



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt



(10) DE 102 29 628 B4 2005.12.15

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: 102 29 628.6

(22) Anmelddetag: 02.07.2002

(43) Offenlegungstag: 29.01.2004

(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 15.12.2005

(51) Int Cl.⁷: G01N 25/68

G01K 11/12, G01N 21/59, B60S 1/02,
G05D 23/00

Innerhalb von drei 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. 2 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:
BARTEC GmbH, 97980 Bad Mergentheim, DE

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:

DE 40 06 500 A1

DE 197 22 577

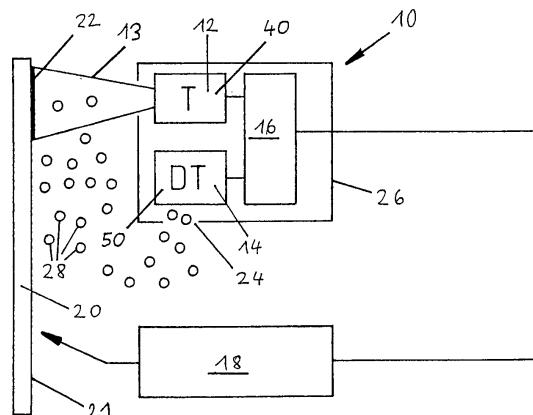
GB 21 68 506 A

(74) Vertreter:
Weber & Heim Patentanwälte, 81479 München

(72) Erfinder:
Böhm, Alfred, 94234 Viechtach, DE; Barlian,
Reinhold A., 97980 Bad Mergentheim, DE

(54) Bezeichnung: **Sensoreinheit, Vorrichtung und Verfahren zur Vermeidung von Kondensation auf einer Oberfläche**

(57) Hauptanspruch: Sensoreinheit für eine Vorrichtung zur Vermeidung von Kondensation eines Gases, insbesondere Wasserdampf, auf einer Oberfläche eines Objekts, mit einer Temperaturmesseinrichtung (12) zum Messen einer Objekttemperatur, mit einem Taupunktsensor (50) zur direkten Bestimmung einer Taupunkttemperatur des Gases in einer das Objekt (20) umgebenden Atmosphäre, wobei der Taupunktsensor als Messprinzip die Änderung einer Lichtreflexion und/oder Lichtstreuung bei Kondensation des Gases auf einer Messoberfläche (52) ausnutzt, und mit einer Regel- und Steuereinrichtung (16), die mit der Temperaturmesseinrichtung (12) und mit dem Taupunktsensor (50) in Wirkverbindung steht und mit welcher eine Stelleinrichtung (18) zur Erhöhung eines Temperaturabstands zwischen der Objekttemperatur und der Taupunkttemperatur in Abhängigkeit der von der Temperaturmesseinrichtung (12) und dem Taupunktsensor (50) gewonnenen Daten so steuerbar ist, dass ein Absinken der Objekttemperatur auf oder unter die Taupunkttemperatur vermieden wird, dadurch gekennzeichnet,
dass die Temperaturmesseinrichtung (12) als berührungslos arbeitender Temperatursensor ausgebildet ist und dass die Regel- und Steuereinrichtung...



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Sensoreinheit nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 sowie ein Verfahren zur Vermeidung von Kondensation eines Gases, insbesondere Wasserdampf, auf einer Oberfläche eines Objekts nach dem Oberbegriff des Anspruchs 12. Weiterhin betrifft die Erfindung eine Vorrichtung zur Vermeidung von Kondensation eines Gases, insbesondere Wasserdampf, auf einer Oberfläche eines Objekts.

[0002] Eine gattungsgemäße Sensoreinheit für eine Vorrichtung zur Vermeidung von Kondensation eines Gases, insbesondere Wasserdampf, auf einer Oberfläche eines Objekts, weist folgende Komponenten auf: Eine Temperaturmesseinrichtung zum Messen einer Objekttemperatur, einen Taupunktsensor zur direkten Bestimmung einer Taupunkttemperatur des Gases in einer das Objekt umgebenden Atmosphäre, wobei der Taupunktsensor als Messprinzip die Änderung einer Lichtreflexion und/oder Lichtstreuung bei Kondensation des Gases auf einer Messoberfläche ausnutzt, und eine Regel- und Steuereinrichtung, die mit der Temperaturmesseinrichtung und mit der Taupunktbestimmungseinrichtung in Wirkverbindung steht und mit welcher eine Stelleinrichtung zur Erhöhung eines Temperaturabstands zwischen der Objekttemperatur und der Taupunkttemperatur in Abhängigkeit der von der Temperaturmesseinrichtung und der Taupunktbestimmungseinrichtung gewonnenen Daten so steuerbar ist, dass ein Absinken der Objekttemperatur auf oder unter die Taupunkttemperatur vermieden wird.

[0003] Bei einem gattungsgemäßen Verfahren zur Vermeidung von Kondensation eines Gases, insbesondere von Wasserdampf, auf einer Oberfläche eines Objekts werden folgende Verfahrensschritte durchgeführt: (a) Messen einer Objekttemperatur, (b) Bestimmen einer Taupunkttemperatur des Gases in einer das Objekt umgebenden Atmosphäre, wobei die Taupunkttemperatur des Gases mit einem Taupunktsensor direkt gemessen wird und wobei als Messprinzip die Änderung einer Lichtreflexion und/oder Lichtstreuung, insbesondere einer internen Reflexion, bei Kondensation des Gases auf einer Messoberfläche ausgenutzt wird, und (c) Erhöhen der Objekttemperatur und/oder Reduzierung der Taupunkttemperatur in Abhängigkeit der in Schritt (a) gemessenen Objekttemperatur und/oder der in Schritt (b) bestimmten Taupunkttemperatur zur Vermeidung eines Absinkens der Objekttemperatur auf oder unter die Taupunkttemperatur.

[0004] Anwendungsbereiche für derartige Sensoreinheiten bzw. für ein solches Verfahren finden sich in der Verfahrenstechnik, aber auch in der Automobiltechnik. Dort ist es von großer Bedeutung, die Kondensation, insbesondere von Wasserdampf, an

Oberflächen zu vermeiden. Beispielsweise kann es im Autoverkehr durch "Beschlagen" der Windschutzscheibe zu gefährlichen Situationen kommen.

[0005] Bisher werden derartige Sensoreinheiten mit kapazitiven oder auf einer Leitfähigkeitsmessung beruhenden Feuchtesensoren in Verbindung mit einem berührenden Temperatursensor realisiert. Kapazitive Feuchtesensoren ermitteln als eigentliche Messgröße die "relative Feuchte", d.h. eine Messgröße, mit der sich bei Kenntnis der Temperatur der Wasserdampfpartialdruck und damit die Taupunkttemperatur des Gases bestimmen lässt. Grundlage für diese Bestimmung ist der Zusammenhang zwischen Dampfdruck p_D und Trockentemperatur bei einer bestimmten relativen Feuchtigkeit. Die Gesamtheit dieser Kurven wird üblicherweise in einem "hx"-Diagramm aufgetragen. Bei gleichem Dampfdruck p_D , d.h. bei gleichem Wasserdampfgehalt x (in g/kg), weist das Messgas bei unterschiedlichen Trockentemperaturen unterschiedliche "relative Feuchten" auf.

[0006] Entscheidend für das "Beschlagen" oder das Kondensieren auf einer Oberfläche ist die Taupunkttemperatur, welche aus der Kurve für 100 % relative Feuchtigkeit ermittelt werden kann.

[0007] Da die Kurven der "Relativen Feuchtigkeit", die auch als RH-Kurven bezeichnet und die Trockentemperatur in Abhängigkeit des Dampfdrucks bei einer bestimmten relativen Feuchte angeben, im Bereich unter 0°C eine sehr große Steigung aufweisen, nimmt die Empfindlichkeit der Taupunktbestimmung in diesem Bereich stark ab.

[0008] Kapazitive Feuchtesensoren weisen ferner den Nachteil von Driften auf, d.h. dass sie nicht langzeitstabil sind. Diese Driften treten besonders bei hohen und bei sehr niedrigen Feuchten auf, was auf Sättigungs- bzw. Austrocknungseffekte zurückzuführen ist.

[0009] Schließlich sind kapazitive Feuchtesensoren verschmutzungsanfällig, was sich beispielsweise nachteilig bemerkbar macht, wenn in einer Fahrgastzelle eines PKW geraucht wird.

Stand der Technik

[0010] In GB 2 168 506 A ist eine Vorrichtung zum Verhindern des Beschlagens von Fahrzeugscheiben beschrieben, bei welchem an der Scheibe ein Temperatursensor angeordnet ist, und in Abhängigkeit eines Signals eines Taupunktsensors über ein Ventil heiße Luft in die Umgebung der Scheibe geleitet wird.

[0011] Eine weitere Vorrichtung zur Verhinderung des Beschlagens an den Innenflächen von Fensterscheiben ist in DE 40 06 500 A1 beschrieben. Um einen besonders einfachen Aufbau zu erzielen wird

dort vorgeschlagen, an den verschiedenen Karosserie-Säulen jeweils einen Verteiler mit Austrittsöffnungen für warme Luft vorzusehen, der so gestaltet ist, dass die an die Außenfläche der Fensterscheiben ausströmende Luft als eine Grenzschicht an diesen Außenflächen anliegt.

[0012] DE 197 22 577 A1 betrifft eine Einrichtung zum Signalisieren des Beschlagens von Scheiben, vorzugsweise für Fahrzeuge. Um dies ohne optische Messsysteme zu bewerkstelligen, wird dort im Innenraum die momentane Temperatur und die relative Luftfeuchtigkeit bestimmt, aus diesen Daten anhand einer Tabelle die Taupunkttemperatur ermittelt und über eine Vergleichseinrichtung ein Anzeige- oder Auslösesignal abgegeben, wenn sich die Temperatur an der Scheibe der Taupunkttemperatur des momentanen Innenklimas annähert oder diese unterschritten hat.

Aufgabenstellung

[0013] Aufgabe der Erfindung ist es, eine Sensoreinheit und ein Verfahren der oben angegebenen Art zu schaffen, welches variabel einsetzbar ist und bei welchen eine Kondensation zuverlässig vermieden werden kann. Weiterhin soll die Sensoreinheit besonders kostengünstig herstellbar sein.

[0014] Diese Aufgabe wird durch eine Sensoreinheit mit den Merkmalen des Anspruchs 1 bzw. durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 12 gelöst.

[0015] Vorteilhafte Ausgestaltungen der erfindungsgemäßen Sensoreinheit sowie bevorzugte Weiterbildungen des erfindungsgemäßen Verfahrens sind Gegenstand der Unteransprüche.

[0016] Eine Sensoreinheit der oben angegebenen Art ist erfindungsgemäß dadurch weitergebildet, dass die Temperaturnesseinrichtung als berührungslos arbeitender Temperatursensor ausgebildet ist und dass die Regel- und Steuereinrichtung als Temperaturabstandssteuerung ausgebildet ist, bei der die Objekttemperatur als Führungsgröße dient, der Taupunktsensor auf eine Temperatur regelbar ist, die um einen vorbestimmten Mindesttemperaturabstand unter der Objekttemperatur liegt und wobei, sobald eine Betauung am Taupunktsensor auftritt, die Stelleinrichtung zum Erwärmen des Objekts, zum Trocknen der das Objekt umgebenden Atmosphäre und/oder zum indirekten Erwärmen des Objekts durch Erwärmen des Gases ansteuerbar ist.

[0017] Entsprechend ist ein Verfahren der oben genannten Art erfindungsgemäß dadurch weitergebildet, dass die Objekttemperatur berührungslos gemessen wird, dass mit einer Regel- und Steuereinrichtung eine Steuerung durchgeführt wird, bei der

die Objekttemperatur als Führungsgröße verwendet wird, wobei der Taupunktsensor auf eine Temperatur geregelt wird, die um einen vorbestimmten Mindesttemperaturabstand unter der Objekttemperatur liegt und wobei, sobald am Taupunktsensor eine Betauung auftritt, ein Erwärmen des Objekts, ein Trocknen der das Objekt umgebenden Atmosphäre und/oder eine indirekte Erwärmung des Objekts durch Erwärmen des Gases durchgeführt wird, so dass der Temperaturabstand zwischen Objekttemperatur und Taupunkttemperatur durch eine Regel- und Steuereinrichtung über einem vorbestimmten Mindesttemperaturabstand gehalten wird.

[0018] Ein erster Kerngedanke der vorliegenden Erfindung kann darin gesehen werden, dass die Taupunkttemperatur nicht mehr wie bisher durch Messung der relativen Feuchte indirekt bestimmt wird, sondern dass vielmehr mit Hilfe eines Taupunktsensors eine direkte Messung der Taupunkttemperatur vorgenommen wird. Da somit die Unsicherheiten bei der Bestimmung der relativen Feuchte für die Taupunkttemperatur keine Rolle mehr spielen, kann eine Kondensation auf der Objektoberfläche wesentlich zuverlässiger verhindert werden.

[0019] Ein zweiter Kerngedanke der Erfindung betrifft die Messung der Objekttemperatur, welche berührungslos erfolgt. Die erfindungsgemäße Sensoreinheit und das erfindungsgemäße Erfahren sind somit besonders variabel einsetzbar. Beispielsweise kann auch ein sich bewegendes Objekt überwacht und eine Kondensation auf dessen Oberfläche vermieden werden.

[0020] Die berührungslose Temperatur hat den Vorteil, dass dem Messobjekt keine Energie entzogen wird. Dies ist besonders vorteilhaft, wenn die Temperatur einer Oberfläche bestimmt werden soll, da bei Oberflächen-Temperaturmessungen häufig das Problem auftritt, dass das verwendete Sensorelement der Oberfläche Energie entzieht, was zu Fehlmesungen führt. Weiterhin kann durch die berührungslose Temperaturmessung ein Messfeld durch geeignete Wahl eines Abstands und eines Öffnungswinkels gewählt werden, wodurch beispielsweise auch eine integrale Messung der Oberfläche möglich wird. Eine Überwachung von sich bewegenden Objekten kann insbesondere für industrielle Fertigungsprozesse von Bedeutung sein.

[0021] Die erfindungsgemäße Sensoreinheit ist kostengünstig herstellbar und kann in Massenfertigung in großen Stückzahlen zu einem niedrigen Preis produziert werden.

[0022] Als Taupunktsensor wird bevorzugt ein Benetzungssensor eingesetzt. Hierbei handelt es sich um eine Messkomponente, bei welcher die Benetzung einer Messoberfläche mit dem fraglichen Gas,

d.h. die Kondensation dieses Gases, gemessen wird. Hierdurch wird als Vorteil erreicht, dass der Zustand auf der Objektoberfläche, auf welcher eine Kondensation verhindert werden soll, in dem Taupunktsensor selbst nachgebildet wird. Auf diese Weise kann eine Kondensation auf der Objektoberfläche besonders zuverlässig verhindert werden.

[0023] Erfindungsgemäß wird als Taupunktsensor ein Sensor verwendet, bei welchem als Messprinzip die Änderung einer Lichtreflexion und/oder Lichtstreuung bei Kondensation des Gases auf einer Messoberfläche ausgenutzt wird. Besonders bevorzugt wird eine interne Reflexion ausgenutzt.

[0024] Solche Sensoren sind beispielsweise aus DE 199 32 438 bekannt und weisen bei kompaktem und preiswertem Aufbau eine sehr geringe Verschmutzungsempfindlichkeit bei gleichzeitig einfacher Reinigbarkeit auf. Die optischen Eigenschaften einer Oberfläche, insbesondere deren Reflektivität ändern sich sehr stark, wenn diese Oberfläche mit einem Gas benetzt wird, d.h. wenn dieses Gas auf der Oberfläche kondensiert. Dies ermöglicht eine sehr präzise Bestimmung der Taupunkttemperatur.

[0025] Besonders bevorzugt ist dabei ein Sensor, bei welchem die Änderung einer internen Reflexion aufgrund Kondensation des Messgases auf der Messoberfläche gemessen wird, da diese Reflexionsänderung weitgehend unabhängig von eventuellen Verschmutzungen, wie beispielsweise Staub, auf der Messoberfläche ist.

[0026] Als Temperatursensor kann ein Infrarot-Sensor eingesetzt werden, wobei prinzipiell jeder für den Infrarot-Spektralbereich geeignete Detektor Verwendung finden kann, beispielsweise eine Photowiderstandszeile, ein Thermoelement, ein Bolometer oder ein Halbleiterdetektor, wie z.B. eine Photodiode. Bevorzugt wird aber als Detektor ein Thermopile-Detektor verwendet. Solche Detektoren sind kostengünstig erhältlich und ermöglichen dabei genaue Temperaturmessungen.

[0027] Die Genauigkeit der Temperaturmessung kann weiter erhöht werden, wenn der Temperatursensor mit einem spektralen Filter versehen ist. Hierbei kann es sich insbesondere um ein 8 – 14 μm -Fenster, d.h. ein atmosphärisches Fenster, handeln.

[0028] Es kann außerdem eine weitere Temperatormesseinrichtung zur Bestimmung einer Atmosphärentemperatur der das Objekt umgebenden Atmosphäre vorgesehen sein. Insbesondere kommt hierbei eine Bestimmung einer Innenraumtemperatur in einer Fahrgastzelle eines Kraftfahrzeugs in Betracht. Mit einer entsprechenden Regeleinrichtung kann unter Verwendung der gemessenen Innenraumtempe-

ratur, einen entsprechenden Taupunktabstand vorausgesetzt, das Klima in der Fahrgastzelle in den Bequemlichkeitsbereich geregelt werden. Dies bringt für die Insassen erhebliche Vorteile mit sich.

[0029] Bei einer besonders bevorzugten Ausgestaltung ist die erfindungsgemäße Sensoreinheit in einem gemeinsamen Gehäuse untergebracht. Ein solcher kompakter Aufbau ermöglicht eine vielfältige Einsetzbarkeit und leichte Austauschbarkeit der Sensorseinheit.

[0030] Die Erfindung betrifft außerdem eine Vorrichtung zur Vermeidung von Kondensation eines Gases, insbesondere Wasserdampf, auf einer Oberfläche eines Objekts, welche eine erfindungsgemäße Sensoreinheit, sowie weiterhin eine Stelleinrichtung zur Erhöhung eines Temperaturabstands zwischen Objekttemperatur und Taupunkttemperatur aufweist.

[0031] Mit einer solchen Vorrichtung oder einem solchen System werden ebenfalls die oben im Zusammenhang mit der erfindungsgemäßen Sensoreinheit erläuterten Vorteile erzielt.

[0032] Die Stelleinrichtung kann dabei als Erwärmungseinrichtung ausgebildet sein. Hierbei kann es sich um eine Einrichtung zur direkten Erwärmung des Objekts, wie beispielsweise eine Heckscheibenheizung, und/oder um eine Einrichtung zur indirekten Erwärmung des Objekts, wie beispielsweise ein Heizebläse, handeln.

[0033] Sollte aus bestimmten, beispielsweise verfahrenstechnischen Gründen, eine Erwärmung des Objekts unerwünscht sein, kann ein höherer Temperaturabstand zwischen Objekttemperatur und Taupunkttemperatur gleichwohl durch Absenkung der Taupunkttemperatur erreicht werden. In diesem Fall ist die Stelleinrichtung bevorzugt als Trocknungseinrichtung zur Reduzierung eines Gasanteils, insbesondere eines Wasserdampfgehalts, in der das Objekt umgebenden Atmosphäre ausgebildet.

[0034] Einen Haupteinsatzbereich findet die erfindungsgemäße Vorrichtung als Vorrichtung zum Verhindern des Beschlagens der Fensterscheiben eines Kraftfahrzeugs. Wegen der oben beschriebenen prinzipiellen Unterschiede der erfindungsgemäßen Sensoreinheit im Vergleich zum Stand der Technik und der dadurch erzielten Vorteile kann mit einer solchen Vorrichtung eine Kondensation von Wasserdampf auf den Fensterscheiben, d.h. ein "Beschlagen", besonders zuverlässig verhindert und somit die Sicherheit für die Fahrgäste deutlich erhöht werden.

[0035] In Regelungstechnischer Hinsicht erfolgt die Ansteuerung der Stelleinrichtung durch die Regel- und Steuereinrichtung bevorzugt so, dass der Temperaturabstand zwischen Objekttemperatur und Tau-

punkttemperatur über einem vorbestimmten Mindesttemperaturabstand gehalten wird.

[0036] Weitere Vorteile und Eigenschaften der erfindungsgemäßen Sensoreinheit und des erfindungsgemäßen Verfahrens werden nachstehend unter Bezugnahme auf die beigefügten schematischen Figuren beschrieben.

Ausführungsbeispiel

[0037] Dort zeigt:

[0038] [Fig. 1](#) eine schematische Ansicht einer erfindungsgemäßen Vorrichtung mit einer erfindungsgemäßen Sensoreinheit sowie

[0039] [Fig. 2](#) eine schematische Ansicht eines Taupunktsensors von der Art, wie er bei der erfindungsgemäßen Sensoreinheit eingesetzt werden kann.

[0040] Die in [Fig. 1](#) gezeigte Vorrichtung weist eine erfindungsgemäße Sensoreinheit **10** und eine Stelleinrichtung **18**, bei welcher es sich beispielsweise um ein Heizgebläse oder eine Heckscheibenheizung handeln kann, auf. Mit Hilfe eines Temperatursensors **40** als Temperaturreseinrichtung **12**, bei dem es sich um einen Thermopile-Sensor handelt, wird die Oberflächentemperatur eines Objekts **20** ermittelt. Der Temperatursensor **40** erfasst berührungslos die Infrarotstrahlung eines Messflecks **22** auf der Oberfläche **21** des Objekts **20**, wobei ein Akzeptanzbereich des Temperatursensors **40** durch einen Öffnungskegel **13** schematisch dargestellt ist. Der Temperatursensor **40** ist mit einer Regel- und Steuereinrichtung **16** verbunden.

[0041] Die Sensoreinrichtung **10** weist weiterhin einen Taupunktsensor **50** als Taupunktbestimmungseinrichtung **14** auf, der ebenfalls mit der Regel- und Steuereinrichtung **16** verbunden ist. Mit Hilfe des Taupunktsensors **50** wird eine Taupunkttemperatur eines schematisch dargestellten Gases **28**, wobei es sich insbesondere um Wasserdampf handeln kann und welches das Objekt umgibt, bestimmt. Der Taupunktsensor **50** ist dabei bevorzugt als Benetzungs-sensor und insbesondere als Sensor der in DE 199 32 438 beschriebenen Art ausgebildet.

[0042] Temperatursensor **40**, Taupunktsensor **50** und Regel- und Steuereinrichtung **16** sind in einem gemeinsamen Gehäuse **26** untergebracht, so dass ein sehr kompakter Aufbau gewährleistet ist. Die Stelleinrichtung **18**, bei welcher es sich beispielsweise um ein Heizgebläse, aber auch um eine Heckscheibenheizung handeln kann, wird von der Regel- und Steuereinrichtung **16** so angesteuert, dass eine Kondensation des Gases **28**, also beispielsweise von Wasserdampf, auf der Oberfläche **21** des Objekts **20** verhindert wird. Die gemessene Oberflächentempe-

ratur dient dabei als Führungsgröße.

[0043] Stellt sich zwischen der Objekttemperatur und der Taupunkttemperatur ein kritischer Temperaturabstand ein, der die Gefahr der Kondensation mit sich bringt, so sind entsprechende Abhilfemaßnahmen durchzuführen.

[0044] Als Maßnahmen können folgende Aktionen durchgeführt werden:

- Erwärmen des Objektes **20** (Temperaturabstand zwischen Objekttemperatur und Taupunkttemperatur wird größer);
- "Trocknen" der das Objekt umgebenden Atmosphäre (Taupunkttemperatur sinkt, d.h. Temperaturabstand zwischen Objekttemperatur und Taupunkttemperatur wird größer);
- indirekte Erwärmung des Objektes durch Erwärmen des Gases (Effekt wie bei a)) oder
- eine Kombination aus den Möglichkeiten a) bis c).

[0045] Durch die Bestimmung der tatsächlichen (realen) Taupunkttemperatur ist es möglich, gezielt mehrere Aktionen durchzuführen. Außerdem kann bei zusätzlicher Kenntnis z.B. der Innenraumtemperatur einer Fahrgastzelle das Klima, einen entsprechenden Temperaturabstand zum Taupunkt vorausgesetzt, in den Behaglichkeitsbereich geregelt werden. Dies bringt für die Insassen erhebliche Vorteile mit sich.

[0046] Ist eine einfache Antibeschlagseinrichtung erforderlich, so wird erfindungsgemäß eine einfache ΔT -Steuerung eingeführt. Hierzu wird die Objekttemperatur als Führungsgröße verwendet. Der Taupunktsensor **50** wird auf eine Temperatur geregelt, die um den ΔT -Wert (z.B. 5°C) unter der Objekttemperatur liegt. Sobald Betauung am Taupunktsensor **50** auftritt, werden die Aktionen a) bis d) ausgeführt. Die Aktionen können in Abhängigkeit von der Objekttemperatur unterschiedlich gestaltet sein.

[0047] [Fig. 2](#) zeigt einen Taupunktsensor von der Art, wie er bevorzugt bei der erfindungsgemäßen Sensoreinheit eingesetzt wird.

[0048] Kernbestandteil dieses Sensors ist eine Anordnung eines Lichtleiters **52**, in welchen Licht **56** aus einem Sender oder einer Quelle **54**, bei welcher es sich beispielsweise um eine Leuchtdiode handeln kann, eingekoppelt wird. Nach einer Mehrzahl von internen Reflexionen an den Außenflächen des Lichtleiters **52** gelangt ausgekoppeltes Licht **66** auf einen Empfänger **68**, bei welchem es sich um eine Photodiode handeln kann. An einer Rückseite des Lichtleiters **52** ist ein Peltierelement **74** angebracht, mit welchem der Lichtleiter **52** definiert abgekühlt werden kann.

[0049] Bei der Messung kühlt das Peltierelement 74 den Lichtleiter 52 so lange ab, bis ein zu untersuchendes Gas 28, bei dem es sich insbesondere um Wasserdampf handeln kann, an einer außen liegenden Oberfläche 60 des Lichtleiters 52 kondensiert. Eine solche Kondensationsschicht 58 ist schematisch im linken Bereich der Oberfläche 60 des Lichtleiters 52 dargestellt. Durch die Benetzung der Oberfläche 60, beispielsweise mit Wasser, steigt der kritische Winkel für die interne Reflexion über den Einfallswinkel des Lichts 56 gegenüber der Oberflächennormale der Oberfläche 60 an, so dass dieses Licht nicht mehr, wie bisher, an der inneren Grenzfläche total reflektiert wird, sondern aus dem Lichtleiter 52 ausgekoppelt wird. Wegen dieses Anteils an ausgekoppeltem Licht 62 sinkt die im Empfänger 68 nachgewiesene Intensität, worauf auf eine Benetzung der Oberfläche 60 und somit auf ein Erreichen der Taupunkttemperatur geschlossen werden kann.

[0050] Der in [Fig. 2](#) gezeigte Sensor 50 weist als besonderen Vorteil auf, dass Schmutzpartikel 64 nahezu keine Verschlechterung der Messgenauigkeit bewirken, da diese Schmutzpartikel, solange sie trocken sind, wegen ihrer gegenüber der Gesamtfläche vernachlässigbaren Kontaktfläche mit der Oberfläche 60 des Lichtleiters 62 nur in einem vernachlässigbaren Flächenanteil eine Änderung des kritischen Winkels für Totalreflexion bewirken.

[0051] Der gesamte Taupunktsensor 50 ist kompakt in einem Transistorgehäuse 70 angeordnet, an dessen Unterseite Anschlüsse 72 zum Ansteuern des Senders 54, des Peltierelements 74 sowie zum Auslesen eines Signals des Empfängers 68 vorgesehen sind.

[0052] Der dargestellte Taupunktsensor 50 zeichnet sich durch eine sehr kleine, kompakte Bauweise, welche für eine Massenproduktion konzipiert ist, sowie durch seine Rückführbarkeit aus. Wegen des verwendeten Messprinzips einer Reflexionsänderung bei Kondensation auf einer Messoberfläche handelt es sich um ein Primärverfahren, bei welchen eine Rückrechnung auf die eigentlich zu bestimmende Größe, hier: die Taupunkttemperatur, nicht notwendig ist, so dass eine hohe Genauigkeit erzielt werden kann. Die Alterungerscheinungen sind bei einem solchen Sensor, verglichen z.B. mit kapazitiven Sensoren, minimal. Außerdem wird durch den Sensor aktiv nachgebildet, was an der Scheibe bei entsprechender Temperatur stattfinden würde, d.h. gegebenenfalls Betauung.

[0053] Der Taupunktsensor 50 weist bereits aufgrund des verwendeten Messprinzips eine hohe Langzeitstabilität auf, so dass Nachkalibrierungen nicht nötig sind. Ein wartungsarmer und wirtschaftlicher Betrieb wird darüber hinaus durch die oben erläuterte weitgehende Unempfindlichkeit ge-

gen Verschmutzungen und darüber hinaus auch durch die leichte Reinigbarkeit des Sensors erzielt. Diese vorteilhaften Eigenschaften des Taupunktsensors 50 gestatten somit Messungen, insbesondere auch In-situ-Messungen in Stäuben, Granulaten, wie beispielsweise Getreide, usw.

[0054] Der Sensor ist von -40 bis $+100^{\circ}\text{C}$ einsetzbar. Bei Verwendung von Lichtleitern anstelle der Sender-Empfänger kann der Temperaturbereich noch erweitert werden, wobei in diesem Fall das verwendete Peltier-Element begrenzend ist.

[0055] Damit ist auch der Feuchteeinsatzbereich definiert. Da das Sensorprinzip auf Sättigung basiert, wird er immer an 100% RH adaptiert.

[0056] Mögliche Einsatzgebiete der erfindungsgemäßen Sensoreinheit des erfindungsgemäßen Verfahrens finden sich neben der Verfahrens-, der Klima-, der Medizin- und der Lebensmitteltechnik vor allem, wie oben beschrieben, in der Automobiltechnik. Darüber hinaus sind aber auch Anwendungen in der Luft- und Raumfahrttechnik sowie im Bereich der Qualitätssicherung möglich.

Patentansprüche

1. Sensoreinheit für eine Vorrichtung zur Vermeidung von Kondensation eines Gases, insbesondere Wasserdampf, auf einer Oberfläche eines Objekts, mit einer Temperaturreseinrichtung (12) zum Messen einer Objekttemperatur, mit einem Taupunktsensor (50) zur direkten Bestimmung einer Taupunkttemperatur des Gases in einer das Objekt (20) umgebenden Atmosphäre, wobei der Taupunktsensor als Messprinzip die Änderung einer Lichtreflexion und/oder Lichtstreuung bei Kondensation des Gases auf einer Messoberfläche (52) ausnutzt, und mit einer Regel- und Steuereinrichtung (16), die mit der Temperaturreseinrichtung (12) und mit dem Taupunktsensor (50) in Wirkverbindung steht und mit welcher eine Stelleinrichtung (18) zur Erhöhung eines Temperaturabstands zwischen der Objekttemperatur und der Taupunkttemperatur in Abhängigkeit der von der Temperaturreseinrichtung (12) und dem Taupunktsensor (50) gewonnenen Daten steuerbar ist, dass ein Absinken der Objekttemperatur auf oder unter die Taupunkttemperatur vermieden wird,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Temperaturreseinrichtung (12) als berührungslos arbeitender Temperatursensor ausgebildet ist und

dass die Regel- und Steuereinrichtung (16) als Temperaturabstandssteuerung ausgebildet ist, bei der – die Objekttemperatur als Führungsgröße dient, – der Taupunktsensor (50) auf eine Temperatur regelbar ist, die um einen vorbestimmten Mindesttemper-

abstand unter der Objekttemperatur liegt und – wobei, sobald eine Betauung am Taupunktsensor (50) auftritt, die Stelleinrichtung zum Erwärmen des Objekts, zum Trocknen der das Objekt umgebenden Atmosphäre und/oder zum indirekten Erwärmen des Objekts durch Erwärmen des Gases ansteuerbar ist.

2. Sensoreinheit nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Temperatursensor als Infrarot-Sensor ausgebildet ist.

3. Sensoreinheit nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Temperatursensor ein Thermopile-Sensor ist.

4. Sensoreinrichtung nach einem der Ansprüche 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Temperatursensor mit einem spektralen Filter versehen ist.

5. Sensoreinheit nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass bei dem Taupunktsensor (50) als Messprinzip die Änderung einer internen Reflexion bei Kondensation des Gases auf einer Messoberfläche (52) ausgenutzt wird.

6. Sensoreinheit nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass eine weitere Temperaturmesseinrichtung zur Bestimmung einer Atmosphärentemperatur der das Objekt (20) umgebenden Atmosphäre (28), insbesondere eine Innenraumtemperatur in einer Fahrgastzelle eines Kraftfahrzeugs, vorgesehen ist.

7. Sensoreinheit nach einem der Ansprüche 1 bis 6, welche in einem gemeinsamen Gehäuse (26) untergebracht ist.

8. Vorrichtung zur Vermeidung von Kondensation eines Gases, insbesondere Wasserdampf, auf einer Oberfläche eines Objekts, mit einer Sensoreinheit (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 7

und mit einer Stelleinrichtung (18) zur Erhöhung eines Temperaturabstands zwischen Objekttemperatur und Tautemperatur.

9. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Stelleinrichtung als Erwärmungseinrichtung zur direkten und/oder indirekten Erwärmung des Objekts ausgebildet ist.

10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Stelleinrichtung als Trocknungseinrichtung zur Reduzierung eines Gasanteils, insbesondere eines Wasserdampfgehalts, in der das Objekt umgebenden Atmosphäre ausgebildet ist.

11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 10, welche als Vorrichtung zum Verhindern des Be-

schlagens der Fensterscheiben eines Kraftfahrzeugs ausgebildet ist.

12. Verfahren zur Vermeidung von Kondensation eines Gases, insbesondere von Wasserdampf, auf einer Oberfläche eines Objekts, mit den Verfahrensschritten:

(a) Messen einer Objekttemperatur,
 (b) Bestimmen einer Taupunktttemperatur des Gases in einer das Objekt umgebenden Atmosphäre, wobei die Taupunktttemperatur des Gases mit einem Taupunktsensor direkt gemessen wird und wobei als Messprinzip die Änderung einer Lichtreflexion und/oder Lichtstreuung, insbesondere einer internen Reflexion, bei Kondensation des Gases auf einer Messoberfläche ausgenutzt wird,
 (c) Erhöhen der Objekttemperatur und/oder Reduzierung der Taupunktttemperatur in Abhängigkeit der in Schritt (a) gemessenen Objekttemperatur und/oder der in Schritt (b) bestimmten Taupunktttemperatur zur Vermeidung eines Absinkens der Objekttemperatur auf oder unter die Taupunktttemperatur, dadurch gekennzeichnet, dass die Objekttemperatur berührungslos gemessen wird, dass mit einer Regel- und Steuereinrichtung (16) eine Steuerung durchgeführt wird, bei der die Objekttemperatur als Führungsgröße verwendet wird,

– wobei der Taupunktsensor auf eine Temperatur ge regelt wird, die um einen vorbestimmten Mindesttemperaturabstand unter der Objekttemperatur liegt und – wobei, sobald am Taupunktsensor eine Betauung auftritt, ein Erwärmen des Objekts, ein Trocknen der das Objekt umgebenden Atmosphäre und/oder eine indirekte Erwärmung des Objekts durch Erwärmen des Gases durchgeführt wird, so dass der Temperaturabstand zwischen Objekttemperatur und Taupunktttemperatur durch eine Regel- und Steuereinrichtung (16) über einem vorbestimmten Mindesttemperaturabstand gehalten wird.

Es folgt ein Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

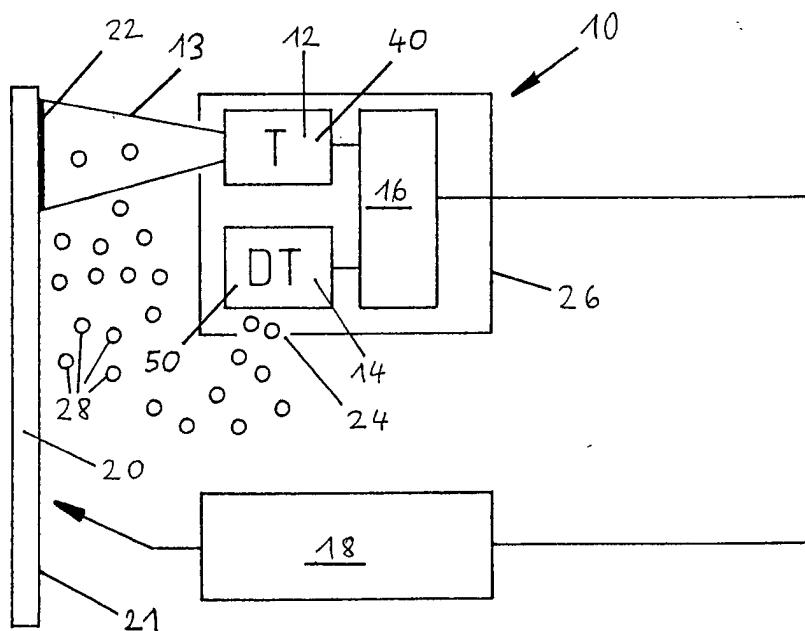


Fig.1

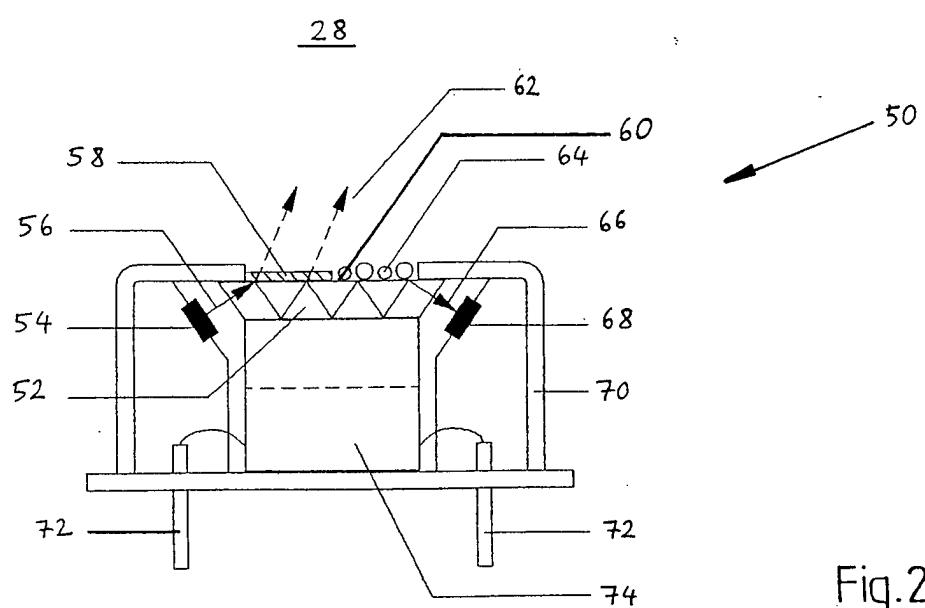


Fig.2