahren zum Block 901 für den Modus mit geringem Stromverbrauch zurück und schließt den Verschluss in Schritt 926. Es ist zu beachten, dass während des

dritten Betriebsmodus weitere Überprüfungen auf Temperatur-Hotspots durchgeführt werden können.

[0059] Wenn in Entscheidungsschritt 933 festgestellt wird, dass die Differenz zwischen der Karosserietemperatur des Fahrzeugs und der Umgebungslufttemperatur den vorgegebenen ersten Wert überschreitet oder die Batterietemperatur ansteigt (Ja-Zweig von Schritt 933), wechselt das Verfahren in einen vierten Betriebsmodus und fährt mit Schritt 940 fort.

[0060] In Schritt 940 werden Scans vom dritten Typ in zweiten Zeitintervallen durchgeführt, die kürzer sind als die ersten Zeitintervalle, z. B. kürzer als eine Minute. Der Eintritt in diesen Betriebsmodus, der hier auch als vierter Modus bezeichnet wird, bedeutet, dass das Risiko eines Vorfalles hoch ist und das System daher die Batterie häufiger und mit einer höheren räumlichen Auflösung überwacht. Die höhere räumliche Auflösung ermöglicht die Erkennung und Verfolgung kleinerer Hotspots und liefert somit detailliertere Informationen. An dieser Stelle kann künstliche Intelligenz (KI) die Beobachtung durch den Einsatz von 2D-Deep-Learning-Algorithmen unterstützen. Je nach Implementierung können diese eher energieintensiven Algorithmen außerhalb des Fahrzeugerkennungssystems ausgeführt werden, und die Scans der dritten Art können in Schritt 942 an einen externen Server übermittelt werden, der die Ergebnisse an den Entscheidungsschritt 944 zurückgibt. Es ist zu beachten, dass die zweiten Zeitintervalle bei Bedarf automatisch angepasst, d. h. verkürzt werden können und dass die räumliche Auflösung ebenfalls bei Bedarf angepasst werden kann. Der Entscheidungsschritt 944 prüft, ob die Temperatur in einem beliebigen Bereich der von den Scans der dritten Art erfassten Fläche innerhalb der vorbestimmten ersten Anzahl aufeinanderfolgender Scans der dritten Art oder innerhalb des vorbestimmten ersten Zeitraums abfällt. Im positiven Fall, dem Ja-Zweig von Schritt 944, wird das Verfahren mit Schritt 931 fortgesetzt, wodurch effektiv zum dritten Betriebsmodus zurückgekehrt wird. Wenn zuvor in Schritt 948 ein Alarm ausgelöst wurde, kann der Alarm in Schritt 948b gelöscht werden. Im negativen Fall, dem Nein-Zweig von Schritt 944, überprüft das Verfahren in Schritt 946, ob die Temperatur in einem beliebigen Bereich des von den Scans des dritten Typs erfassten Bereichs innerhalb einer vorbestimmten zweiten Anzahl aufeinanderfolgender Scans des dritten Typs oder innerhalb eines vorbestimmten zweiten Zeitraums um mehr als einen vorbestimmten zweiten Wert ansteigt. Eine beispielhafte kritische Temperaturänderung beträgt 1 °C/Minute über einen Zeitraum von 5 Minuten. Im negativen Fall, Zweig „Nein“ von Schritt 946, kehrt das Verfahren zu Schritt 940 zurück und setzt die Scans vom dritten Typ fort. Im positiven Fall, Zweig „Ja“ von Schritt 946, wird in Schritt 948 ein erstes Alarmsignal ausgege-

ben, und das Verfahren kehrt zu Schritt 940 zurück und setzt die Scans vom dritten Typ fort. Es ist zu beachten, dass der Alarm wiederholt oder aufrechterhalten werden kann, falls die Schleife aus den Schritten 940, 942, 944, 946, 948 feststellt, dass die Temperatur weiterhin ansteigt. Alternativ kann der Alarm nur beim ersten Auslösen ausgegeben werden. Der Alarm und das Löschen des Alarms können drahtgebunden oder drahtlos an ein Überwachungssystem und/oder einen menschlichen Überwacher übertragen werden.

[0061] Abb. 4 zeigt einen optionalen Teilprozess 905 zur Linsenreinigung, der durch den Watchdog-Timer 903 gesteuert wird. Nach Ablauf eines vorbestimmten Zeitintervalls, z. B. einmal pro Tag, löst der Watchdog-Timer 903 die Linsenreinigungsschleife 905 aus. In Schritt 907 wird nach dem Öffnen des Verschlusses 490 ein Wärmebild aufgenommen und mit einem aus einem Speicher abgerufenen Referenzbild verglichen. Das Referenzbild, das während der Installation des Systems oder zu einem späteren Zeitpunkt, z. B. nach einer Wartung oder in regelmäßigen Abständen, aufgenommen werden kann, kann entsprechend der aktuellen Umgebungstemperatur und/oder Luftfeuchtigkeit ausgewählt werden. Wenn die Bilder ausreichend ähnlich sind (Ja-Zweig von Schritt 907), endet der Unterprozess und kehrt zur Watchdog-Timer-Schleife 903 zurück. Wenn die Bilder zu unterschiedlich sind, wird im Nein-Zweig von Schritt 907 angenommen, dass das Linsensystem 420 verschmutzt ist, und in Schritt 911 wird ein Linsenreinigungsprozess durchgeführt. Die Linsenreinigung kann das wiederholte Öffnen und Schließen des Verschlusses 490 umfassen. Nach Beendigung des Linsenreinigungsprozesses wird in Schritt 913 überprüft, ob die Linsenreinigung erfolgreich war, z. B. durch Wiederholen des Vergleichs mit einem aktuellen Wärmebild und einem Referenzbild. Im positiven Fall, Ja-Zweig von Schritt 913, kehrt das Verfahren zur Watchdog-Timer-Schleife 903 zurück. Im negativen Fall, Nein-Zweig von Schritt 913, wird in Schritt 915 ein Alarm für die Wartung ausgegeben, und das Verfahren kehrt zur Watchdog-Timer-Schleife 903 zurück. Alternativ kann der Linsenreinigungsprozess in Schritt 911 wiederholt werden.

[0062] Abb. 5 zeigt einen Querschnitt eines geparkten Autos über einem Sensor zur Erkennung einer thermischen durchgehenden Batterie gemäß der Erfindung und insbesondere die optische Situation der thermischen Sensoranordnung 440 zusammen mit dem Linsensystem 420. Alle Blickwinkel können je nach Pixelarray des thermischen Sensors 1- oder 2-dimensional sein. Wenn der Sensor nur 1-dimensional ist, muss das Linsensystem den Blickwinkel so anpassen, dass die meisten Teile der Karosserie erfasst werden. 1-dimensionale Blickwinkel können ein Scannen des Sensors erfordern, um einen Bereich zu beobachten. Der Blickwinkel 430, der

„vollständige Blickwinkel“ des Sensors, deckt den größten Teil der Unterseite des Fahrzeugs ab. Aufgrund des extremen Verhältnisses zwischen der Bodenfreiheit des Fahrzeugs und der Länge der Karosserie kann der vollständige Blickwinkel bis zu 175° betragen. Es ist wichtig, dass die gesamte Unterseite des Fahrzeugs gescannt wird, da sich die Batterie an verschiedenen Stellen befinden oder an zwei oder mehr Stellen in mehreren Teilen installiert sein kann. Der Blickwinkel 432 deckt den als Batteriebereich identifizierten Bereich ab. Dieser Bereich wird durch unterschiedliche Temperaturen und/oder durch Temperaturänderungen, d. h. zeitliche Temperaturprofile, erkannt. Der Blickwinkel 434 stellt einen Blickwinkel für einen identifizierten Hotspot dar. Dieser Hotspot wird nur erkannt, wenn ein thermisches Durchgehen beginnt, und dient einer besseren Überwachung.

[0063] Abb. 6 zeigt eine typische Kurve der Batterietemperatur, wenn während des Ladevorgangs eine Fehlfunktion auftritt. Die x-Achse ist linear und stellt die Zeit dar, die y-Achse ist logarithmisch und stellt die Temperatur dar. Es ist zu beachten, dass ähnliche Fehlfunktionen auch während der Verwendung einer Batterie oder während des Parkens nach der Verwendung auftreten können. Letztere Fehlfunktionen sind jedoch für Testzwecke schwerer zu provozieren, sodass Messungen zu Illustrationszwecken nur schwer zu erhalten sind.

[0064] Der Ladevorgang beginnt bei T1, wobei davon ausgegangen wird, dass die Batterie eine Umgebungstemperatur von 112 von etwa 16 °C hat. Die Temperatur steigt aufgrund der in der Batterie ablaufenden chemischen Prozesse und einiger Widerstandsverluste langsam an. Bei T2 ist die Batterietemperatur bereits auf 18 °C gestiegen. Bei T3 hat der Temperaturanstieg einen Schwellenwert von „1 °C/Minute über einen Zeitraum von mehr als 5 Minuten“ erreicht, der durch die Referenznummer 120 gekennzeichnet ist. Bei T4 kommt es zu einem thermischen Durchgehen der Batterie; die Temperatur steigt rapide auf über 1000 °C an. Bei T5 steht die Batterie effektiv in Flammen, verbrennt Teile des Autos oder ölige oder andere brennbare Flüssigkeiten und gibt Rauch ab, der von einem herkömmlichen Rauchmelder erkannt werden kann. Die Hitze ist für eine herkömmliche Sprinkleranlage-Wärmequelle, die sich über dem Fahrzeug befindet, noch nicht auslösend, da die Flammen noch nicht so weit reichen.

[0065] Das Verfahren gemäß der Erfindung führt nach der Erkennung, dass ein Auto geparkt wurde, im zweiten Betriebsmodus einen Scan vom ersten Typ bei T1 durch. Das Verfahren wechselt dann bei T2 in den dritten Betriebsmodus und bei T3 in den vierten Betriebsmodus. Experimente haben bestätigt, dass das System gemäß der Erfindung etwa 10

Minuten früher einen Alarm auslöst als ein herkömmlicher Rauchmelder, der erst bei T5 anspricht.

[0066] Abb. 7 zeigt ein schematisches Blockdiagramm einer beispielhaften Steuereinheit 300 des Sensorsystems 200 gemäß der Erfindung. Die Steuereinheit 300 umfasst Schnittstellen 302 zur Steuerung verschiedener Systemkomponenten wie des Verschlusses 490, der thermischen Sensoranordnung 440, des Linsensystems 420 und dergleichen sowie zur Übermittlung von Alarmen an weitere Systeme. Die Steuereinheit umfasst ferner einen oder mehrere Mikroprozessoren 306 und zugehörige flüchtige 308 und nichtflüchtige Speicher 310. Die verschiedenen Komponenten und Elemente der Steuereinheit 300 sind über eine oder mehrere Daten- und/oder Signalleitungen oder Busse 312 miteinander verbunden. Der nichtflüchtige Speicher 310 speichert Computerprogrammbeefehle, die, wenn sie von dem einen oder den mehreren Mikroprozessoren 306 ausgeführt werden, die Steuereinheit 300 dazu einrichten, Ausführungsformen des Verfahrens gemäß dem ersten Aspekt der Erfindung, wie hierin beschrieben, zu implementieren oder auszuführen.

LISTE DER BEZUGSZEICHEN (TEIL DER BESCHREIBUNG)

100	Verfahren	360	LED
110	Temperatur	400	Fahrzeugpräsenzsensoren
112	Umgebungstemperatur	420	Linsensystem
120	1 °C/min überschritten für >5 min.	430	Blickwinkel Fahrzeug-Unterboden
200	Sensorsystem	432	Blickwinkel Batterie
201	Sensorsystem	434	Blickwinkel „Hotspot“
202	Sensorsystem	440	thermische Sensoranordnung
210	Stromversorgung	450	Temperatursensor
220	Power Management	480	Luftfeuchtigkeitssensor
240	Energiegewinnungsschaltung	490	Verschluss
250	Batterie	500	Gehäuse
260	drahtlose Kommunikation	600	Zentraleinheit
280	Antenne	700	Kommunikationseinrichtung
300	Steuereinheit	800	Fahrzeug
302	Schnittstelle(n)	810	Batterie
304	Schnittstelle(n)	850	Parkplatz
306	Mikroprozessor(en)	900	Boden
308	flüchtiger Speicher	901	low-power Modus
310	nichtflüchtiger Speicher	903	Watchdog-Timer Schleife 905
312	Daten-/Signal- Leitung/-Bus	905	Linsenreinigungsschleife
340	Treiber	907	Vergleich aktuelles Wärmebild mit Referenz 909
		911	Linsenreinigungsprozess
		913	Linsenreinigung erfolgreich?
		915	Alarm für Wartung
		921	Fahrzeugerkennung
		923	Entscheidungsschritt
		925	Verschluss öffnen
		926	Verschluss schließen
		927	Micro-Power Scan durch thermische Sensoranordnung, begrenzte Pixelzahl
		929	Auswahl Verbrennungsmotor oder Elektroantrieb
		931	Low-Power Scan
		933	Entscheidung zwischen normaler oder übermäßiger Erwärmung
		935	Fahrzeug weiterhin anwesend?
		940	Scan dritter Art
		942	Signalgabe an externen Server
		944	Alarmschwelle (1 °C/Minute für mehr als 5 Minuten)
		946	Temperaturgradienten prüfen

948	Alarm auslösen
948b	Alarm löschen
880	Parkplatz-Managementsystem

Patentansprüche

1. Verfahren (100) zum Erkennen von Batteriebränden eines Elektro- oder Hybridfahrzeugs, EV, (800) auf einem Parkplatz (850), das in einem ersten Betriebsmodus umfasst:

- Erfassen (921, 923), ob sich ein Belegungsstatus des Parkplatzes (850) von leer zu belegt ändert, und Erzeugen eines entsprechenden Signals, und ferner umfassend, in einem zweiten Betriebsmodus, der nach Empfang des Signals, das anzeigt, dass sich der Belegungsstatus des Parkplatzes (850) von leer zu belegt geändert hat, aufgerufen wird:

- Ausführen (927) eines oder mehrerer Scans eines ersten Typs über eine thermische Sensoranordnung (440) über ein erstes Sichtfeld (430), um ein entsprechendes Wärmebild eines ersten Typs zu erhalten, und Auswerten des erhaltenen Wärmebildes des ersten Typs, um darin zusammenhängende Pixelcluster mit hoher Temperatur zu identifizieren,
- Bestimmen (929), ob ein geparktes Fahrzeug ein EV (800) ist, und im negativen Fall:

- Rückkehr zum ersten Betriebsmodus, bis sich der Belegungsstatus des Parkplatzes (850) wieder von leer zu belegt ändert, und im positiven Fall Aufrufen eines dritten Betriebsmodus, der Folgendes umfasst:

- Identifizieren eines Bereichs (434) innerhalb des ersten Sichtfelds (430) des erhaltenen Wärmebildes zur anschließenden Überwachung,

- Durchführen (931) von Scans zweiter Art in ersten Zeitintervallen über ein zweites Sichtfeld (432), welches kleiner ist als das erste Sichtfeld (430) und den identifizierten Bereich (434) umfasst, solange eine Temperatur des identifizierten Bereichs (434) nicht ansteigt, solange eine Temperatur im zweiten Sichtfeld (432) außerhalb des identifizierten Bereichs (434) nicht um einen vorbestimmten ersten Wert höher ist als eine Umgebungstemperatur und solange der Parkplatz (850) belegt bleibt, wobei das Verfahren (100) das Aufrufen eines vierten Betriebsmodus umfasst, wenn die Temperatur des identifizierten Bereichs (434) ansteigt oder wenn die Temperatur im zweiten Sichtfeld (432) außerhalb des identifizierten Bereichs (434) die Umgebungstemperatur um mehr als den vorbestimmten ersten Wert übersteigt, während der Parkplatz (850) belegt bleibt, wobei der vierte Betriebsmodus umfasst:

- Durchführen (940) von Scans eines dritten Typs, die mindestens den identifizierten Bereich (434) umfassen, in zweiten Zeitintervallen, die kürzer sind als die ersten Zeitintervalle, während eine Temperatur in einem beliebigen Bereich des von den Scans des dritten Typs erfassten Bereichs ansteigt oder nicht innerhalb einer vorbestimmten ersten

Anzahl aufeinanderfolgender Scans des dritten Typs oder innerhalb einer vorbestimmten ersten Zeitspanne abfällt, und während der Parkplatz (850) belegt bleibt, und

- Ausgeben (946) eines ersten Alarmsignals, wenn eine Temperatur in einem beliebigen Bereich des von den Scans des dritten Typs erfassten Bereichs innerhalb einer vorbestimmten zweiten Anzahl aufeinanderfolgender Scans des dritten Typs oder innerhalb eines vorbestimmten zweiten Zeitraums um mehr als einen vorbestimmten zweiten Wert ansteigt,

oder

Zurückkehren in den dritten Betriebsmodus, wenn die Temperatur in einem beliebigen Bereich des von den Scans vom dritten Typ erfassten Bereichs innerhalb der vorbestimmten ersten Anzahl aufeinanderfolgender Scans vom dritten Typ oder innerhalb des vorbestimmten ersten Zeitraums fällt, während der Parkplatz (850) belegt bleibt.

2. Verfahren (100) nach Anspruch 1, wobei die Änderung des Belegungsstatus des Parkplatzes (850) von leer zu belegt und/oder die fortgesetzte Belegung des Parkplatzes (850) durch ein Signal angezeigt wird, das von einem unabhängigen Parküberwachungssystem oder einem entsprechenden Sensor eines Systems (200), das das Verfahren (100) implementiert, empfangen wird, und/oder durch ein Signal, das von einem Prozess empfangen wird, der aufeinanderfolgende Scans des ersten, zweiten, dritten und vierten Typs im jeweiligen Betriebsmodus auswertet.

3. Verfahren (100) nach Anspruch 1 oder 2, wobei das Bestimmen (929), ob das geparkte Fahrzeug ein Elektrofahrzeug (800) ist, das Identifizieren und Auswerten einer Position eines oder mehrerer zusammenhängender Hochtemperatur-Pixelcluster innerhalb des ersten Sichtfelds (430) des erhaltenen Wärmebildes umfasst, durch Auswerten von Temperaturänderungen des zusammenhängenden Pixelclusters über eine Anzahl aufeinanderfolgender Scans des ersten Typs oder einen vorbestimmten dritten Zeitraum und/oder durch Empfangen eines Signals, das anzeigt, dass eine mit dem Parkplatz (850) verbundene Ladevorrichtung aktiviert ist.

4. Verfahren (100) nach einem oder mehreren der vorstehenden Ansprüche, wobei das Identifizieren des Bereichs (434) innerhalb des ersten Sichtfelds (430) des erhaltenen Wärmebildes für die anschließende Überwachung das Identifizieren eines zusammenhängenden Hochtemperatur-Pixelclusters im erhaltenen Wärmebild mit der höchsten Temperatur umfasst.

5. Verfahren (100) nach einem oder mehreren der vorstehenden Ansprüche, ferner umfassend, dass während des dritten Betriebsmodus die zwei-

ten Zeitintervalle mit steigender Temperatur des identifizierten Bereichs (434) verkürzt werden.

6. Verfahren (100) nach einem oder mehreren der vorstehenden Ansprüche, ferner umfassend, dass im vierten Betriebsmodus ein zweites Alarmsignal ausgegeben wird, wenn eine Temperatur in einem beliebigen Bereich des durch die Scans des dritten Typs erfassten Bereichs um einen vorbestimmten dritten Wert oder mehr innerhalb einer vorbestimmten dritten Anzahl aufeinanderfolgender Scans des dritten Typs oder innerhalb einer vorbestimmten dritten Zeitspanne nach Ausgabe des ersten Alarmsignals ansteigt.

7. Verfahren (100) nach einem oder mehreren der vorstehenden Ansprüche, ferner umfassend, dass beim Eintritt in den zweiten Betriebsmodus eine Blende geöffnet wird (925), die mindestens die thermische Sensoranordnung (440) und eine zugehörige optische Anordnung abdeckt, und dass die Blende beim Zurückkehren in den ersten Betriebsmodus geschlossen wird.

8. Verfahren (100) nach einem oder mehreren der vorstehenden Ansprüche, das ferner ein Ausführen eines Reinigungsprozesses für die thermische Sensoranordnung (440) und/oder die zugehörige optische Anordnung in vorbestimmten dritten Zeitintervallen und/oder wenn Unterschiede zwischen einem für einen unbesetzten Parkplatz (850) aufgenommenen Wärmebild und einem Referenzbild jeweilige vorbestimmte Schwellenwerte überschreiten, umfasst.

9. Ein System (200) zum Erkennen von Batteriebränden von Elektro- oder Hybridfahrzeugen (EV) (800) auf Parkplätzen (850), wobei das System (200) eine Stromversorgung (210), einen Fahrzeugpräsenzsensoren (400), eine thermische Sensoranordnung (440) und ein zugehöriges Linsensystem (420), einen Temperatursensoren (450), einen Feuchtigkeitssensoren (480) und eine Steuereinheit (300) mit einem oder mehreren Mikroprozessoren (306) und zugehörigem flüchtigen (308) und nichtflüchtigen Speicher (310) umfasst, wobei der nichtflüchtige Speicher (310) Computerprogrammbeefehle speichert, die bei Ausführung durch den einen oder die mehreren Mikroprozessoren (306) der Steuereinheit (300) das System (200) dazu einrichten, das Verfahren (100) nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 8 auszuführen.

10. System (200) nach Anspruch 9, wobei die Stromversorgung (210) eine Batterie (250) umfasst und wobei eine Energiegewinnungsschaltung (240) zum Aufladen der Batterie (250) oder zum Aufrechterhalten einer Batterieladung vorgesehen ist.

11. Computerprogrammprodukt, das Computerprogrammbeefehle umfasst, die, wenn sie von einem Mikroprozessor (306) eines Systems (200) aus einem oder mehreren der Ansprüche 9 oder 10 ausgeführt werden, den Mikroprozessor (306) dazu veranlassen, Ausführungsformen des Verfahrens (100) gemäß einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 8 auszuführen und entsprechend die Hardwarekomponenten des Systems (200) zu steuern.

12. Computerlesbares Medium oder Datenträger, das/der ein Computerprogrammprodukt gemäß Anspruch 11 wiederherstellbar überträgt oder speichert.

Es folgen 5 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

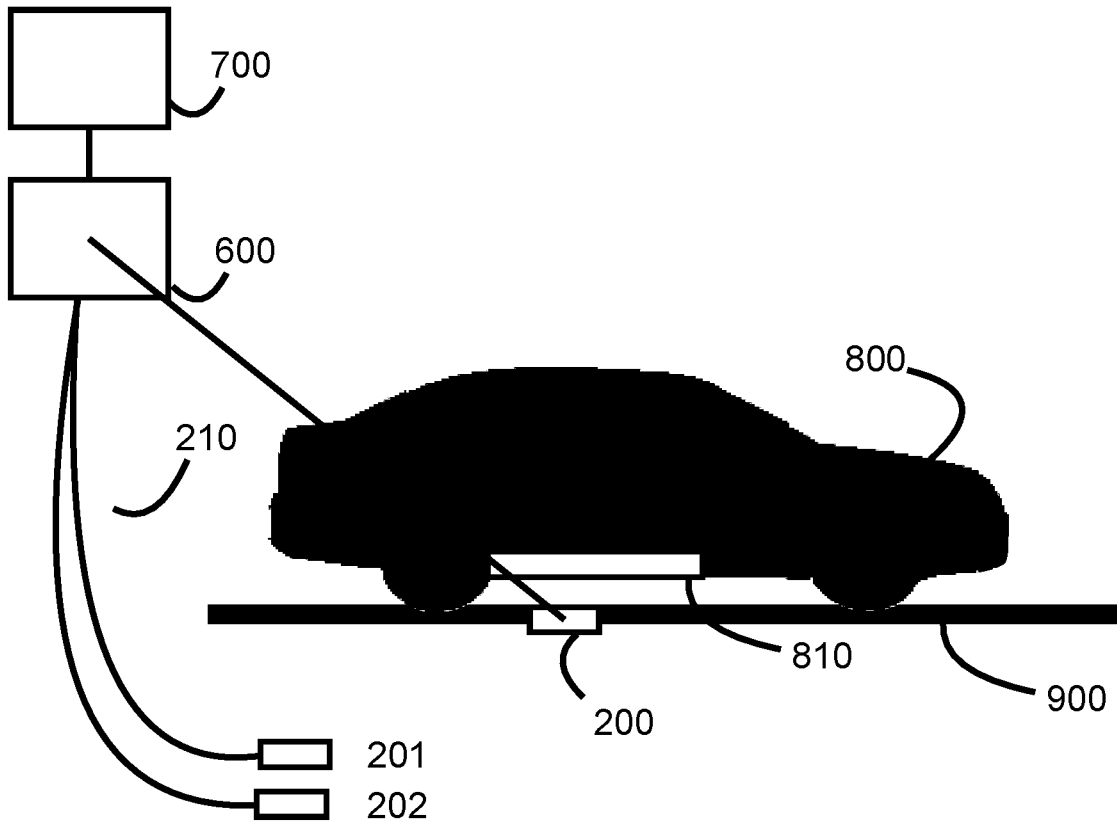


Abb. 1

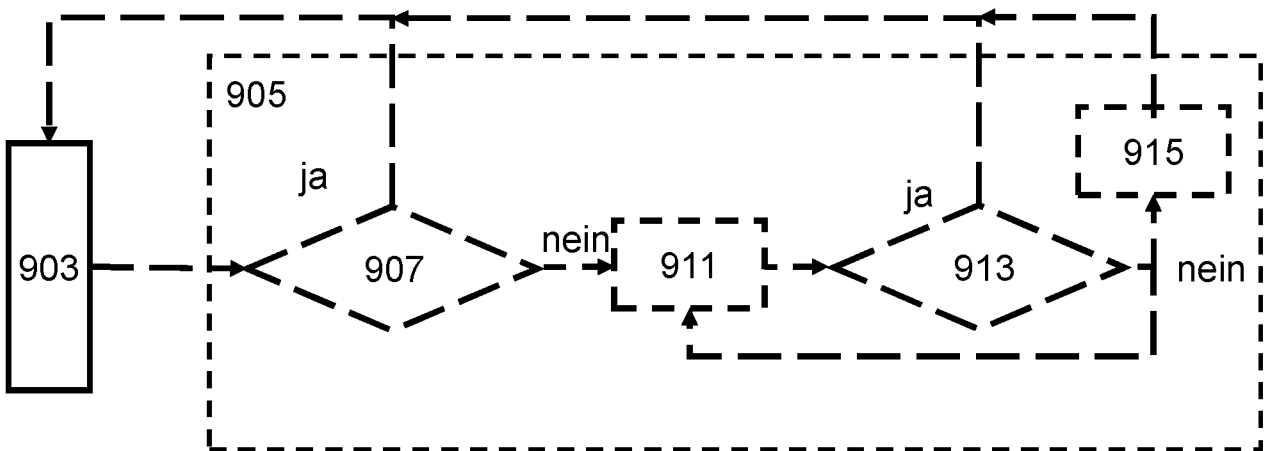
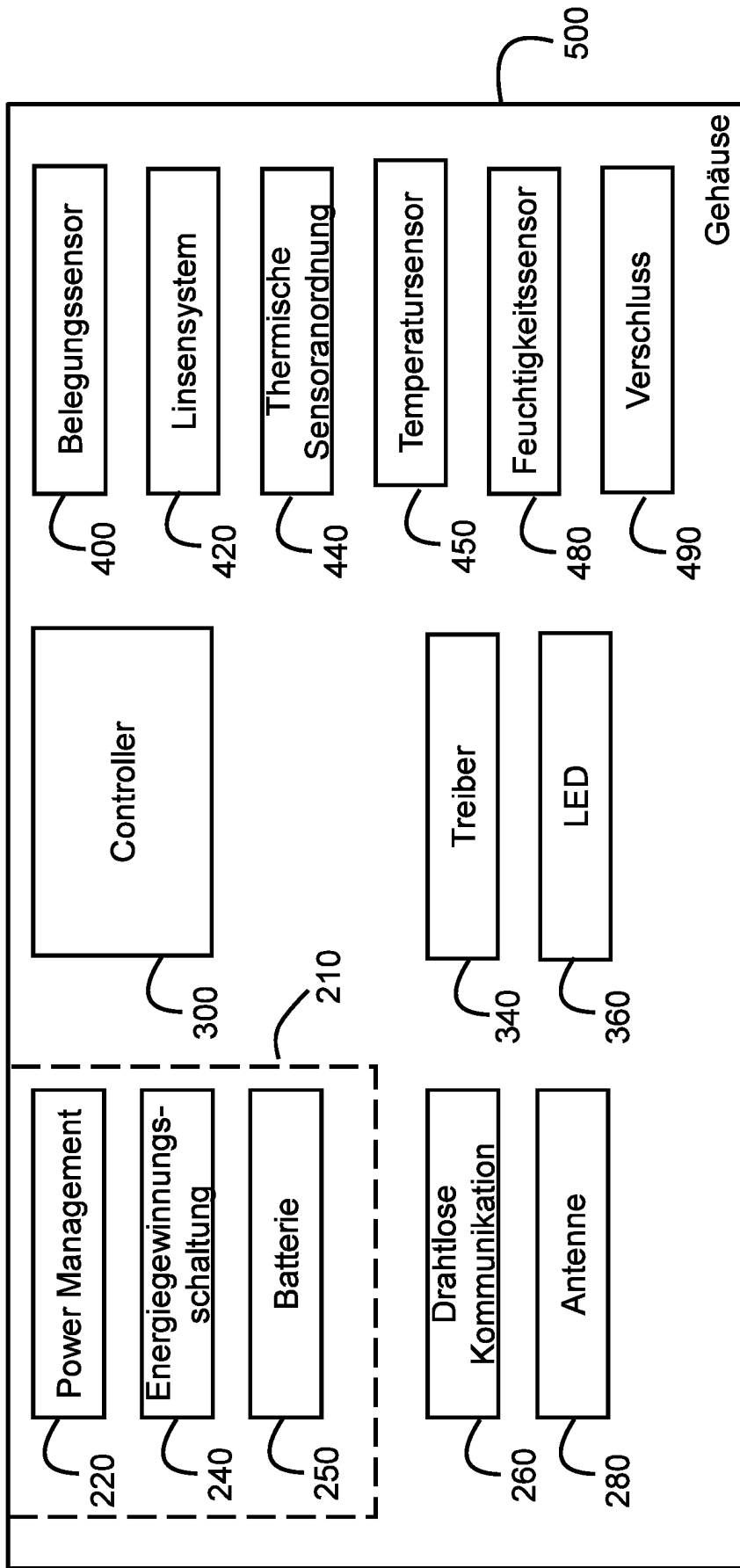


Abb. 4



200

Abb. 2

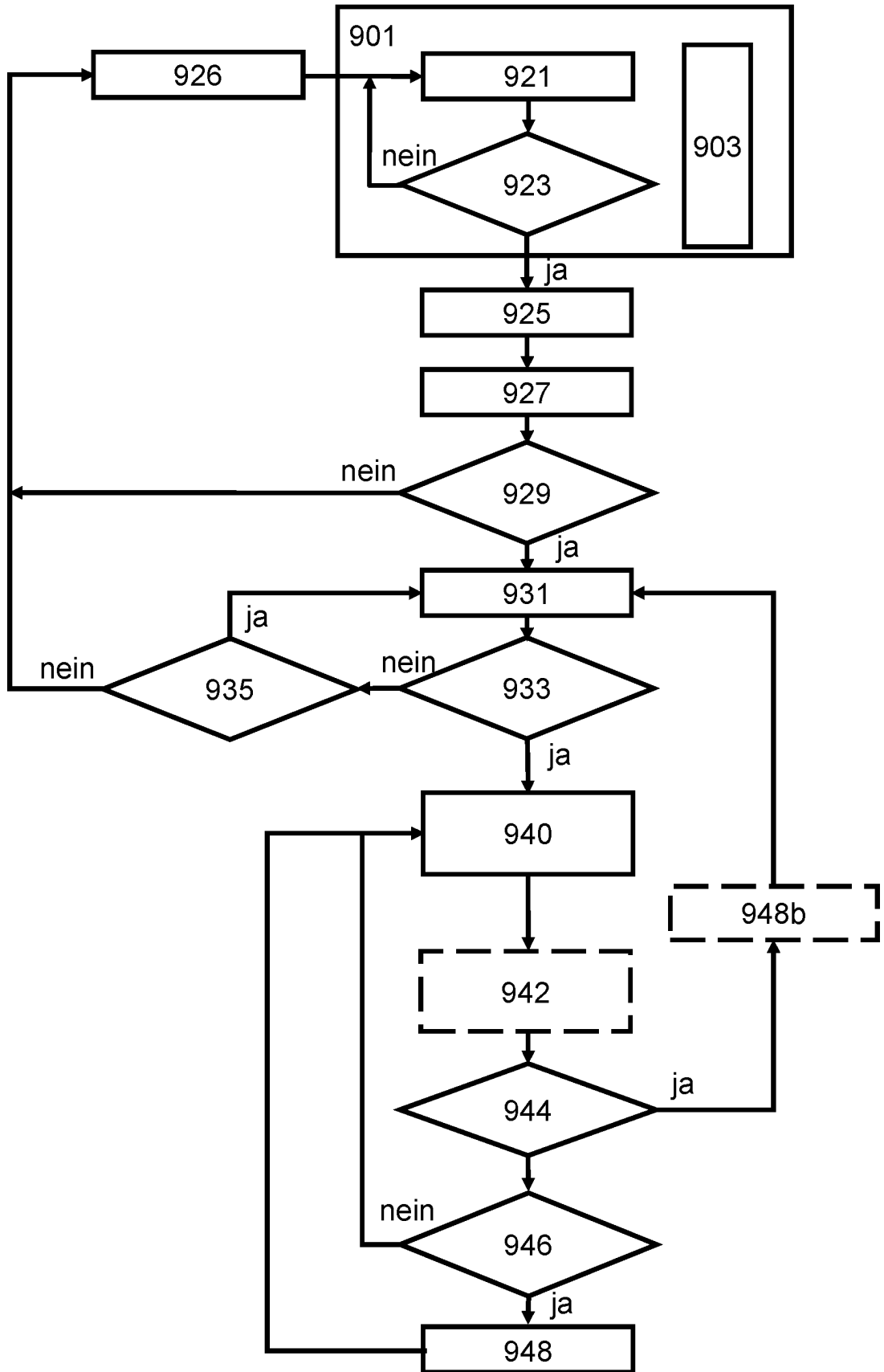


Abb. 3

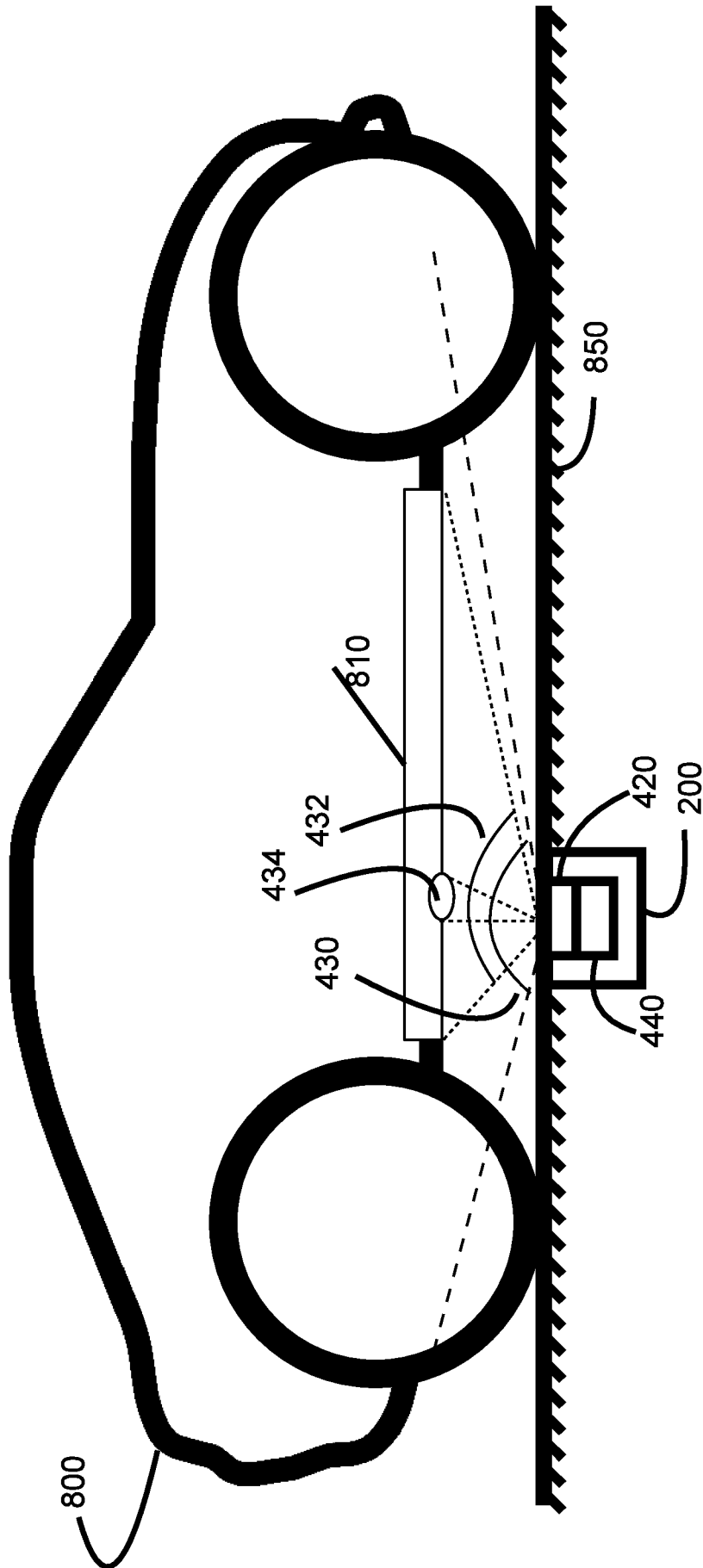


Abb. 5

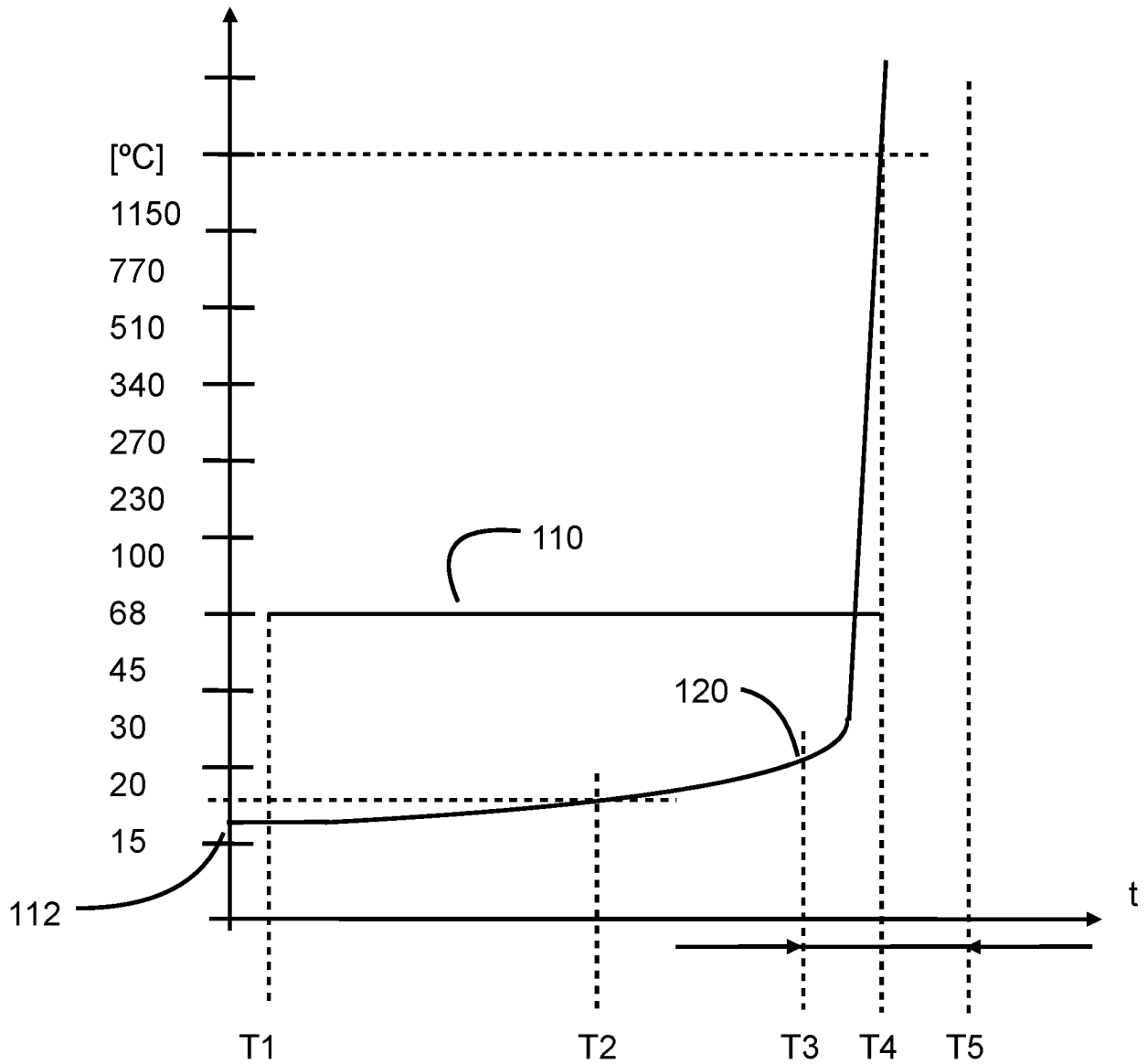


Abb. 6

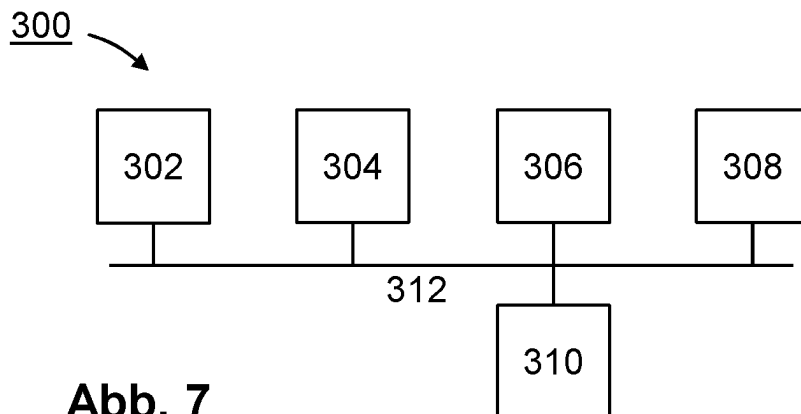


Abb. 7