(19) BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

DEUTSCHES PATENTAMT

(12) **Offenlegungsschrift**

(10) **DE 41 27 690 A 1**

(51) Int. Cl.[5]:
F 24 F 11/00
G 05 D 23/19
// B60H 1/00

(21) Aktenzeichen: P 41 27 690.6
(22) Anmeldetag: 21. 8. 91
(43) Offenlegungstag: 27. 2. 92

DE 41 27 690 A 1

(30) Unionspriorität: (32) (33) (31)

24.08.90 JP 2-223321

(71) Anmelder:

Nippondenso Co., Ltd., Kariya, Aichi, JP

(74) Vertreter:

Zumstein, F., Dipl.-Chem. Dr.rer.nat.; Klingseisen, F., Dipl.-Ing., Pat.-Anwälte, 8000 München

(72) Erfinder:

Taniguchi, Yousuke, Nagoya, Aichi, JP; Miyawaki, Tadayuki, Kagoshima, JP; Tanaka, Hisashi; Kitada, Motohiro, Anjo, Aichi, JP

(54) Steuergerät für eine Klimaanlage

(57) Die Temperatur und Geschwindigkeit eines aus einer Klimaanlage ausgeblasenen Winds werden derart gesteuert, daß ein durch die folgende Formel ausgedrückter Temperaturempfindungswert TS zu einem Temperaturempfindungssollwert wird durch Verwenden einer Gesichtshauttemperatur t_{SK} und einer Änderungsgeschwindigkeit der Gesichtshauttemperatur, t'_{SK}:
$TS = A(t_{SK} - B) + Ct'_{SK}$,
wobei A ein Koeffizient im Bereich von 0,4-1,0, B ein Koeffizient im Bereich von 32,8-35,0 und C ein Koeffizient im Bereich von 10,0-85,0 sind.

DE 41 27 690 A 1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Steuergerät zum Steuern des Betriebs einer Klimaanlage in Kraftfahrzeugen oder dergleichen oder in Büros oder dergleichen, insbesondere ein Steuergerät für eine Klimaanlage zur Ausführung einer angenehmen Luftkonditionierung bzw. Klimatisierung, wenn die Temperatur der menschlichen Haut eine Änderung erfährt, etwa während des Beginns der Klimatisierung und bei Schwankungen der Wärmebelastung, und wenn die Hauttemperatur stabil bleibt.

Die offengelegten japanischesn Patentanmeldungen 57-37 642 und 1-2 29 713 dienen als Grundlage für die Erfindung. Gemäß diesen Druckschriften wird die Temperatur der menschlichen Haut als Maß für die Klimatisierungssteuerung verwendet zur Erzielung einer angenehmen Klimatisierung.

Bei der offengelegten japanischen Patentanmeldung 57-37 642 wird in einem mit einer Klimaanlage versehenen Fahrzeug die Temperatur der menschlichen Gesichtshaut auf 33°C (Festwert) gehalten. Da jedoch bei dieser Technik die Gesichtshauttemperatur lediglich auf einen Festwert gesteuert wird, bestehen die folgenden Nachteile:

1) Eine Steuerung für eine angenehme Klimatisierung kann in einer Situation nicht erfolgen, in der sich die Hauttemperatur während einer frühen Periode nach dem Start einer Klimaanlage plötzlich ändert. Dieser Übergangszustand der Hauttemperatur wird im folgenden als unstetiger Zustand bezeichnet.

2) Da kein Klimatisierungssteuerverfahren für den Fall vorgesehen ist, in dem die Gesichthauttemperatur von einem Sollwert abweicht wegen Schwankungen der Wärmebelastung auf Grund einer Aussetzung gegenüber den Sonnenstrahlen oder dergleichen, ist es unmöglich, die Gesichthauttemperatur durch eine geeignete Steuerung auf einen Sollwert zu steuern.

3) Es wurde durch die Untersuchung des Erfinders bestätigt, daß die Hauttemperatur in einem angenehmen Zustand von 33°C oder in der Nähe dieses Werts die Mitteltemperatur der Haut des gesamten Körpers in einem stetigen Zustand ist und nicht für die Gesichtshauttemperatur gilt. Daher ist es mit diesem Stand der Technik unmöglich, eine angenehme Klimatisierung zu erzielen. Die angegebene mittlere Hauttemperatur wird in der Physiologie verwendet und ist ein Wert, der erzielt wird durch Messen der Hauttemperatur an einer Anzahl von Stellen und durch Gewichtsmitteln der Messungen unter Verwendung von Bereichen der jeweiligen Körperteile als Gewichte, um einen Durchschnitt der Hauttemperaturen aufzuzeigen, die an den jeweiligen Körperteilen ungleichmäßig sind.

Um mit den plötzlichen Änderungen der Haupttemperatur (unstetiger Zustand) fertig zu werden, erfolgt beim Stand der Technik nach der offengelegten japanischen Patentanmeldung 1-2 29 713 die Klimatisierungssteuerung entsprechend den Fällen, in denen die Haupttemperatur stetig bleibt, und den Fällen, in denen sie sich plötzlich ändert, unter Verwendung einer Temperaturempfindungs-Erfassungseinrichtung durch Anwenden einer Formel zur Temperaturempfindungsschätzung ($S = aT_s + bT_s + c\Sigma T_s + d$ oder einer Modifkation dieser Formel) unter Verwendung von Hauttemperaturen und einer Geschwindigkeitsänderung der Hauttemperatur. Bei dieser Technik bestehen jedoch die folgenden Nachteile:

1) In der oben genannten Druckschrift wird festgestellt, daß ein der Hauttemperaturmessung ausgesetzter Körperteil ein Teil ist, der die mittlere Hauttemperatur des gesamten Körpers wiedergibt. Es wurde jedoch auf Grund der Untersuchung des Erfinders gefunden, daß bei einer Wärmeumgebung, in der die Verteilungen von etwa der Temperatur und der Windgeschwindigkeit in der Umgebung eines Menschen erzeugt werden, wie im Fall der Kraftfahrzeugklimatisierung, der Körperteil, der die mittlere Hauttemperatur des gesamten Körpers hat, sich in Abhängigkeit von der Art der angewendeten Klimatisierung, einschließlich dem Erhitzen und Kühlen, verschiebt. Folglich kann der der Messung der Hauttemperatur ausgesetzte Körperteil nicht auf einen speziellen Teil begrenzt werden. Dies verursacht folglich eine Abnahme der Steuergenauigkeit des Erhitzens und Kühlens.

2) Die menschliche Hauttemperatur variiert für jeden Körperteil, wobei die Art, in der sich die Hauttemperatur ändert, für jeden Körperteil variiert, an dem eine Klimatisierung vorgenommen wird. Demnach muß in einem Fall, in dem eine Klimatisierungssteuerung durch Schätzen (Bestimmen) der Temperaturempfindung unter Anwendung der Hauttemperatur erfolgt, die Beziehung zwischen der Hauttemperatur und der Temperaturempfindung verwendet werden, die für jeden gemessenen Körperteil variieren. Dies wird jedoch bei diesem Stand der Technik nicht in Betracht gezogen.

3) Es ist aus der Literatur auf dem Gebiet der Wärmephysiologie bekannt, daß die Faktoren für die Bestimmung der Temperaturempfindung von Menschen die Hauttemperatur, die Änderungsgeschwindigkeit der Hauttemperatur und dergleichen sind. Bei diesem Stand der Technik sind jedoch spezielle Beispiele vom Koeffizienten einer Formel zur Bestimmung der Temperaturempfindung nicht gezeigt, wobei in der Praxis empirisch-praktische Methoden benötigt werden, um die Klimatisierung durch Bestimmen der Temperaturempfindung zu steuern.

Wie oben beschrieben, ist es gemäß dem Stand der Technik, bei dem die menschliche Hauttemperatur als Maß für die Klimatisierungssteuerng festgelegt ist, unmöglich, eine Klimatisierungssteuerung auszuführen, die die Temperaturempfindung des Benutzers in einem angenehmen Zustand halten kann, und zwar sowohl, wenn die Hauttemperatur stetig ist, als auch wenn sie unstetig ist. Es ist somit unmöglich, eine Klimatisierungssteuerung in der Praxis durchzuführen.

Im Hinblick auf das Obige ist es Aufgabe der Erfindung, ein Steuergerät für eine Klimaanlage zu schaffen, die die Temperaturempfindung eines Benutzers in einem angenehmen Zustand halten kann, während der stetigen

und auch der unstetigen Zustände der Hauttemperatur bei der Klimatisierungssteuerung, bei der die Hauttemperatur als Maß festgelegt ist, und zwar durch genaues Schätzen der Temperaturempfindung aus der Beziehung zwischen Charakteristiken der menschlichen Temperaturempfindung und Charakteristiken der Hauttemperatur.

Zur Lösung dieser Aufgabe der Erfindung ist gemäß **Fig.** 1 ein Steuergerät für eine Klimaanlage vorgesehen, das sich auszeichnet durch eine Gesichtshauttemperatur-Erfassungseinrichtung C1 zum Erfassen der Hauttemperatur eines menschlichen Gesichts und durch eine Steuereinrichtung zum Steuern der Klimaanlage C4 derart, daß ein durch die folgende Formel numerisch ausgedrückter Empfindungswert TS zu einem Temperaturempfindungsollwert wird:

$$TS = \{A(t_{SK} - B) + C \cdot t'_{SK}\}\alpha + K,$$

wobei

A ein Koeffizient im Bereich von 0,4 – 1,0 ist, der eine Differenz eines Temperaturempfindungswerts gegenüber einer Differenz der Hauttemperatur des Gesichts angibt;
B ein Koeffizient im Bereich von 32,8 – 35,0 ist, damit die Gesichtshauttemperatur und der Temperaturempfindungswert der Differenz des durch den Koeffizient A bestimmten Temperaturempfindungswerts entsprechen;
C ein Koeffizient im Bereich von 10,0 – 85,0 ist, der einen Beitrag der Änderungsgeschwindigkeit der Hauttemperatur zum Temperaturempfindungswert angibt;
t_{SK} eine Gesichtshauttemperatur ist;
t_{SK} eine Änderungsgeschwindigkeit der Gesichtshauttemperatur ist;
α ein Wert ist, der einem Intervall zwischen benachbarten Temperaturempfindungswerten entspricht;
K ein Bezugswert des Temperaturempfindungswerts ist.

Die Einheit der Gesichtshauttemperatur kann zum Beispiel °C sein, während die Einheit der Geschwindigkeitsänderung °C/sec sein kann. Es können aber auch °F oder andere ähnliche Einheitssysteme verwendet werden.

Wenn der Temperaturempfindungswert TS, falls die Temperatur weder warm noch kalt ist, d. h. eine neutrale Temperaturempfindung, als Bezug verwendet wird, und falls der Bezugswert K zu dieser Zeit als O festgelegt wird und der einem Intervall zwischen benachbarten Temperaturempfindungswerten entsprechende Wert α auf 1 festgelegt wird, und falls der Temperaturempfindungswert TS so bestimmt wird, daß er größer als die Temperaturempfindungsänderungen von der neutralen Temperaturempfindung zu einer höheren Temperaturempfindung wird und größer als die Temperaturempfindungsänderungen zu einer niedrigeren Temperaturempfindung wird, dann kann der Temperaturempfindungswert TS wie folgt ausgedrückt werden:

5: sehr heiß, 4: heiß, 3: geringfügig heiß,
2: warm, 1: geringfügig warm, 0: weder warm noch kalt,
–1: geringfügig kühl, –2: kühl, –3: geringfügig kalt,
–4: kalt, –5: sehr kalt.

Es sei darauf hingewiesen, daß der Bezugswert K entsprechend irgendeiner der genannten Temperaturempfindungen festgelegt werden und ein von 0 abweichender Wert sein kann. Zusätzlich kann der Wert α ein von 1 abweichender Wert sein und kann durch eine Variable gegeben sein, die größer wird, wenn ihr Wert gegenüber dem Bezugswert zunimmt.

Im folgenden wird das Grundprinzip der Erfindung beschrieben. **Fig.** 2 und 3 zeigen Änderungen des aus einem sensorischen Test erhaltenen Temperaturempfindungswert während der Klimatisierung und Änderungen der Hauttemperatur an verschiedenen Stellen eines menschlichen Körpers. Im einzelnen zeigen

Fig. 2 und 3 einen Fall der Kühlung bzw. der Erhitzung bei einer Kraftfahrzeugklimatisierung. Die Gesichtshauttemperatur zeigt eine gut entsprechende Änderungstendenz während der Abkühlung und der Erhitzung gegenüber den Änderungen des Temperaturempfindungswerts. Für weitere Teile (Hände, Beine, Rumpf) ändert sich jedoch die Hauttemperatur nicht oder zeigt Änderungen, die von den Änderungen des Temperaturempfindungswerts abweichen. Wie aus **Fig.** 2 und 3 ersichtlich ist, falls die Klimatisierungssteuerung unter Verwendung der Hauttemperatur als Steuermaß verwendet wird, ist die Schätzung des Temperaturempfindungswertes völlig unmöglich, falls eine andere Hauttemperatur als die Gesichtshauttemperatur verwendet wird, oder die Schätzgenauigkeit des Temperaturempfindungswerts ist gering. Zum Beispiel ändert sich die Hauttemperatur einer Hand, die verhältnismäßig gut den Änderungen des Temperaturempfindungswerts während er Abkühlung entspricht, entgegengesetzt zur Änderungstendenz des Temperaturempfindungswerts während des Erhitzens. Zusätzlich kann die Hauttemperatur eines Beins während des Erhitzens unterschiedlichen Temperaturempfindungswerten entsprechen. Demnach kann, außer wenn im einzelnen angebeben wird, daß die Formel zum Schätzen des Temperaturempfindungswerts der Hauttemperatur eines speziellen Körperteils entspricht, der Temperaturempfindungswert nicht genau geschätzt werden.

Als Ergebnis von sensorischen Auswertungstests, durchgeführt durch die Erfinder unter Verwendung einer Vielzahl von Testpersonen, hat sich bestätigt, daß die Gesichtshauttemperatur die größte Beziehung mit dem Temperaturempfindungswert hat und daß der Temperaturempfindungswert mit hoher Genauigkeit während der Zustände der unstetigen und stetigen Hauttemperatur unter Verwendung einer einfachen Formel geschätzt werden kann, in der die Gesichtshauttemperatur und die Anderungsgeschwindigkeit der Gesichtshauttemperatur als Variable festgelegt sind. Zusätzlich wurde auch bestätigt, daß diese Schätzungsformel beim Kühlen und

auch beim Heizen angewendet werden kann.

Als Ergebnis des durch die Erfinder durchgeführten Versuchs, wurde die folgende, bereits genannte einfache Formel als optimal gefunden:

$$TS = \{A(t_{SK} - B) + C \cdot t'_{SK}\}\alpha + K \quad (1)$$

wobei

A ein Koeffizient im Bereich von 0,4 – 1,0 ist; B ein Koeffizient im Bereich von 32,8 – 35,0 ist; C ein Koeffizient im Bereich von 10,0 – 85,0 ist, t_{SK} die Gesichtshauttemperatur (z. B.°C) ist; t'_{SK} eine Anderungsgeschwindigkeit der Gesichtshauttemperatur (z. B.°C/sec) ist; α ein Wert ist, der einem Intervall zwischen benachbarten Temperaturempfindungswerten ist; und K ein Bezugswert des Temperaturempfindungswerts ist.

Es sei darauf hingewiesen, daß, obwohl die Koeffizienten A, B und C vorzugsweise 0,81, 33,9 bzw. 39,1 betragen, diese Koeffizienten in den genannten Bereichen geändert werden können, um der Differenz der Temperaturempfindung beim Menschen zu entsprechen.

Demnach wird bei der Erfindung die Temperatur der menschlichen Gesichtshaut durch die Gesichtshauttemperatur-Erfassungeinrichtung C1 erfaßt und die Klimaanlage C4 durch die Steuereinrichtung C0 derart gesteuert, daß der Temperaturempfindungswert zu einem Temperaturempfindungssollwert wird. Dieser Temperaturempfindungsollwert kann durch die Solltemperatur-Einstelleinrichtung eingestellt werden.

Da eine Temperaturempfindungsschätzformel verwendet wird, in der die Gesichtshauttemperatur eine strenge Beziehung mit der Temperatsurempfindung während des Kühlens und auch des Heizens als Variable festgelegt ist, kann erfindungsgemäß der Hauttemperatur-Erfassungsteil auf einen Körperteil beschränkt und nur eine Temperaturempfindungsschätzformel verwendet werden. Da die Klimatisierungssteuerung unter Verwendung der Hauttemperatur als Maß auf der Basis dieser Temperaturempfindungsschatzformel erfolgt, kann der Vorteil erzielt werden, daß die Klimaanlage so gesteuert werden kann, daß die Temperaturempfindung des Benutzers in einem angenehmen Zustand gehalten werden kann, und zwar während der Klimatisierungsstarts und Schwankungen der Wärmebelastung, wenn die Temperatur der menschlichen Haut eine Änderung erfährt, und auch während eines stetigen Zustands, wenn die Hauttemperatur stabil bleibt.

Wie in **Fig.** 1 gezeigt, kann die genannte Steuereinrichtung C0 folgendes aufweisen: eine Temperaturempfindungsschätzeinrichtung C2 zum Schätzen des Temperaturempfindungswerts TS entsprechend der Formel (1) auf der Basis eines Ausgangs der Gesichtshauttemperatur-Erfassungseinrichtung C1, und eine Klimatisierungssteuereinrichtung C3 zum Steuern der Klimaanlage C4 derart, daß der durch die Temperaturempfindungsschätzeinrichtung geschätzte Temperaturempfindungswert TS ein Temperaturempfindungssollwert wird.

Zusätzlich kann zur Erzielung des Temperaturempfindungssollwerts eine Änderungsgeschwindigkeit der Gesichtshauttemperatur berechnet werden auf der Basis der Formel (1) und der vorliegenden Gesichtshauttemperatur, die durch die Gesichtshauttemperatur-Erfassungeinrichtung erfaßt wird, und kann die Klimaanlage derart gesteuert werden, daß der Temperaturempfindungswert zum Temperaturempfindungssollwert wird auf der Basis der Geschwindigkeitsänderung der auf diese Weise berechneten Gesichtshauttemperatur.

Ferner kann zum Erzielen des Temperaturempfindungssollwerts nach dem Ablauf einer gegebenen Zeit eine Gesichtshautsolltemperatur berechnet werden auf der Basis der Formel (1) und der vorliegenden Gesichtshauttemperatur, die durch die Gesichtshauttemperatur-Erfassungeinrichtung erfaßt wird, und kann die Klimaanlage derart gesteuert werden, daß der Temperaturempfindungswert zum Temperaturempfindungssollwert wird auf der Basis der auf diese Weise berechneten Gesichtshautsolltemperatur. Wenn in diesem Fall angenommen wird, daß die Gesichtshautsolltemperatur t^*_{SK} und die gegebene Zeit $\Delta\tau$ sind, kann die Änderungsgeschwindigkeit der Gesichtshauttemperatur, t'_{SK}, ausgedrückt werden durch $t'_{SK} = (t^*_{SK} - t_{SK})/\Delta\tau$. Wenn folglich t'_{SK} in die genannte Formel (1) eingesetzt und der Temperaturempfindungswert TS als ein Temperaturempfindungssollwert TS_0 festgelegt wird, um t^*_{SK} zu erzielen, kann die Gesichtshautsolltemperatur t^*_{SK} aus der Formel (1) erhalten werden.

Im folgenden werden Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand der Zeichnung beschrieben. Es zeigen:

Fig. 1 ein Blockdiagramm gemäß der Erfindung;

Fig. 2 ein Diagramm der Änderungen der Hauttemperatur und des Temperaturempfindungswerts während des Kühlens;

Fig. 3 ein Diagramm der Änderungen der Haupttemperatur und des Temperaturempfindungswerts während des Heizens;

Fig. 4 ein Blockdiagramm gemäß einer ersten Ausführungsform der Erfindung;

Fig. 5 ein Diagramm der Änderungen der Hauttemperatur an verschiedenen Teilen eines Gesichts;

Fig. 6 ein Diagramm der Wechselbeziehungen zwischen der Hauttemperatur der Wange und der mittleren Hauttemperatur des Gesichts;

Fig. 7 ein Diagramm eines Koeffizienten A;

Fig. 8 ein Diagramm eines Koeffizienten B;

Fig. 9 ein Diagramm eines Koeffizienten C;

Fig. 10 ein Diagramm der Beziehungen zwischen einem Temperaturempfindungsschätzfehler und dem Koeffizienten A bei festen Koeffizienten B, C;

Fig. 11 ein Diagramm der Beziehungen zwischen dem Temperaturempfindungsschätzfehler und dem Koeffizienten B bei festen Koeffizienten A, C;

Fig. 12 ein Diagramm der Beziehungen zwischen dem Temperaturempfindungsschätzfehler und dem Koeffizienten C bei festen Koeffizienten A, B;

Fig. 13 einen Ablaufplan eines Programms zum Schätzen eines Temperaturempfindungswerts gemäß der ersten Ausführungsform;

Fig. 14 einen Ablaufplan eines Klimatisierungssteuerprogramms gemäß der ersten Ausführungsform;
Fig. 15 einen Ablaufplan von Einzelheiten eines Kühlsteuerprogramms;
Fig. 16 einen Ablaufplan von Einzelheiten eines Heizsteuerprogramms:
Fig. 17 ein Diagramm von Änderungen eines geschätzten Werts eines Temperaturempfindungswerts gemäß der ersten Ausführungsform und eines vereinbarten Werts hiervon gemäß einem sensorischen Test;
Fig. 18 ein Diagramm von Änderungen des geschätzten Werts und des vereinbarten Werts des Temperaturempfindungswerts während des Heizens;
Fig. 19 ein Blockdiagramm einer zweiten Ausführungsform der Erfindung;
Fig. 20 einen Ablaufplan eines Programms zum Berechnen einer Änderungsgeschwindigkeit der Gesichtshauttemperatur gemäß der zweiten Ausführungsform;
Fig. 21 einen Ablaufplan eines Klimatisierungssteuerprogramms gemäß der zweiten Ausführungsform;
Fig. 22 ein Blockdiagramm gemäß einer dritten Ausführungsform der Erfindung;
Fig. 23 einen Ablaufplan eines Programms zum Berechnen einer Gesichtshautsolltemperatur t^*_{SK} gemäß der dritten Ausführungsform.
Im folgenden werden die bevorzugten Ausführungsformen der Erfindung im einzelnen beschrieben.

Erste Ausführungsform

Bei dieser Ausführungsform findet die Erfindung Anwendung bei einer in einem Kraftfahrzeug verwendeten Klimaanlage. Gemäß **Fig.** 4 enthält die Kraftfahrzeugklimaanlage ein Gebläse **10**, einen Verdampfer **12**, der Teil eines nicht gezeigten Kältekreislaufs ist, und einen Heizkern **14** zum Erhitzen von Luft mit warmem Wasser aus einem nicht gezeigten Motorkühlsystem. Zwischen dem Verdampfer **12** und dem Heizkern **14** befindet sich eine Luftmischklappe **16** zum Regeln einer durch den Heizkern **14** hindurchtretenden Luftmenge nach dem Kühlen durch den Verdampfer **12**. Stromab vom Heizkern **14** befindet sich eine Luftmischkammer **18** zum Mischen der durch den Heizkern **14** erhitzten Luft nach dem Hindurchtreten durch den Verdampfer **12** mit der Luft, die nach dem Hindurchtreten nach dem Verdampfer **12** nicht durch den Heizkern **14** hindurchgetreten ist. Ein zum Gesicht eines Insassen gerichteter Luftauslaß **20** befindet sich an einem stromab gelegenen Ende der Luftmischkammer **18**. Die am Gebläse **10** angelegte Spannung wird durch einen Gebläsespannungsregler **22** geregelt. Die Öffnung der Luftmischklappe **16** wird durch einen Luftmischungsöffnungsregler **24** geregelt.
Ein durch ein Infrarotstrahlungsthermometer gebildeter Gesichtshauttemperaturfühler **28** befindet sich an einer Stelle, an der die Gesichtshauttemperatur eines Insassen erfaßt werden kann. Dieser Gesichtshauttemperaturfühler **28** ist mit einem Temperaturempfindungsschätzrechner **30** verbunden zum Schätzen eines Temperaturempfindungswerts durch eine noch zu beschreibende Temperaturempfindungsschätzformel. Der Rechner **30** ist mit einem Klimatisierungssteuerrechner **32** verbunden zum Steuern der Öffnung der Luftmischklappe **16** durch Steuern des Luftmischklappenöffnungsreglers **24**. Mit diesem Klimatisierungssteuerrechner **32** ist eine Vorrichtung **26** verbunden, die einen Temperaturempfindungssollwert TS_0 darin eingibt. Die folgende Formel zum Schätzen eines Temperaturempfindungswerts wird vorher im Temperaturempfindungsschätzungsrechner **30** gespeichert:

$$TS = A^x(t_{SK} - B) + C^x t'_{SK} \quad (2)$$

wobei A, B und C Koeffizienten sind, t_{SK} eine Gesichtshauttemperatur ist und t'_{SK} eine Änderungsgeschwindigkeit der Gesichtshauttemperatur ist. Zusätzlich ist die Einheit der Gesichtshauttemperatur t_{SK}°C, während die Einheit der Änderungsgeschwindigkeit der Gesichtshauttemperatur t'_{SK}°C/sec ist. Die angegebene Formel (2) ist abgeleitet aus der Festlegung des Bezugswerts K in der Formel (1) auf 0 und von α auf 1.
Im folgenden wird eine Beschreibung der Formel (2) gegeben. Nach dem Messen können Unterschiede der Hauttemperatur unter den verschiedenen Teilen des Gesichts ermittelt werden. Gemäß **Fig.** 5 sind jedoch diese Hauttemperaturen, ob an der Seite des Munds, an einer Wange, dem Kinn, der Stirn oder der Schläfe befindlich, bestrebt, sich während der Klimatisierung in derselben Weise zu ändern. Mit anderen Worten, es gibt keine Fälle, in denen die Neigung zur Änderung des Temperaturempfindungswerts und die Neigung zur Änderung der Hauttemperatur entgegengesetzt zur Hauttemperatur der Hände oder derjenigen der Beine ist, oder in denen zwei Temperaturempfindungswerte einer einzigen Hauttemperatur entsprechen. Demnach genügt es bei der Handhabung der Gesichtshauttemperatur, wenn eine Formel zum Schätzen eines Temperaturempfindungswerts vorher unter Verwendung eines Mittelwerts aufbereitet wird, der an mehreren oder an einer Vielzahl von Stellen im Gesicht gemessen wird, und wenn ein Temperaturempfindungswert geschätzt wird durch Umwandeln der Temperatur jedes erfaßten Teils auf eine mittlere Gesichtshauttemperatur aus den Wechselbeziehungen zwischen der mittleren Gesichtshauttemperatur und der Temperatur jedes erfaßten Teils. **Fig.** 6 zeigt die Wechselbeziehungen zwischen der Hauttemperatur der Wange und der mittleren Gesichtshauttemperatur. In einem Fall, in dem ein Teil des der Hauttemperaturmessung ausgesetzten Gesichts festgesetzt werden kann, genügt es zusätzlich, wenn eine Formel zum Schätzen eines Temperaturempfindungswerts unter Verwendung der Hauttemperatur dieses erfaßten Teils als Variable festgelegt und vorher aufbereitet wird.
Aus der Literatur der Wärmephysiologie ist bekannt, daß die Hauptfaktoren zur Bestimmung des Temperaturempfindungswerts die Hauttemperatur und die Änderungsgeschwindigkeit der Hauttemperatur sind. Das heißt, qualitativ gesprochen, die Temperaturempfindung eines Menschen hängt teilweise von der Hauttemperatur ab. Das heißt, je höher die Hauttemperatur ist, umso wärmer oder heißer fühlt man sich, während je niedriger die Hauttemperatur ist, umso kühler oder kälter man sich fühlt. Andererseits in Begriffen der Änderungsgeschwindigkeit der Hauttemperatur, wenn die Hauttemperatur zum Beispiel hoch ist, fühlt man sich kühl, wenn die Hauttemperatur abnimmt, während wenn die Hauttemperatur nierdrig ist, fühlen man sich warm, wenn die

Hauttemperatur ansteigt. Als Beispiel des ersteren Falls, fühlt sich eine im Sommer außer Haus befindliche Person sofort kühl, wenn sie in den Schatten gelangt. Zu dieser Zeit gibt es keinen Einfluß der Aussetzung gegenüber der Sonnenbestrahlung, so daß sich die Person kühl fühlt, wenn die Hauttemperatur abzunehmen beginnt trotz der Tatsache, daß die Hauttemperatur selbst verhältnismäßig hoch ist. Wenn aber dieselbe Person während einer langen Zeit im Schatten verweilt, wird sich die Hauttemperatur stabilisieren und sich diese Person nicht weiter kühl wie vorher fühlen und sich trotz der Tatsache wieder heiß fühlen, daß die Umgebungstemperatur die Luftströmungsgeschwindigkeit, die Feuchtigkeit und dergleichen unverändert bleiben. Diese Art von Erfahrung ist für alle Leute ziemlich gleich. Obwohl, wie oben beschrieben, regelmäßig gesagt wurde, daß die Hauptfaktoren für die Temperaturempfindung die Hauttemperatur und die Änderungsgeschwindigkeit der Hauttemperatur sind, wurden keine Versuche unternommen, diese Faktoren quantitativ auf die derzeitige Anwendung der Klimatisierungssteuerung zu beziehen.

Bei dieser Ausführungsform wird die Temperaturempfindung wie folgt quantitativ bestimmt: Wenn der Temperaturempfindungswert durch die genannte Formel (2) ausgedrückt ist, zeigt der erste Ausdruck auf der rechten Seite einen Beitrag der Gesichtshauttemperatur zum Temperaturempfindungswert an, und wenn die Änderungsgeschwindigkeit der Gesichtshauttemperatur festgelegt ist, zeigt der Koeffizent A eine Differenz (Gradient) des Temperaturempfindungswerts gegenüber der Differenz der Hauttemperatur an, vgl. **Fig.** 7. Der Koeffizient B wird verwendet, damit die Gesichtshauttemperatur und die quantitativ bestimmte Temperaturempfindung (Temperaturempfindungswert) dem durch den Koeffizienten A bestimmten Gradienten entsprechen, vgl. **Fig.** 8.

Die Breite des Koeffizienten A zieht die Unterschiede zwischen Individuen bei gewählten Werten der Temperaturempfindung in einem sensorischen Test in Betracht. Wenn der Koeffizient A von einem angegebenen Bereich abweicht, zeigt er eine Charakteristik des Unterschieds in einer unrealistischen Temperaturempfindung gegenüber dem Unterschied der Hauttemperatur. Das heißt, wenn der Koeffizient A übermäßig groß ist, folgt, daß die Temperaturempfindung mit einer Empfindlichkeit geschätzt wird, die tatsächlich nicht auftreten kann. Wenn andererseits der Koeffizient A übermäßig klein ist, wird die Temperaturempfindung mit einer Schwerfälligkeit geschätzt, die tatsächlich nicht auftreten kann. In jedem Fall ist die Schätzung der Temperaturempfindung unmöglich und kann die Klimatisierungssteuerung nicht richtig ausgeführt werden. Die Breite des Koeffizienten B zieht die Unterschiede zwischen Individuen in der selben Weise wie der Koeffizient A in Betracht. Wenn der Koeffizient B von einem angegebenen Bereich abweicht und übermäßig groß oder klein wird, folgt, daß die Temperaturempfindung einer unrealistischen Hauttemperatur entspricht. In jedem Fall ist die Schätzung der Temperaturempfindung unmöglich und kann die Klimatisierungssteuerung nicht richtig ausgeführt werden.

Gemäß **Fig.** 9 zeigt der Koeffizient C einen Grad für den Beitrag der Änderungsgeschwindigkeit der Hauttemperatur zur Temperaturempfindung. Wenn die Hauttemperatur abfällt (die Änderungsgeschwindigkeit der Hauttemperatur ist negativ), nimmt die quantitativ bestimmte Temperaturempfindung einen kleinen Wert an, während, wenn die Hauttemperatur ansteigt (die Änderungsgeschwindigkeit der Hauttemperatur ist positiv), nimmt die quantitativ bestimmte Temperaturempfindung einen großen Wert an, so daß der Koeffizient C selbst zu einem positiven Wert wird. Die Breite des Koeffizienten C zieht Unterschiede zwischen Individuen in Betracht. Wenn der Koeffizient C von einem angegebenen Bereich abweicht und sich 0 nähert, folgt, daß der Beitrag der Änderung der Hauttemperatur zur Temperaturempfindung weitaus geringer als im tatsächlichen Fall bewertet wird. Umgekehrt, wenn der Koeffizient C vom angegebenen Bereich abweicht und übermäßig groß wird, wird der Beitrag der Änderung der Hauttemperatur zur Temperaturempfindung weitaus stärker als im tatsächlichen Fall bewertet. In jedem Fall ist es unmöglich, die Temperaturempfindung zu schätzen, wenn sich die Hauttemperatur ändert, während der Anfangsperiode nach dem Klimatisierungsbeginn und während Schwankungen der Wärmebelastung auf Grund der Aussetzung gegenüber den Sonnenstrahlen, der Umgebungstemperatur usw. Hierdurch wird es unmöglich gemacht, eine richtige Klimatisierungssteuerung auszuführen.

Die Erfinder führten eine Vielzahl von Tests für die sensorische Bewertung durch, um die Beziehung zwischen den wie unten gezeigt quantitativ bestimmten Temperaturempfindungswerten und der Hauttemperatur (einschließlich der Änderungsgeschwindigkeit) zu prüfen. Als Ergebnis einer Analyse der Ergebnisse der Tests für die sensorische Bewertung durch mehrfache Regressionsanalyse wurde gefunden, daß als Koeffizienten A, B und C die Werte 0,81, 3,9 bzw. 39,1 optimal sind.

5: sehr heiß, 4: heiß, 3: geringfügig heiß,
2: warm, 1: geringfügig warm, 0: weder warm noch kalt,
−1: geringfügig kühl, −2: kühl, −3: geringfügig kalt,
−4: kalt, −5: sehr kalt.

Zusätzlich wurden die Bereiche der Koeffizienten A, B und C bestimmt aus zulässigen Bereichen der Unterschiede zwischen einzelnen Menschen bei der Wahl ihrer ausgegebenen Werte in den genannten Tests zur sensorischen Bewertung und aus zulässigen Bereichen von Fehlern bei der Wahl der Temperaturempfindungswerte bei Verwendung bei einer Klimatisierungssteuerung wie folgt. Bezüglich des Koeffizenten A wurden Fehler bei der Schätzung der Temperaturempfindungswerte in einem Fall geprüft, wobei der Koeffizient A variiert und die Koeffizienten B und C auf optimale Werte festgelegt wurden, vgl. **Fig.** 10. Wenn der zulässige Bereich dieser Fehler auf ± 1 festgelegt war, eignete sich ein Bereich von 0,4 – 1,0 als Bereich für den Koeffizienten A. Bezüglich der Koeffizienten B wurde die Beziehung zwischen dem Koeffizienten B und den Fehlern bei der Schätzung der Temperaturempfindung geprüft durch Variieren des Koeffizienten B bei auf optimale Werte festgelegten Koeffizienten A und C, vgl. **Fig.** 11. Wenn der zulässige Bereich der Fehler auf ± 1 festgelegt wurde,

eignete sich der Bereich von 32,8 – 35,0 als Bereich des Koeffizienten B. Bezüglich des Koeffizienten C wurde die Beziehung zwischen dem Koeffizienten C und den Fehlern bei der Schätzung der Temperaturempfindung geprüft durch Verändern des Koeffizienten C bei auf optimalen Werten festgelegten Koeffizienten A und B, vgl. **Fig.** 11. Wenn der zulässige Bereich der Fehler auf ±1 festgelegt wurde, eignete sich der Bereich von 10,0 – 85,0 als Bereich des Koeffizienten C.

Es folgt eine Beschreibung eines Steuerprogramms gemäß der Erfindung. **Fig.** 13 zeigt ein Programm zum Schätzen eines Temperaturempfindungwerts durch Verwenden des Temperaturempfindungsschätzungsrechners **30**. Im Schritt **102** wird die durch den Gesichtshauttemperaturfehler **28** erfaßte vorliegende Gesichtshauttemperatur t_{SK} erhalten. Im Schritt **104** wird der Temperaturempfindungswert TS gemäß der oben beschriebenen Formel (2) geschätzt. Im Schritt **106** erfolgt eine Bestimmung, ob eine Zeit $\Delta\tau$ sec verstrichen ist oder nicht. Wenn die Antwort JA ist, erfolgt eine Bestimmung in einem nachfolgenden Schritt **108**, ob der Schalter der Klimaanlage ausgeschaltet ist oder nicht. Wenn der Schalter ausgeschaltet ist, endet dieses Programm. Wenn der Schalter nicht ausgeschaltet ist, kehrt der Vorgang zum Schritt **102** zurück, um das vorhergehende Programm zu wiederholen. Es sei darauf hingewiesen, daß die Änderungsgeschwindigkeit der Gesichtshauttemperatur in der Formel (2) gegeben ist durch (vorliegende Gesichtshauttemperatur – Gesichtshauttemperatur vor $\Delta\tau$ sec)/$\Delta\tau$.

Fig. 14 zeigt ein Programm zum Steuern des Gebläsespannungsreglers **22** und des Luftmischklappenöffnungsreglers **24** durch den Klimatisierungssteuerrechner **32**. Im Schritt **110** werden die Drehzahl des Gebläses **10** und die Öffnung der Luftmischklappe **16** auf Anfangswerte eingestellt. Im Schritt **112** wird der durch den Temperaturempfindungsschätzungsrechner **30** geschätzte Temperaturempfindungswert TS erhalten, während im Schritt **114** der durch die Vorrichtung **26** zum Eingeben eines Temperaturempfindungssollwerts eingestellte Temperaturempfindungssollwert TS_0 erhalten wird. Im Schritt **116** erfolgt eine Bestimmung darüber, ob ein Kühlen oder Heizen ausgeführt werden soll. Im Fall des Kühlens erfolgt die Kühlungssteuerung im Schritt **118**, während im Fall des Heizens die Heizsteuerung im Schritt **120** erfolgt. Im Schritt **122** erfolgt eine Bestimmung darüber, ob der Schalter der Klimaanlage ausgeschaltet ist oder nicht. Wenn der Schalter ausgeschaltet ist, endet dieses Programm. Wenn er noch eingeschaltet ist, kehrt der Vorgang zum Schritt **112** zurück, um die vorhergehende Steuerung zu wiederholen.

Fig. 15 zeigt Einzelheiten der Kühlungssteuerung des Schritts **118**. Im Schritt **130** erfolgt ein Vergleich zwischen dem geschätzten Temperaturempfindungswert TS und dem Temperaturempfindungssollwert TS_0. Wenn $TS = TS_0$ ist, werden die Öffnung der Luftmischklappe und die Drehzahl des Gebläses in ihrem vorliegenden Zustand gehalten, da der geschätzte Wert gleich dem Sollwert ist. Wenn $TS \neq TS_0$ ist, erfolgt im Schritt **132** ein Vergleich zwischen dem Temperaturempfindungswert TS und dem Temperaturempfindungssollwert TS_0. Wenn $TS \neq TS_0$ ist, erfolgt im Schritt **134** vom Niveau des gerade zum Luftmischklappenöffnungsregler **24** gelieferten Signals eine Bestimmung darüber, ob die Öffnung der Luftmischklappe **16** ganz offen ist oder nicht. Wenn die Öffnung der Luftmischklappe **16** offen ist, wird die Drehzahl des Gebläses **10** um eine Stufe durch Steuern des Gebläsespannungsreglers **22** erhöht, da die Öffnung der Luftmischklappe **16** zum Steuern des Temperaturempfindungswerts auf den Sollwert nicht größer gemacht werden kann, wodurch die Luftmenge erhöht wird. Inzwischen wird, wenn die Öffnung der Luftmischklappe **16** nicht ganz offen ist, im Schritt **138** die Öffnung der Luftmischklappe **16** durch eine gegebene Stufe geöffnet durch Steuern des Luftmischklappenöffnungsreglers **24**.

Wenn andererseits $TS < TS_0$ ist, erfolgt eine Bestimmung im Schritt **140** darüber, ob die Drehzahl des Gebläses **10** auf einem Minimum ist. Wenn die Drehzahl des Gebläses **10** nicht auf einem Minimum ist, wird die Drehzahl des Gebläses **10** im Schritt **148** um eine Stufe abgesenkt. Wenn die Drehzahl des Gebläses **10** auf einem Minimum ist, erfolgt im Schritt **142** eine Bestimmung darüber, ob die Luftmischklappe **16** ganz geschlossen ist oder nicht. Wenn die Luftmischklappe **16** ganz geschlossen ist, wird im Schritt **144** die Drehzahl des Gebläses **10** um eine Stufe erhöht. Wenn die Luftmischklappe **16** nicht ganz geschlossen ist, wird im Schritt **146** die Öffnung der Luftmischklappe **16** in einer Richtung gesteuert, in der sie um eine Stufe geschlossen wird.

Fig. 16 zeigt Einzelheiten der Heizsteuerung des Schritts **120**. Im Schritt **150** erfolgt ein Vergleich zwischen dem geschätzten Temperaturempfindungswert TS und dem Temperaturempfindungssollwert TS_0. Wenn $TS = TS_0$ ist, kehrt der Vorgang zurück, um die Öffnung der Luftmischklappe und die Drehzahl des Gebläses in ihrem vorliegenden Zustand zu halten. Wenn $TS \neq TS_0$ ist, erfolgt im Schritt **152** ein Vergleich zwischen dem Temperaturempfindungswert TS und dem Temperaturempfindungssollwert TS_0. Wenn $TS < TS_0$ ist, erfolgt im Schritt **154** eine Bestimmung darüber, ob die Luftmischklappe **16** ganz geschlossen ist oder nicht. Wenn die Luftmischklappe **16** ganz geschlossen ist, wird im Schritt **156** die Drehzahl des Gebläses **10** um eine Stufe erhöht. Wenn die Luftmischklappe **16** nicht ganz geschlossen ist, wird im Schritt **158** die Öffnung der Luftmischklappe **16** in einer Richtung gesteuert, in der sie um eine Stufe geschlossen wird.

Wenn inzwischen $TS > TS_0$ ist, erfolgt im Schritt **160** eine Bestimmung darüber, ob die Drehzahl des Gebläses **10** auf einem Minimum ist oder nicht. Wenn die Drehzahl des Gebläses **10** nicht auf einem Minimum ist, wird im Schritt **168** die Drehzahl des Gebläses **10** um eine Stufe abgesenkt. Wenn die Drehzahl des Gebläses **10** auf einem Minimum ist, erfolgt im Schritt **162** eine Bestimmung darüber, ob die Luftmischklappe **16** ganz geschlossen ist oder nicht. Wenn die Luftmischklappe **16** ganz geschlossen ist, wird im Schritt **164** die Drehzahl des Gebläses **10** um eine Stufe erhöht. Wenn die Luftmischklappe **16** nicht ganz geschlossen ist, wird im Schritt **166** die Öffnung der Luftmischklappe **16** in einer Richtung gesteuert, in der sie um eine Stufe geschlossen wird.

Fig. 17 zeigt Änderungen der Temperaturempfindungswerte über der Zeit während des Kühlens, wenn die oben beschriebene Steuerung ausgeführt wird. Das Kühlen **1** ist ein Kühlverfahren, bei dem der Beitrag der Änderungsgeschwindigkeit der Hauttemperatur während einer frühen Periode klein ist, während das Kühlen **2** ein Kühlverfahren ist, bei dem der Anteil der Änderungsgeschwindigkeit der Hauttemperatur während einer frühen Periode groß ist. Es kann aus der Zeichnung ersehen werden, daß beim Kühlen **1** und beim Kühlen **2** der Schätzwert des Temperaturempfindungswerts gemäß dieser Ausführungsform sich mit einer ähnlichen Tendenz

ändert wie derjenigen des gemäß einem sensorischen Tests angegebenen Werts. Zusätzlich zeigt **Fig.** 18 Änderungen des Temperaturempfindungswerts während des Heizens, wenn die Steuerung in der oben beschriebenen Weise erfolgt. Auch während des Heizens ändert sich der geschätzte Wert des Temperaturschnätzwerts ähnlich wie derjenige des gemäß dem sensorischen Test angegebenen Werts.

Es sei darauf hingewiesen, daß trotz der als Beispiel gegebenen obigen Beschreibung, bei dem ein Infrarotstrahlungsthermometer verwendet wird, das die Temperatur in berührungslosem Zustand messen kann, die Verwendung eines Fühlers möglich ist, der die Hauttemperatur in Berührung mit der Haut mißt, etwa eines Thermistors oder eines Thermoelements. Obwohl ferner die oben beschriebene Blasöffnung zum Gesicht eines Insassen gerichtet ist, kann die Blasöffnung auf die Füße gerichtet sein.

Zweite Ausführungsform

Es folgt nun die Beschreibung einer zweiten Ausführungsform der Erfindung. Es sei darauf hingewiesen, daß in **Fig.** 19 solche Bauteile oder Teile, die denjenigen von **Fig.** 4 entsprechen, dieselben Bezugszeichen haben und eine Beschreibung hiervon nicht erfolgt. Anders als bei der ersten Ausführungsform ist bei dieser Ausführungsform die Vorrichtung **26** zum Eingeben eines Temperaturempfindungssollwerts mit dem Temperaturempfindungsschätzungsrechner **30** verbunden. Zusätzlich wird bei dieser Ausführungsform die Änderungsgeschwindigkeit der Gesichtshauttemperatur, t'_{SK}, durch die folgende Formel (3) unter der Annahme berechnet, daß $TS = TS_0$ ist:

$$t'_{SK} = \{TS_0 - A_x(t_{SK} - b)\}/C \quad (3)$$

wobei

t'_{SK}: Änderungsgeschwindigkeit der Hauttemperatur (°C/sec) zur Erzielung des Temperaturempfindungssollwerts TS_0,
t_{SK}: vorliegende Gesichtshauttemperatur (°C)
TS_0: Temperaturempfindungssollwert,
A, B, und C: dieselben Koeffizienten wie diejenigen der angegebenen Formel (2) zum Schätzen eines Temperaturempfindungswerts.

Es erfolgt nun eine Beschreibung eines Steuerprogramms gemäß dieser Ausführungsform. **Fig.** 20 ist ein Fließdiagramm mit der Darstellung eines Programms des Temperaturempfindungsschätzungsrechners **30** zum Berechnen der Änderungsgeschwindigkeit der Gesichtshauttemperatur, t'_{SK}. Im Schritt **170** wird die durch den Gesichtshauttemperaturfühler **28** erfaßte vorliegende Gesichtshauttemperatur t_{SK} erhalten. Im Schritt **172** wird der durch die Vorrichtung **26** zum Eingeben eines Temperaturempfindungssollwerts festgelegte Temperaturempfindungssollwert TS_0 erhalten. Im Schritt **174** erfolgt eine Bestimmung daruber, ob der im Schritt **172** erhaltene Temperaturempfindungssollwert TS_0 sich gegenüber einem vorhergehenden Wert geändert hat. Wenn er sich geändert hat, wird der Temperaturempfindungssollwert TS_0 im Schritt **178** geändert. Als nächstes wird im Schritt **178** die Änderungsgeschwindigkeit der Gesichtshauttemperatur, t'_{SK}, gemäß der obigen Formel (3) berechnet und ausgegeben. Im Schritt **180** erfolgt eine Bestimmung darüber, ob der Schalter der Klimaanlage ausgeschaltet wurde oder nicht. Wenn der Schalter ausgeschaltet wurde, endet dieses Programm, während, wenn er noch eingeschaltet ist, die oben genannten Schritte wiederholt werden.

Fig. 21 zeigt ein Steuerprogramm zum Steuern des Gebläsespannungsreglers **22** und des Luftmischklappenöffnungsreglers **24** durch den Klimatisierungssteuerrechner **32**. Im Schritt **182** wird die durch den Gesichtshauttemperaturfühler **28** erfaßte Gesichtshauttemperatur t_{SK} über den Temperaturempfindungsschätzungsrechner **30** erhalten. Im Schritt **184** wird die im Schritt **178** berechnete Änderungsgeschwindigkeit der Gesichtshautemperatur, t'_{SK}, erhalten. In einem nachfolgenden Schritt **186** werden die Lufttemperatur und die Windgeschwindigkeit bestimmt, die der Gesichtshauttemperatur t_{SK} im Schritt **182** und der Änderungsgeschwindigkeit der Gesichtshauttemperatur, t'_{SK}, im Schritt **184** entsprechen, unter Verwendung einer Karte (Routinenverzeichnis) von Windgeschwindigkeiten v_1, v_2 ... (m/sec), die für jede Lufttemperatur t_{Luft} bestimmt werden entsprechend der Änderungsgeschwindigkeit der Hauttemperatur und der Gesichtshauttemperatur. Im Schritt **188** werden das Gebläse **10** und die Luftmischklappe **16** über den Gebläsespannungsregler **22** und den Luftmischklappenöffnungsregler **24** derart gesteuert, daß die Lufttemperatur und die aus der Karte im Schritt **186** bestimmte Windgeschwindigkeit erreicht werden. Im Schritt **190** erfolgt eine Bestimmung darüber, ob der Schalter der Klimaanlage ausgeschaltet wurde oder nicht. Wenn der Schalter ausgeschaltet wurde, endet dieses Programm.

Dritte Ausführungsform

Es erfolgt nun eine Beschreibung einer dritten Ausführungsform der Erfindung. Bei dieser Ausführungsform wird die Erfindung auf eine in einem Büro oder dergleichen verwendete persönliche Klimaanlage angewendet. Bei dieser Ausführungsform befindet sich eine Klimaanlage (siehe **Fig.** 2) mit einem Strahlungskühler **40**, gebildet durch thermoelektrische Elemente und einen Plattenheizer **38**, gebildet durch Widerstände zur Erzeugung von Wärme bei Erregung, in Nähe eines Menschen. Der Plattenheizer **38** und der Strahlungskühler **40** dieser Klimaanlage sind über einen Erregungsmengenregler **36** bzw. einen Erregungsmengenregler **34** mit dem Klimatisierungssteuerrechner **32** verbunden.

Es folgt nun in Verbindung mit **Fig.** 23 eine Beschreibung eines Steuerprogramms gemäß dieser Ausführungsform. Es sei angegeben, daß in **Fig.** 23 solche Komponenten oder Teile, die denjenigen von **Fig.** 20 entsprechen,

dieselben Bezugszeichen haben und deren Beschreibung nicht erfolgt. Bei dieser Ausführungsform wird eine Gesichtshautsolltemperatur t^*_{SK} nach Ablauf einer gegebenen Zeit berechnet und anstelle der Änderungsgeschwindigkeit der Gesichtshauttemperatur, t'_{SK}, ausgegeben.

Wenn angenommen wird, daß die erwähnte gegebene Zeit $\Delta\tau$ sec und die vorliegende Gesichtshauttemperatur t_{SK} (°C) sind, kann die Geschwindigkeitsänderung der Gesichtshauttemperatur, t'_{SK}, ausgedrückt werden durch $(t^*_{SK} - t_{SK})/\Delta\tau$. Wenn die Geschwindigkeitsänderung der Gesichtshauttemperatur, t'_{SK}, und die Gesichtshautsolltemperatur t^*_{SK} in die oben genannte Formel (2) eingesetzt werden, wird der Temperaturempfindungswert nach dem Ablauf von $\Delta\tau$ sec wie folgt erhalten:

$$TS = A(t^*_{SK} - B) + C(t^*_{SK} - t_{SK})/\Delta\tau$$

Wenn in der obigen Formel der Temperaturempfindungswert TS als der Temperaturempfindungssollwert TS_0 festgelegt wird, um die Gesichtshautsolltemperatur t^*_{SK} (°C) zu erhalten, so gilt

$$t^*_{SK} = \{(TS_0 + A \cdot B)\Delta\tau + C \cdot t_{SK}\}/(A \cdot \Delta\tau + C) \quad (4)$$

Demnach wird im Schritt **192** die Gesichtshautsolltemperatur t^*_{SK} gemäß der genannten Formel (4) berechnet und ausgegeben.

Der Klimatisierungsteuerungsrechner **32** bestimmt die Beträge der Erregung des Plattenheizers **38** und des Strahlungskühlers **40** aus der Differenz zwischen der vorliegenden Gesichtshauttemperatur und der Gesichtshautsolltemperatur, wodurch der Erregungsmengenregler **34** und der Erregungsmengenregler **36** gesteuert werden.

Es sei angegeben, daß die Erfindung nicht nur wie beschrieben bei einer Kraftfahrzeugklimaanlage und einer persönlichen Klimaanlage in einem Büro oder dergleichen, sondern auch beim Steuern von Klimaanlagen in Flugzeugen, Wohnungen, Krankenhäusern und dergleichen angewendet werden kann.

Patentansprüche

1. Steuergerät für eine Klimaanlage, **gekennzeichnet durch** eine Gesichtshauttemperatur-Erfassungseinrichtung (C1) zum Erfassen der Hauttemperatur eines menschlichen Gesichts, und durch eine Steuereinrichtung (C0) zum Steuern der Klimaanlage (C4) auf der Basis eines Temperaturempfindungswerts TS, der durch die folgende Formel numerisch ausgedrückt ist:

$$TS = \{A(t_{SK} - B) + C \cdot t'_{SK}\}\alpha + K,$$

wobei
A ein Koeffizient im Bereich von 0,4 – 1,0 ist, der eine Differenz eines Temperaturempfindungswerts gegenüber einer Differenz der Hauttemperatur des Gesichts angibt;
B ein Koeffizient im Bereich von 32,8 – 35,0 ist, damit die Gesichtshauttemperatur und der Temperaturempfindungswert der Differenz des durch den Koeffizient A bestimmten Temperaturempfindungswerts entsprechen;
C ein Koeffizient im Bereich von 10,0 – 85,0 ist, der einen Beitrag der Änderungsgeschwindigkeit der Hauttemperatur zum Temperaturempfindungswert angibt;
t_{SK} eine Gesichtshauttemperatur ist;
t'_{SK} eine Änderungsgeschwindigkeit der Gesichtshauttemperatur ist;
α ein Wert ist der einem Intervall zwischen benachbarten Temperaturempfindungswerten entspricht;
K ein Bezugswert des Temperaturempfindungswerts ist.

2. Steuergerät nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuereinrichtung folgendes aufweist: eine Temperaturempfindungsschätzeinrichtung zum Schätzen des Temperaturempfindungswerts TS, der durch die angegebene Formel numerisch ausgedrückt ist auf der Basis eines Ausgangs der Gesichtshauttemperatur-Erfassungseinrichtung, und eine Klimaanlagensteuereinrichtung zum Steuern der Klimaanlage derart, daß der durch die Temperaturempfindungsschätzeinrichtung geschätzte Temperaturempfindungswert zu einem Temperaturempfindungssollwert wird.

3. Steuergerät nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuereinrichtung folgendes aufweist: eine Recheneinrichtung zum Berechnen der Änderungsgeschwindigkeit der Gesichtshauttemperatur zum Erzielen eines Temperaturempfindungssollwerts auf der Basis der Gesichtshauttemperatur, ermittelt durch die Gesichtshauttemperatur-Erfassungseinrichtung und die Formel, und eine Klimaanlagensteuereinrichtung zum Steuern der Klimaanlage derart, daß der Temperaturempfindungswert ein Temperaturempfindungssollwert wird auf der Basis der vorliegenden Gesichtshauttemperatur, ermittelt durch die Gesichtshauttemperatur-Erfassungseinrichtung und die durch die Recheneinrichtung berechnete Änderungsgeschwindigkeit der Gesichtshauttemperatur.

4. Steuergerät nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuereinrichtung folgendes aufweist: eine Recheneinrichtung zum Berechnen einer Gesichtshautsolltemperatur, die nach Ablauf einer gegebenen Zeit fortdauert, zum Erzielen eines Temperaturempfindungssollwerts auf der Basis einer vorliegenden Gesichtshauttemperatur, erfaßt durch die Gesichtshautemperatur-Erfassungeinrichtung und die Formel; und eine Klimaanlagensteuereinrichtung zum Steuern der Klimaanlage derart, daß der Temperaturempfindungswert zum Temperaturempfindungssollwert wird auf der Basis der vorliegenden Gesichtshauttemperatur, ermittelt durch die Gesichtshauttemperatur-Erfassungeinrichtung und die durch die Recheneinrich-

tung berechnete Gesichtshautsolltemperatur.

5. Steuereinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuereinrichtung die Steuerung derart ausführt, daß der Temperaturempfindungswert zu einem Temperaturempfindungssollwert wird durch Steuern von wenigstens einem Wert aus der Temperatur und der Geschwindigkeit der aus der Klimaanlage ausgeblasenen Luft.

6. Steuereinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Temperaturempfindungswert TS derart bestimmt wird, daß er größer wird, wenn sich die Temperaturempfindung zu einer stärkeren Temperaturempfindung hin ändert, und kleiner wird, wenn sich die Temperaturempfindung zu einer geringeren Temperaturempfindung hin ändert durch Verwenden einer neutralen Temperaturempfindung als Bezug.

7. Steuergerät nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Temperaturempfindungswert TS wie folgt festgelegt ist:

5: sehr heiß, 4: heiß, 3: geringfügig heiß,
2: warm, 1: geringfügig warm, 0: weder warm noch kalt,
−1: geringfügig kühl, −2: kühl, −3: geringfügig kalt,
−4: kalt, −5: sehr kalt.

8. Steuergerät nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch eine Solltemperaturfestlegungseinrichtung zum Festlegen eines Temperaturempfindungssollwerts.

9. Steuergerät nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Gesichtshauttemperatur t_{SK} die Temperatur eines Erfassungsteils ist, der von der Gesichtshauttemperatur-Erfassungseinrichtung erfaßt wird.

10. Steuergerät nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Gesichtshauttemperatur-Erfassungseinrichtung ein Infrarotstrahlungsthermometer ist.

11. Steuergerät nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Gesichtshauttemperatur-Erfassungseinrichtung ein Thermistor oder ein Thermoelement ist.

12. Steuergerät nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Gesichtshauttemperatur t_{SK} ein Mittelwert aus Hauttemperaturen einer Vielzahl von Gesichtsteilen ist und daß die Steuereinrichtung die durch die Gesichtshauttemperatur-Erfassungseinrichtung erfaßten Temperaturen von gegebenen Teilen in den Mittelwert umwandelt und die Klimaanlage derart steuert, daß der Temperaturempfindungswert TS unter Verwendung des umgewandelten Mittelwerts ein Temperaturempfindungssollwert wird.

13. Steuergerät nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Koeffizienten A, B und C 0,81, 33,9 bzw. 39,1 oder Werte in der Nähe dieser Werte sind.

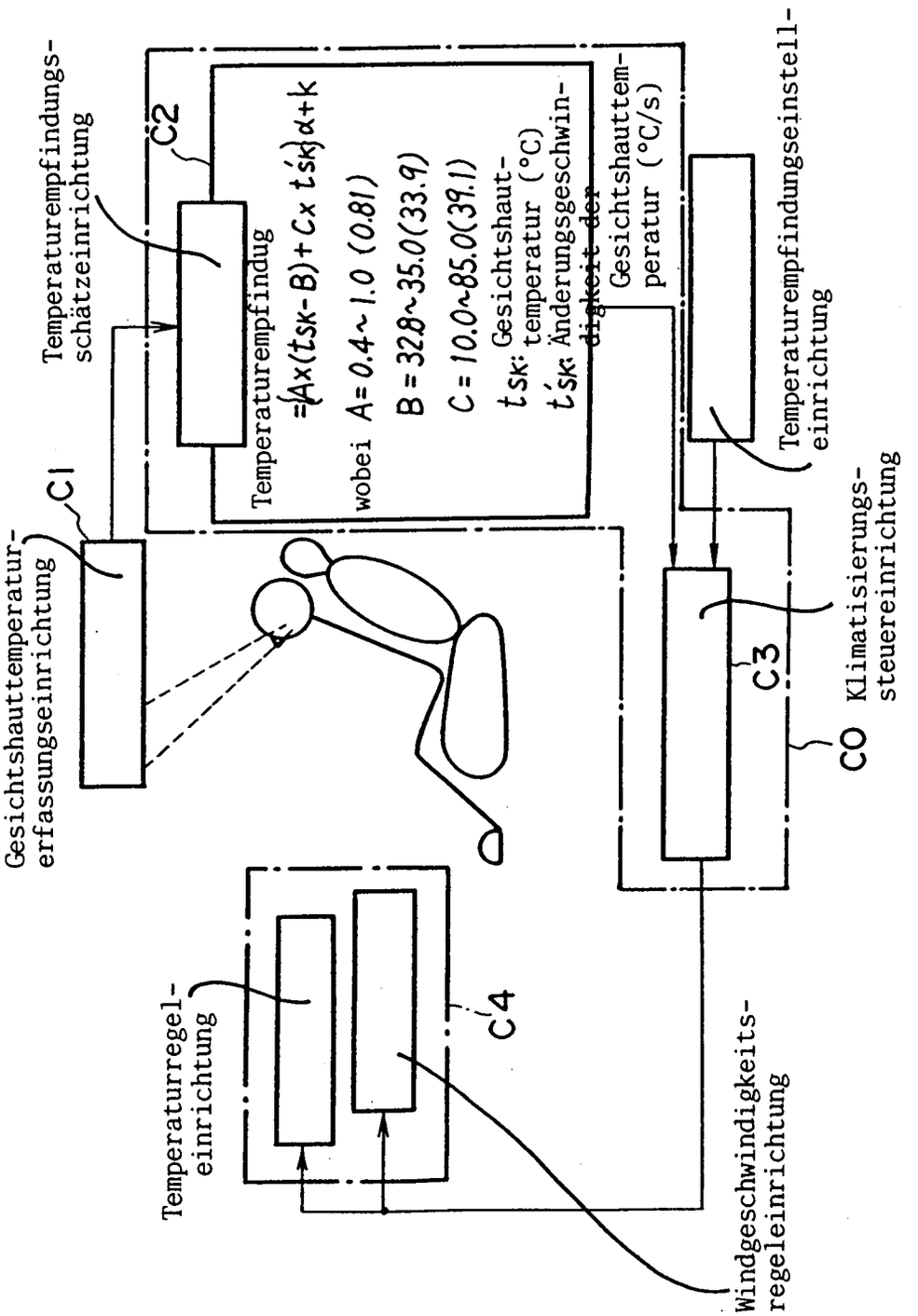
14. Steuergerät nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß $\alpha = 1$ und $K = 0$ sind.

Hierzu 23 Seite(n) Zeichnungen

— Leerseite —

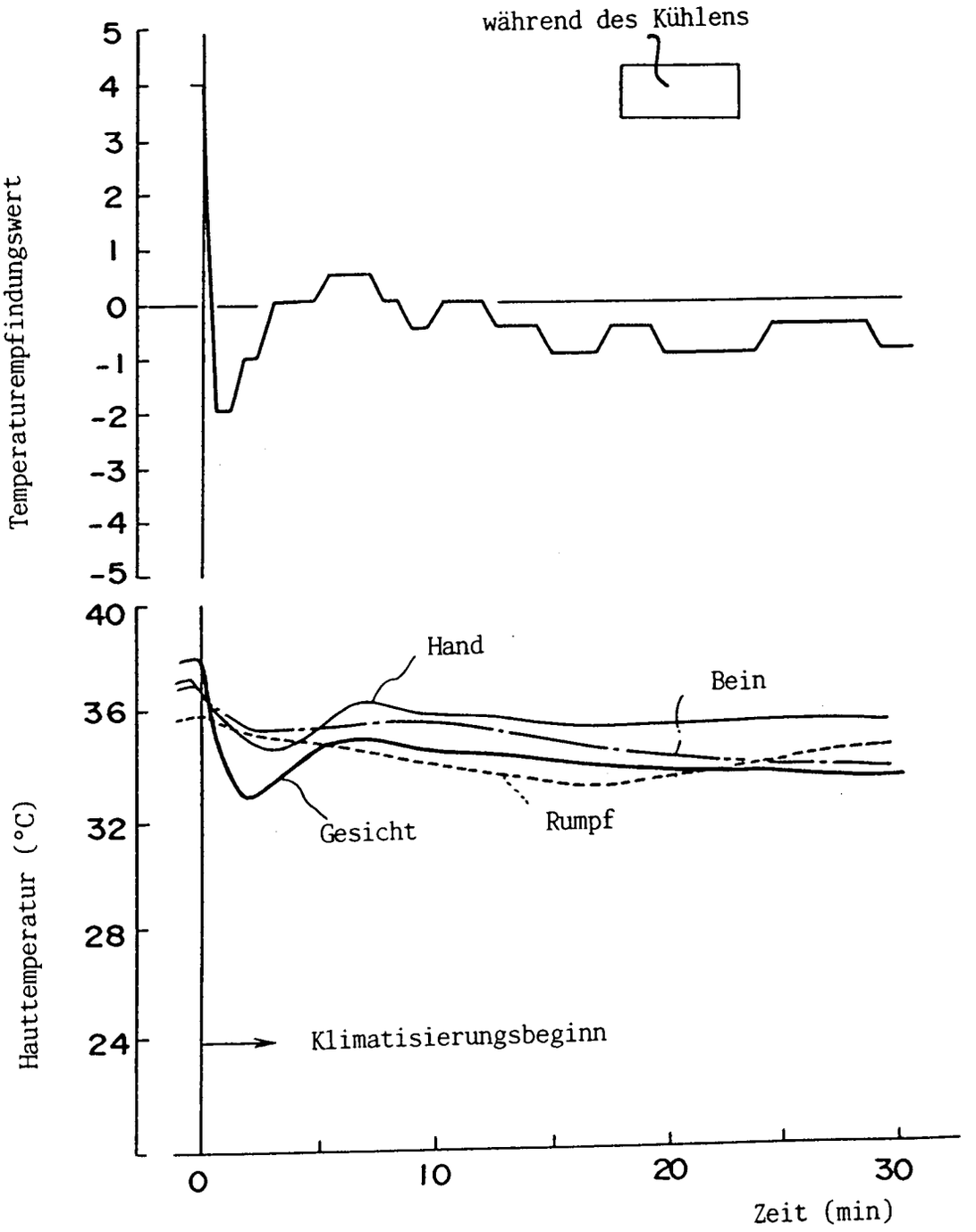
Nummer: DE 41 27 690 A1
Int. Cl.[5]: F 24 F 11/00
Offenlegungstag: 27. Februar 1992

FIG. 1



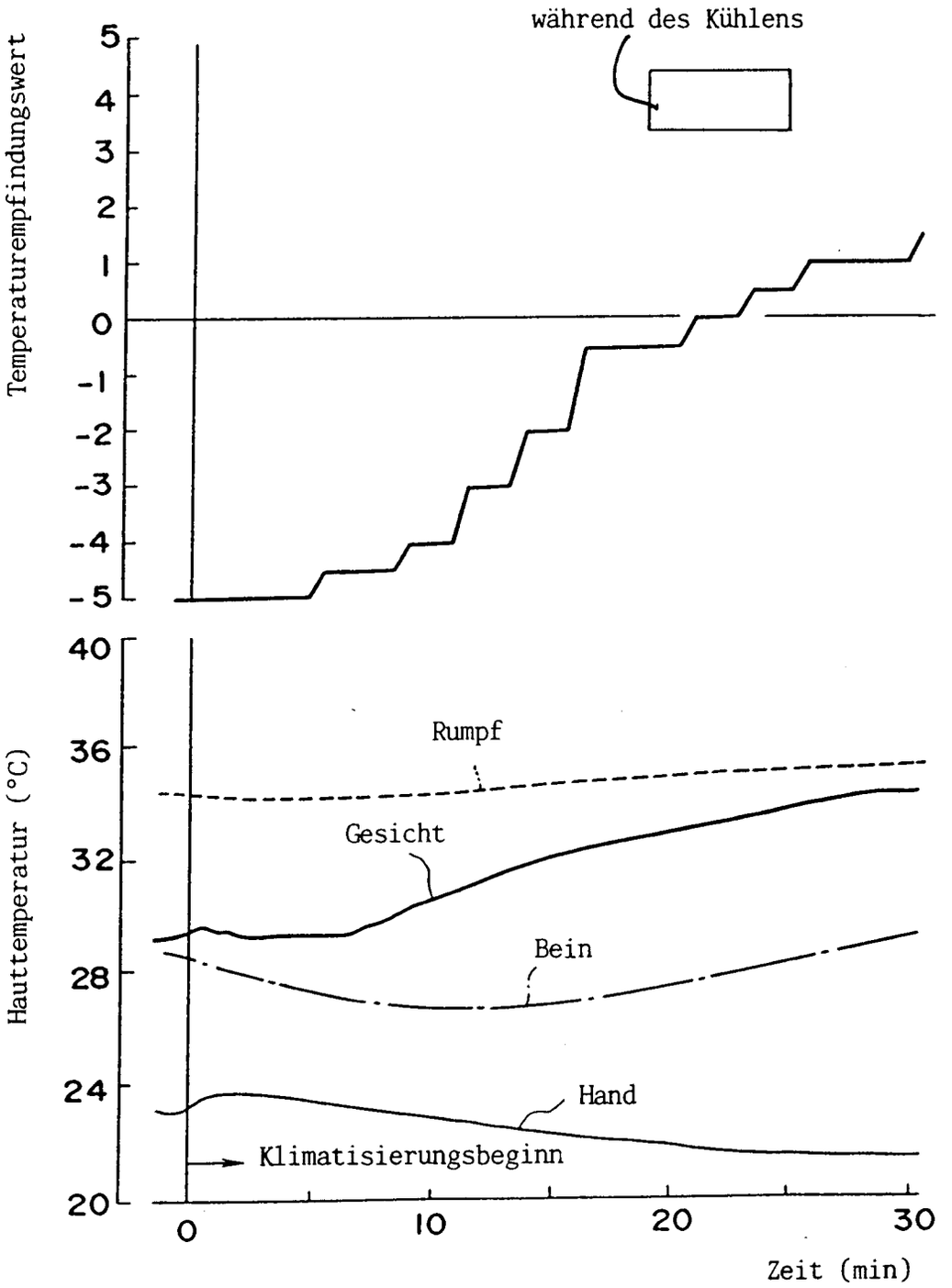
Nummer: DE 41 27 690 A1
Int. Cl.[5]: F 24 F 11/00
Offenlegungstag: 27. Februar 1992

FIG. 2



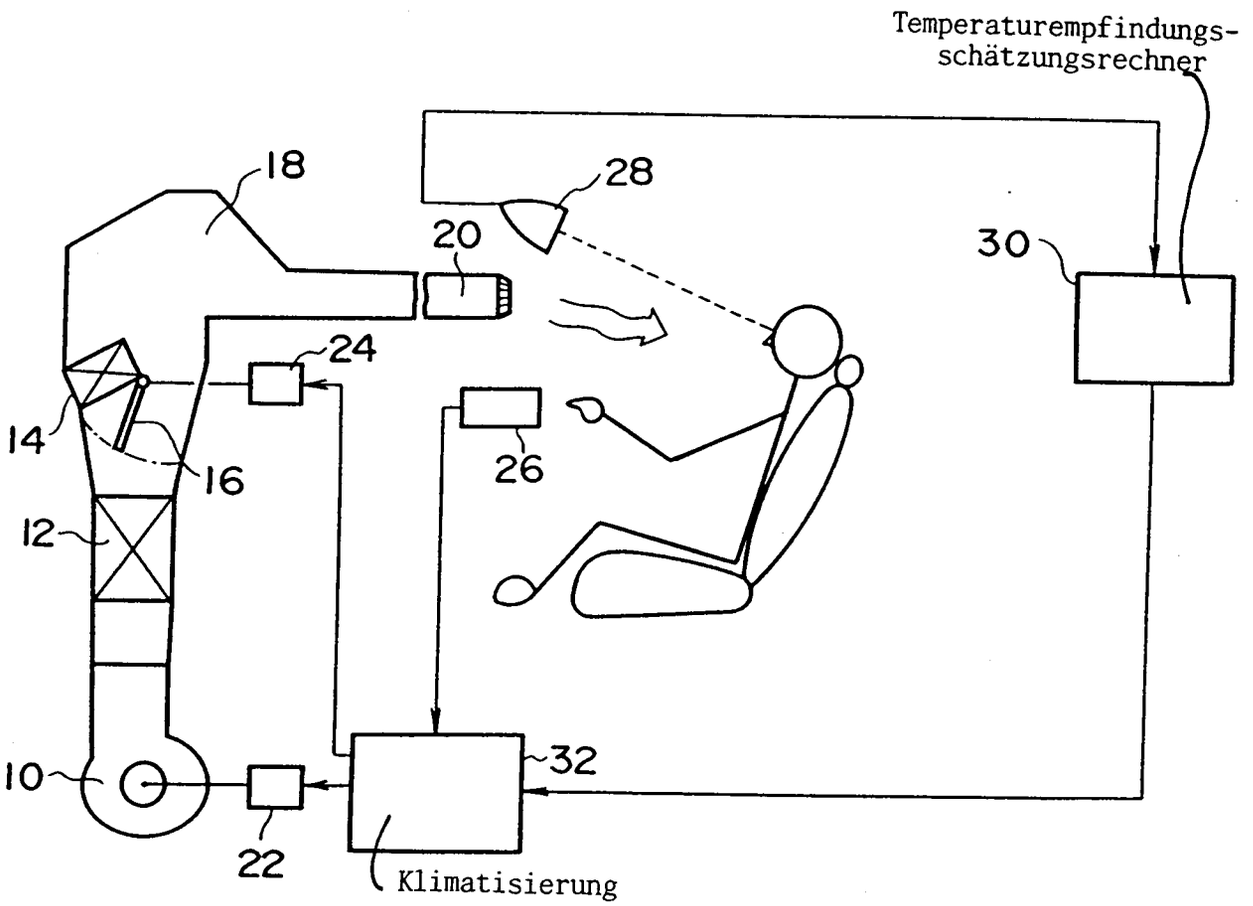
Nummer: DE 41 27 690 A1
Int. Cl.[5]: F 24 F 11/00
Offenlegungstag: 27. Februar 1992

FIG. 3



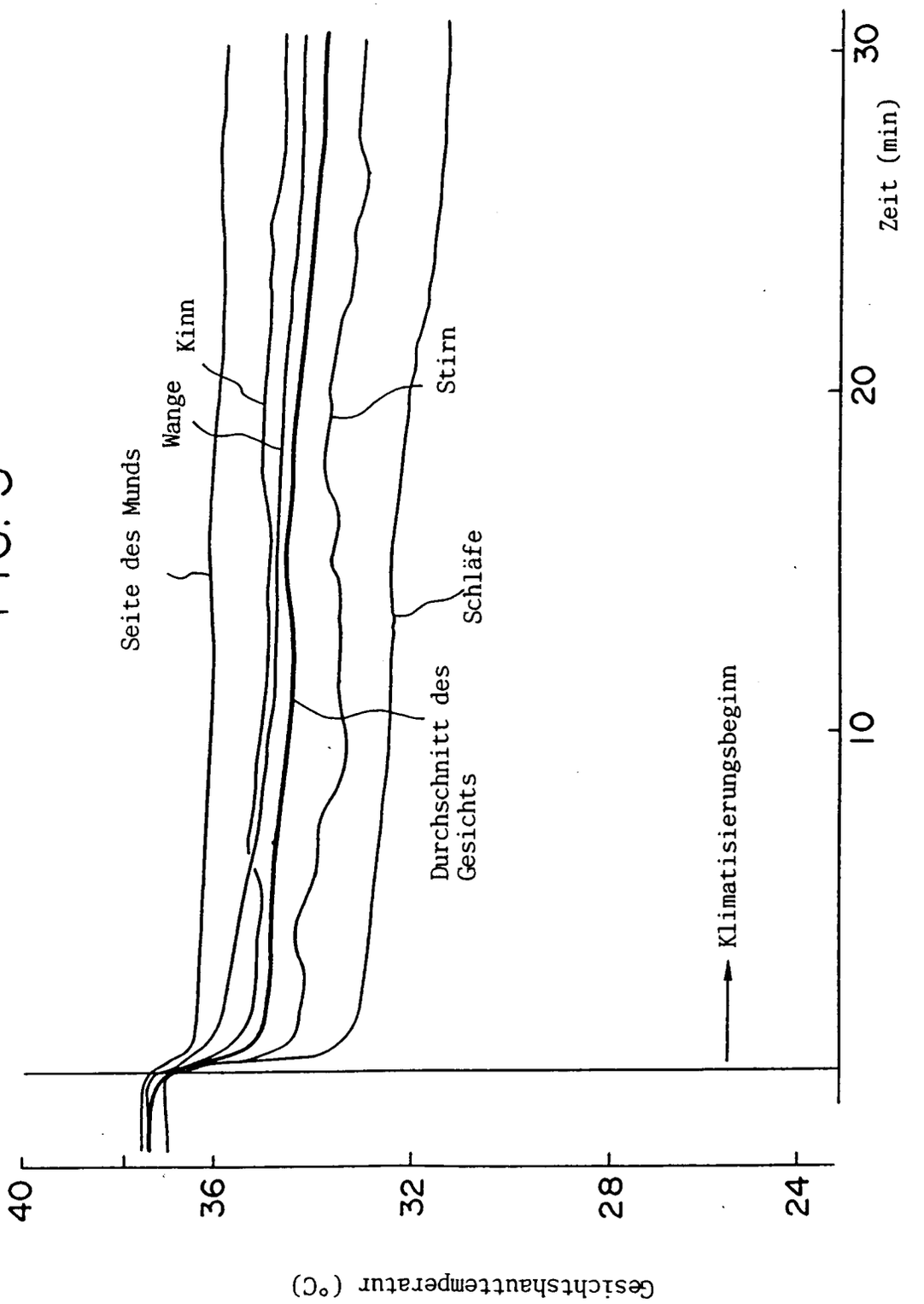
Nummer: DE 41 27 690 A1
Int. Cl.[5]: F 24 F 11/00
Offenlegungstag: 27. Februar 1992

FIG. 4



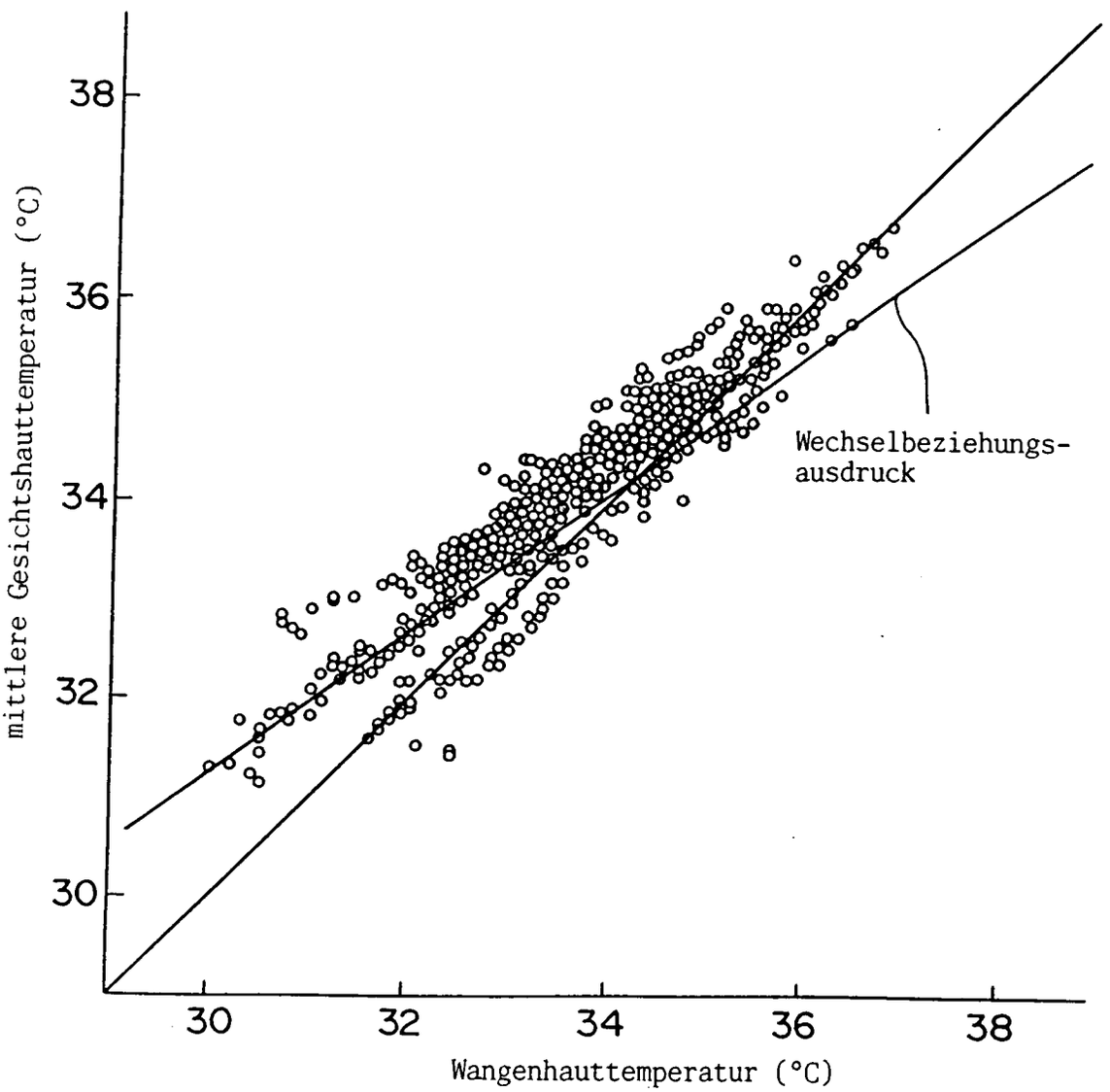
Nummer: DE 41 27 690 A1
Int. Cl.[5]: F 24 F 11/00
Offenlegungstag: 27. Februar 1992

FIG. 5



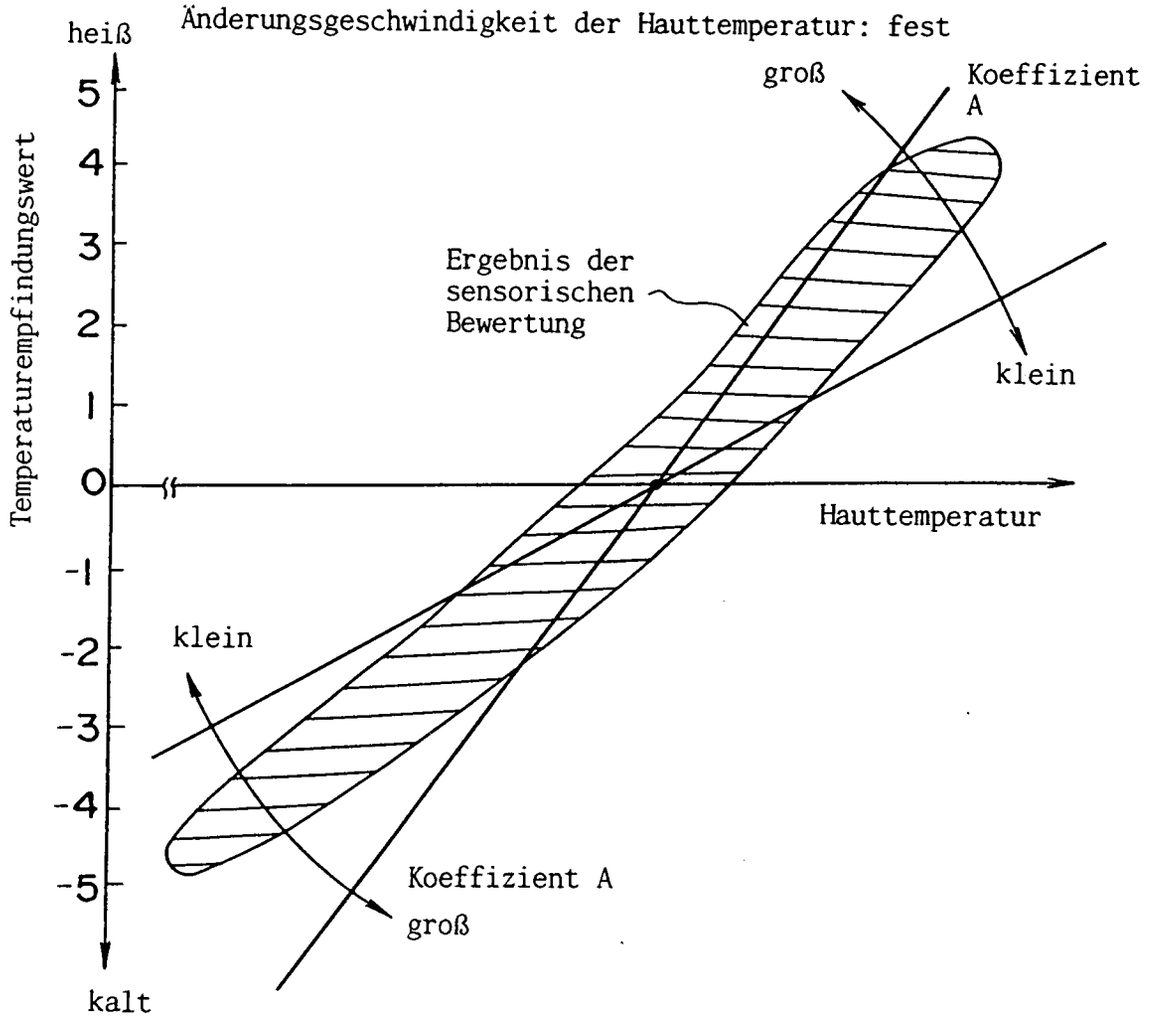
Nummer: DE 41 27 690 A1
Int. Cl.[5]: F 24 F 11/00
Offenlegungstag: 27. Februar 1992

FIG. 6



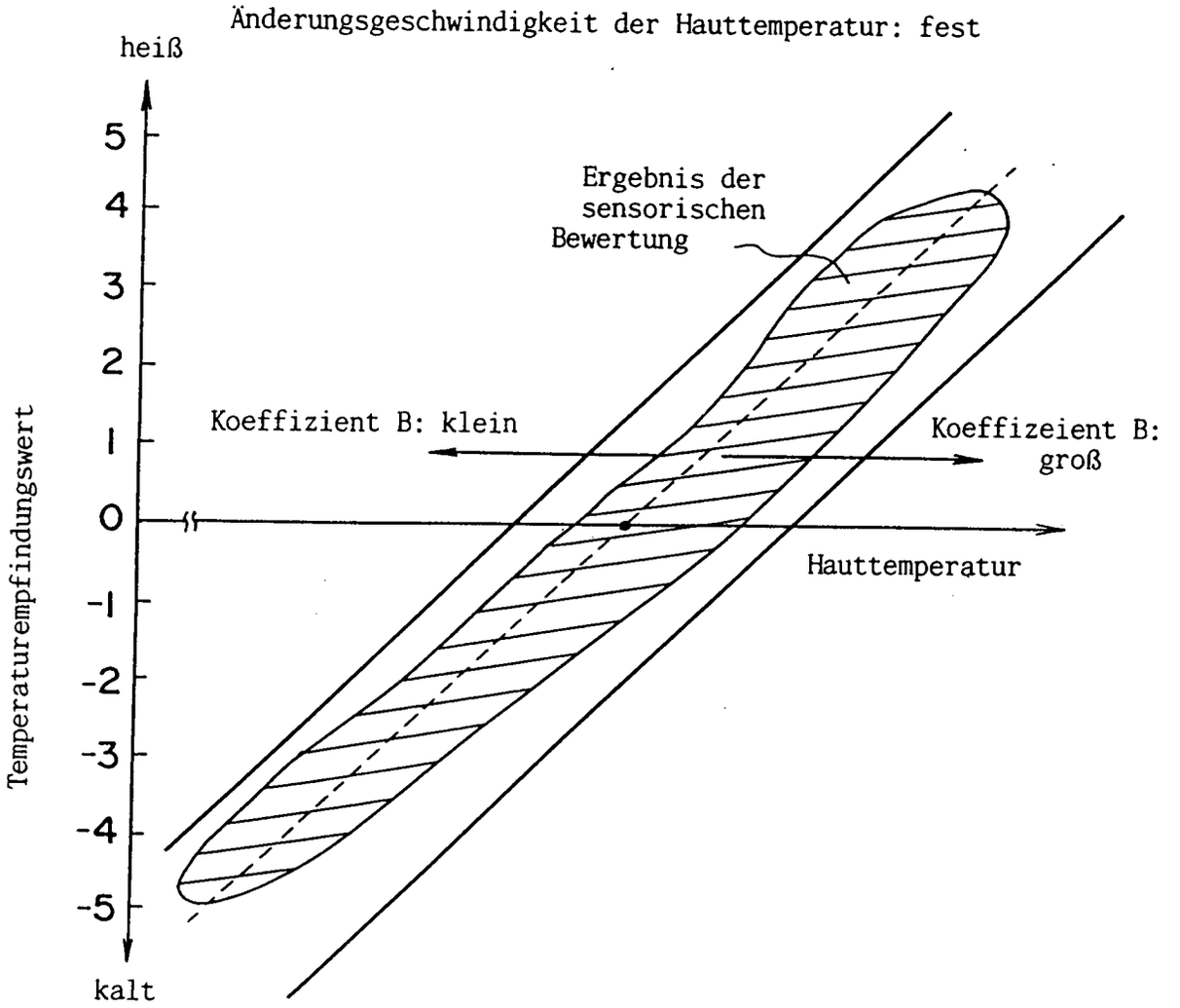
Nummer: DE 41 27 690 A1
Int. Cl.[5]: F 24 F 11/00
Offenlegungstag: 27. Februar 1992

FIG. 7



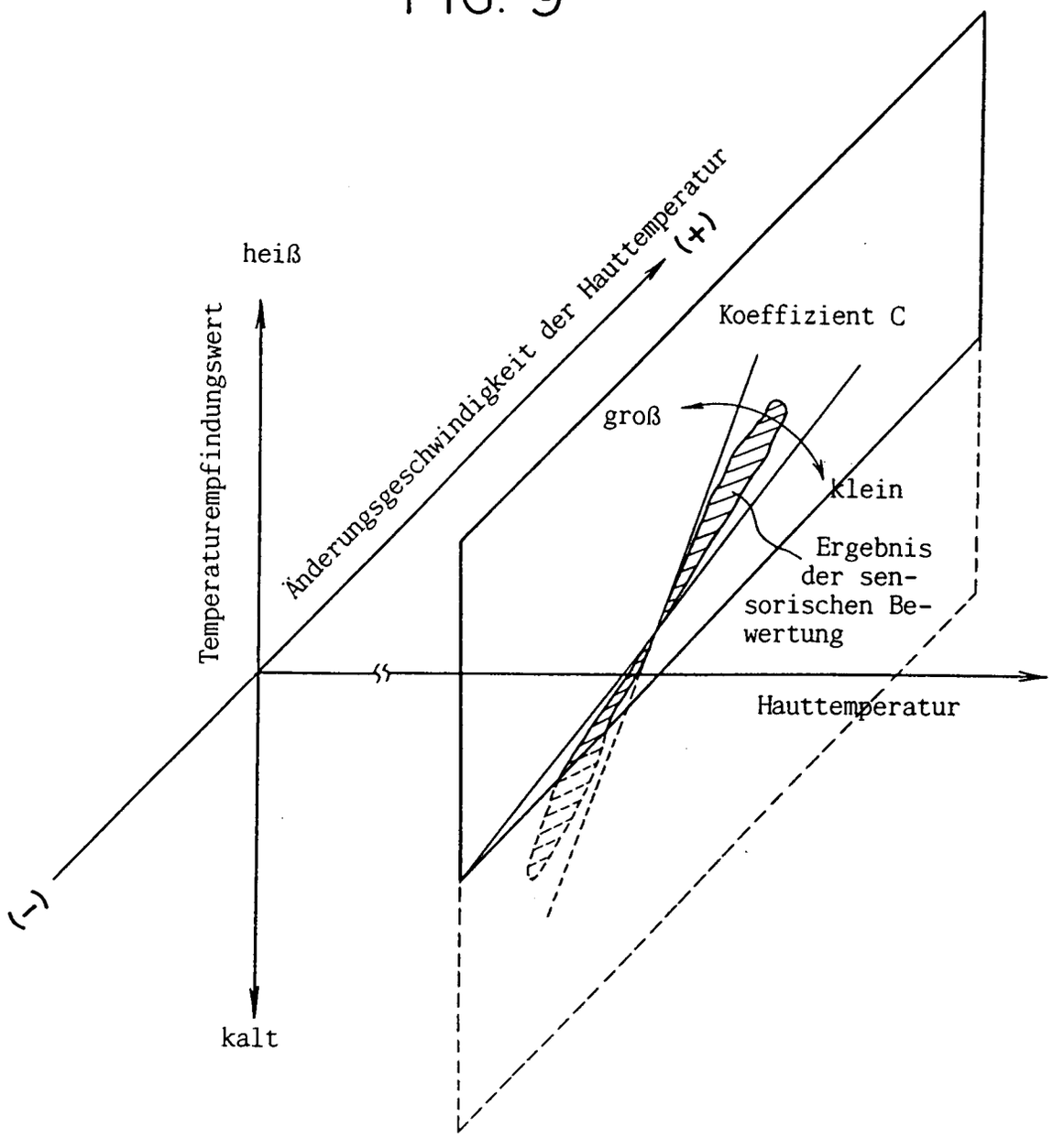
Nummer: DE 41 27 690 A1
Int. Cl.[5]: F 24 F 11/00
Offenlegungstag: 27. Februar 1992

FIG. 8



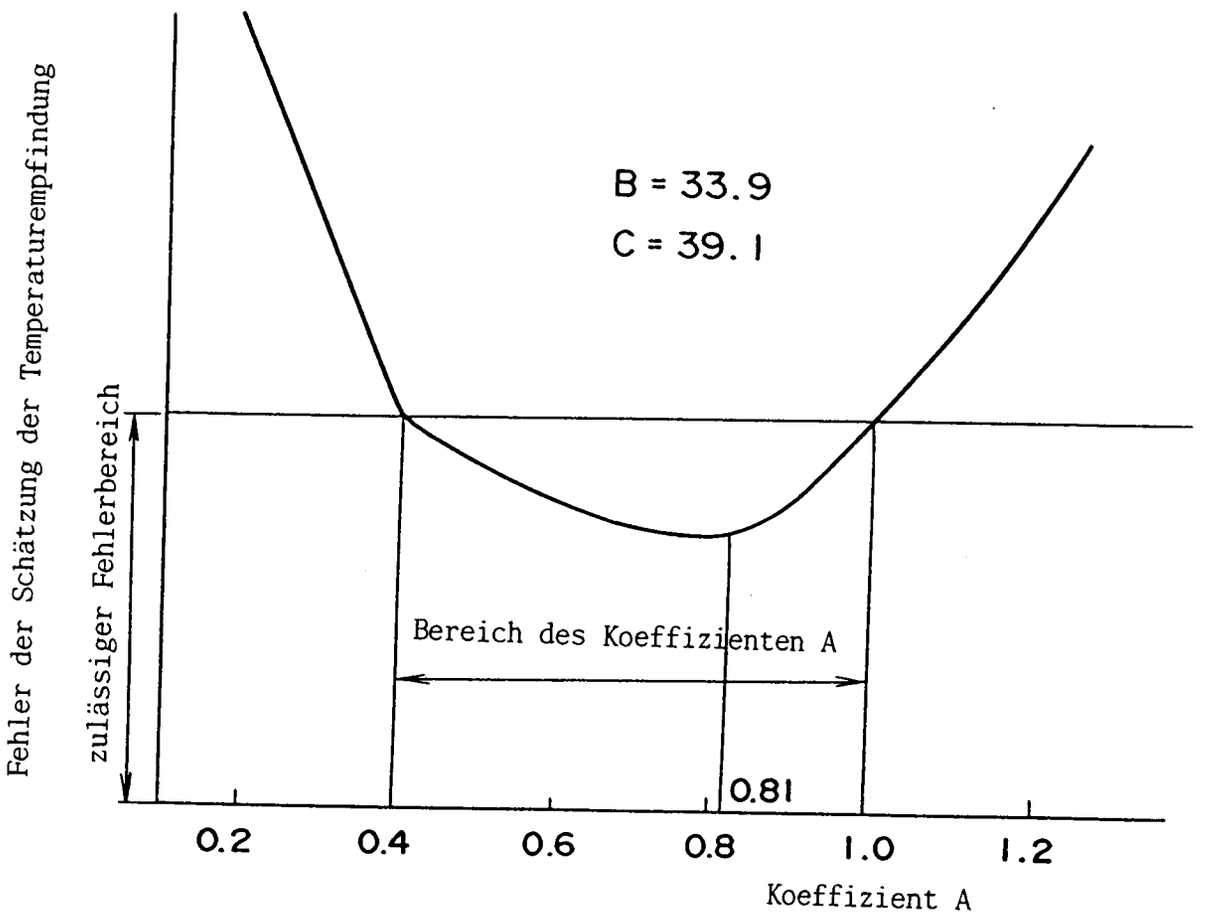
Nummer: DE 41 27 690 A1
Int. Cl.[5]: F 24 F 11/00
Offenlegungstag: 27. Februar 1992

FIG. 9



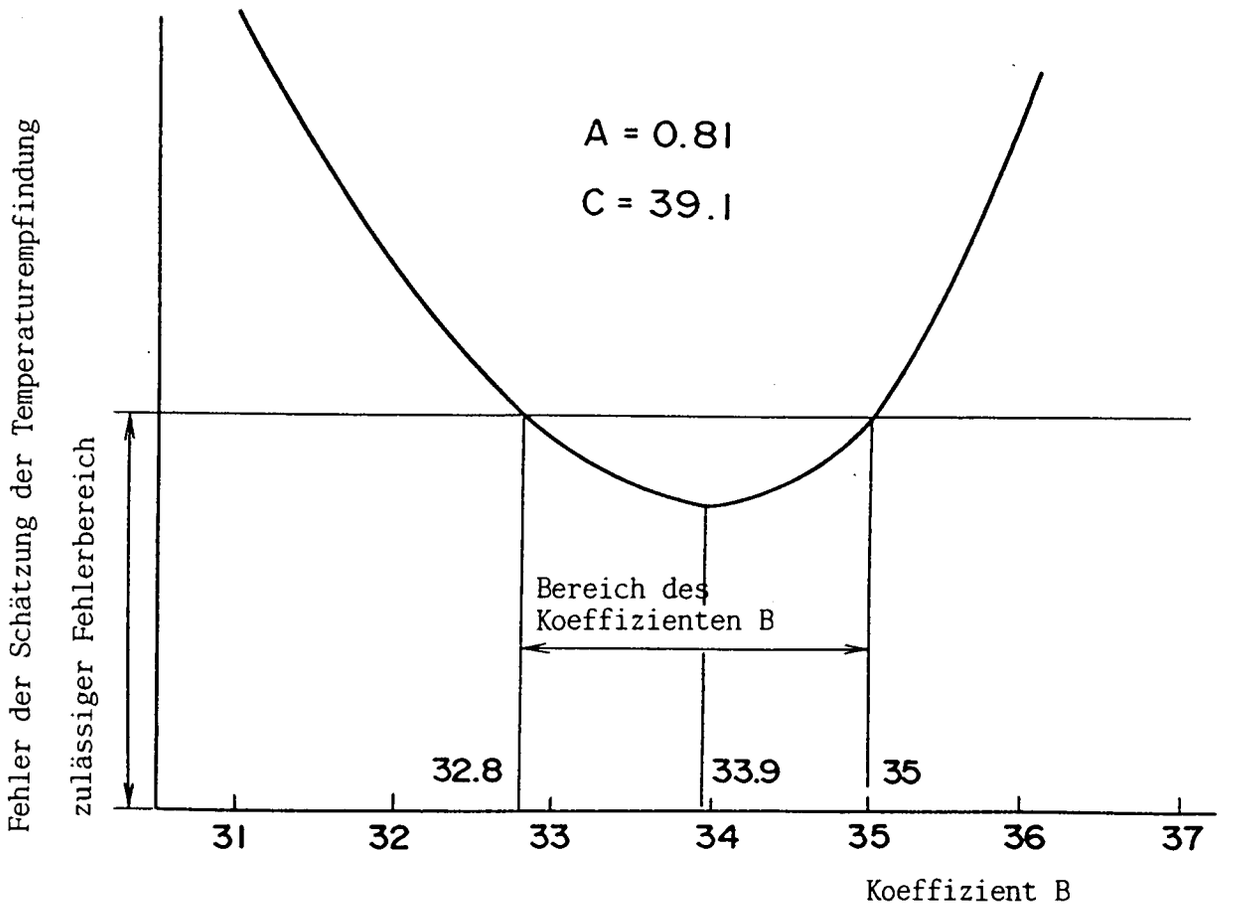
Nummer: DE 41 27 690 A1
Int. Cl.[5]: F 24 F 11/00
Offenlegungstag: 27. Februar 1992

FIG. 10



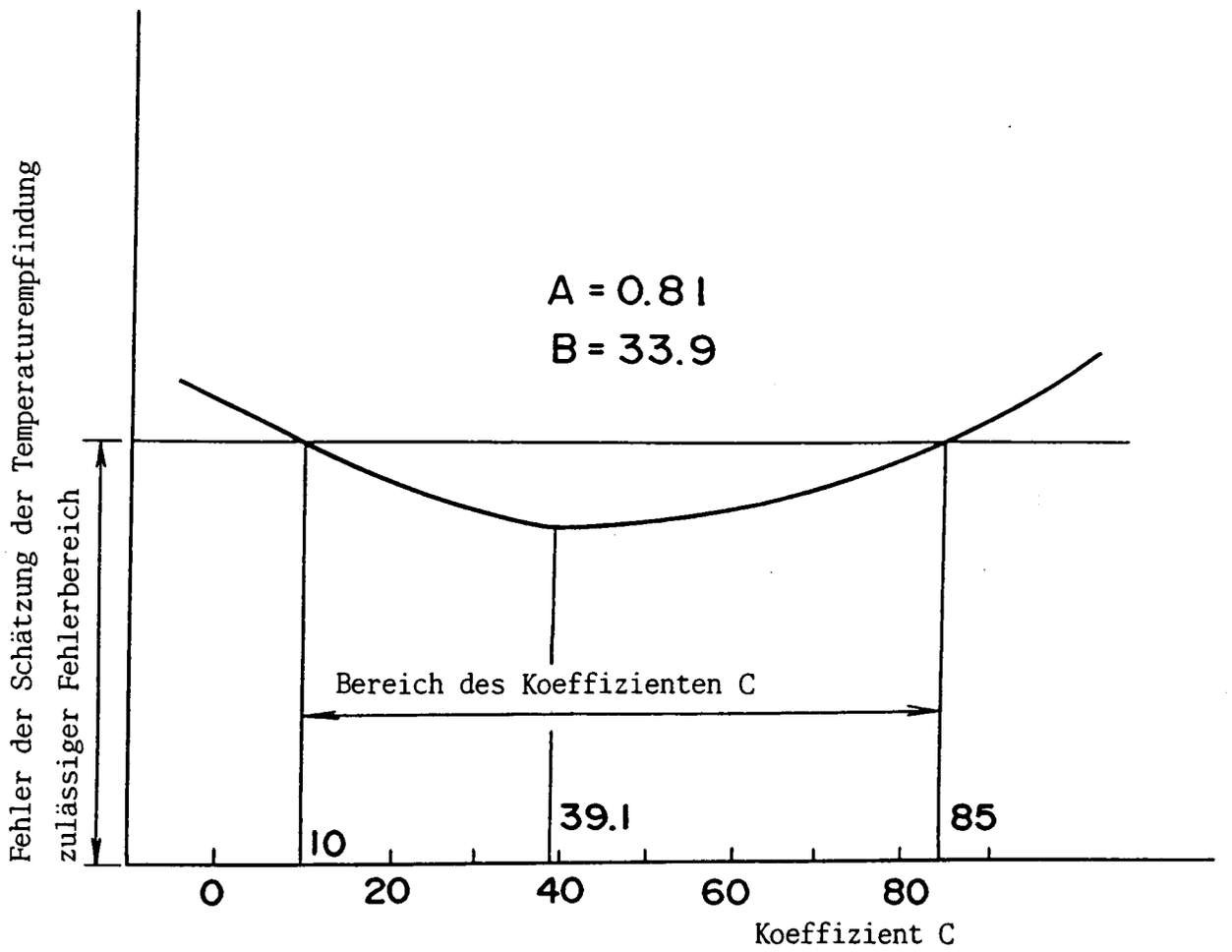
Nummer: DE 41 27 690 A1
Int. Cl.[5]: F 24 F 11/00
Offenlegungstag: 27. Februar 1992

FIG. 11



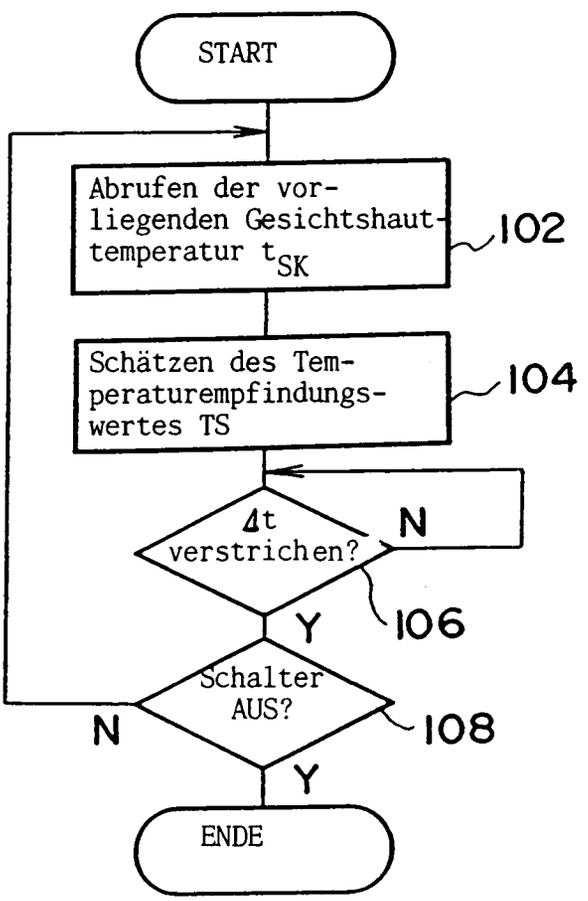
Nummer: DE 41 27 690 A1
Int. Cl.[5]: F 24 F 11/00
Offenlegungstag: 27. Februar 1992

FIG. 12



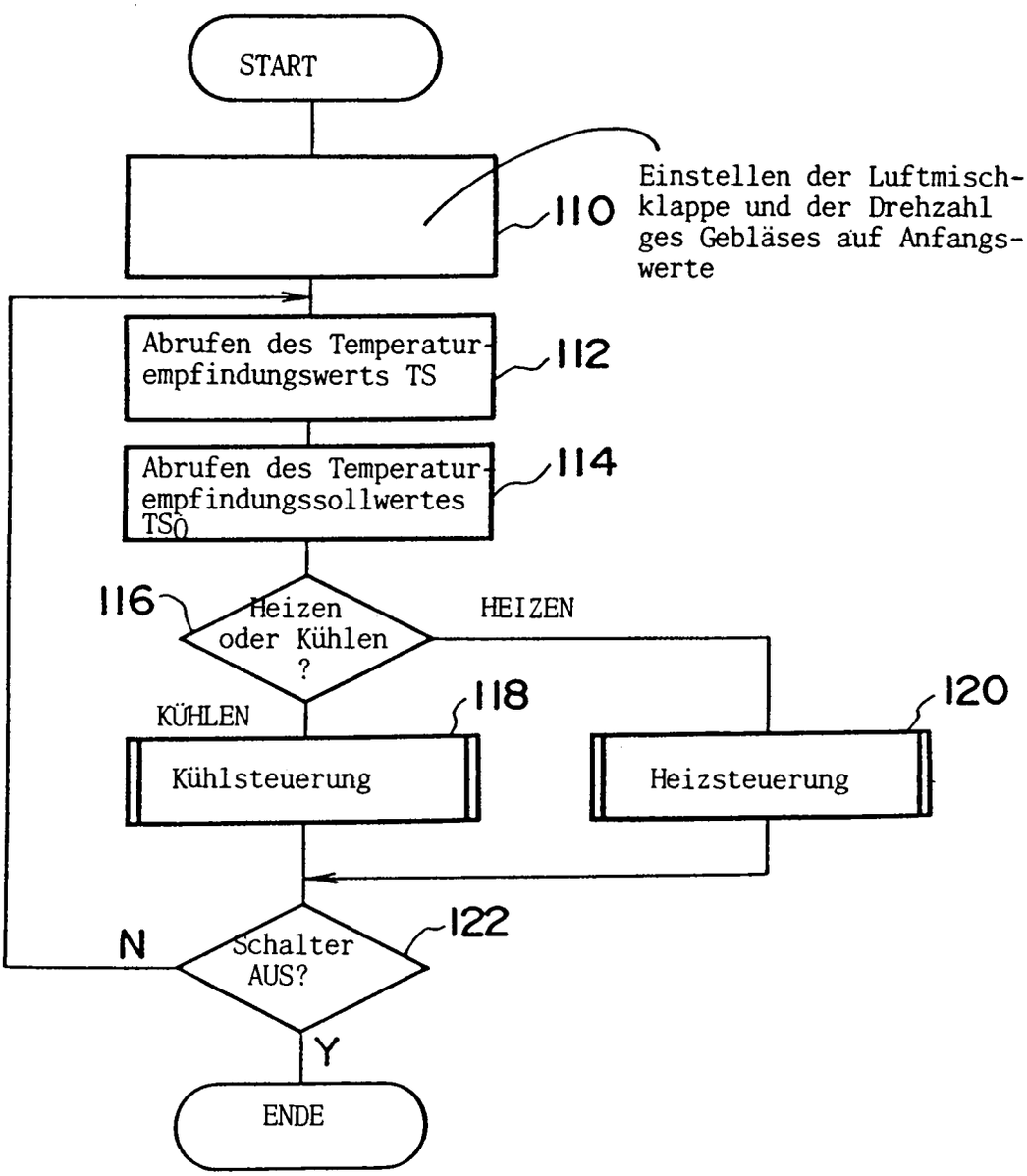
Nummer: DE 41 27 690 A1
Int. Cl.[5]: F 24 F 11/00
Offenlegungstag: 27. Februar 1992

FIG. 13



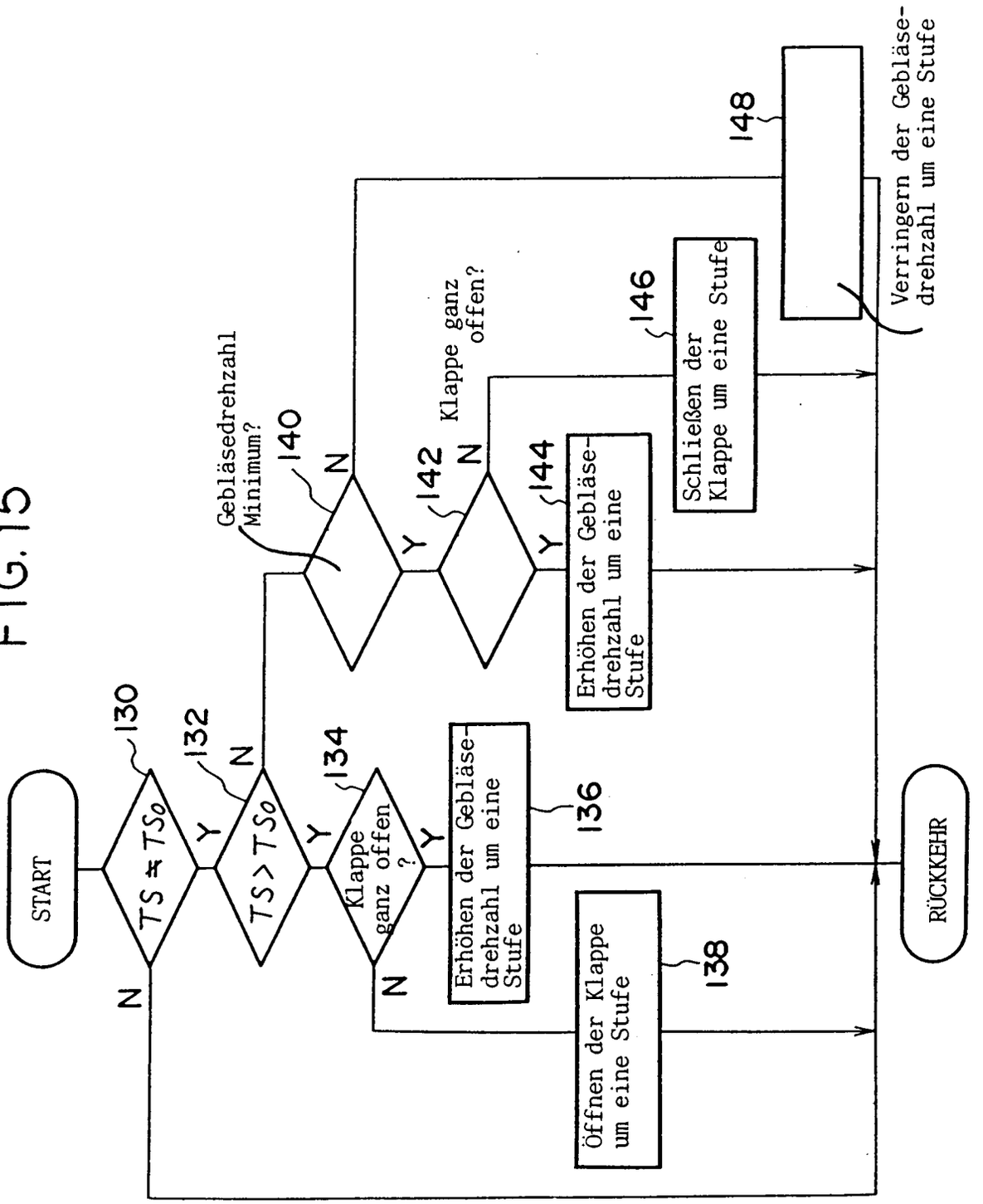
Nummer: DE 41 27 690 A1
Int. Cl.[5]: F 24 F 11/00
Offenlegungstag: 27. Februar 1992

FIG. 14



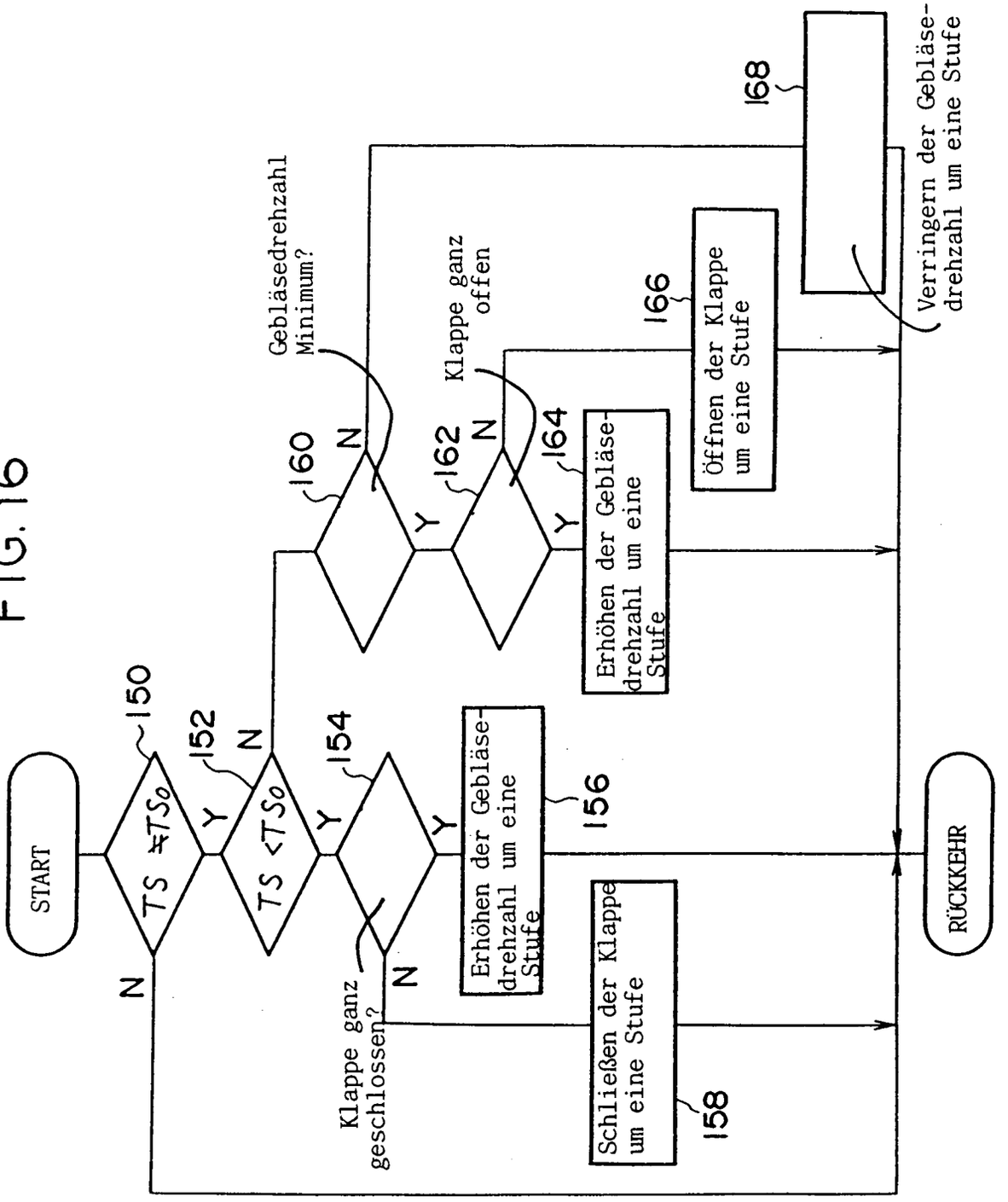
Nummer: DE 41 27 690 A1
Int. Cl.[5]: F 24 F 11/00
Offenlegungstag: 27. Februar 1992

FIG. 15



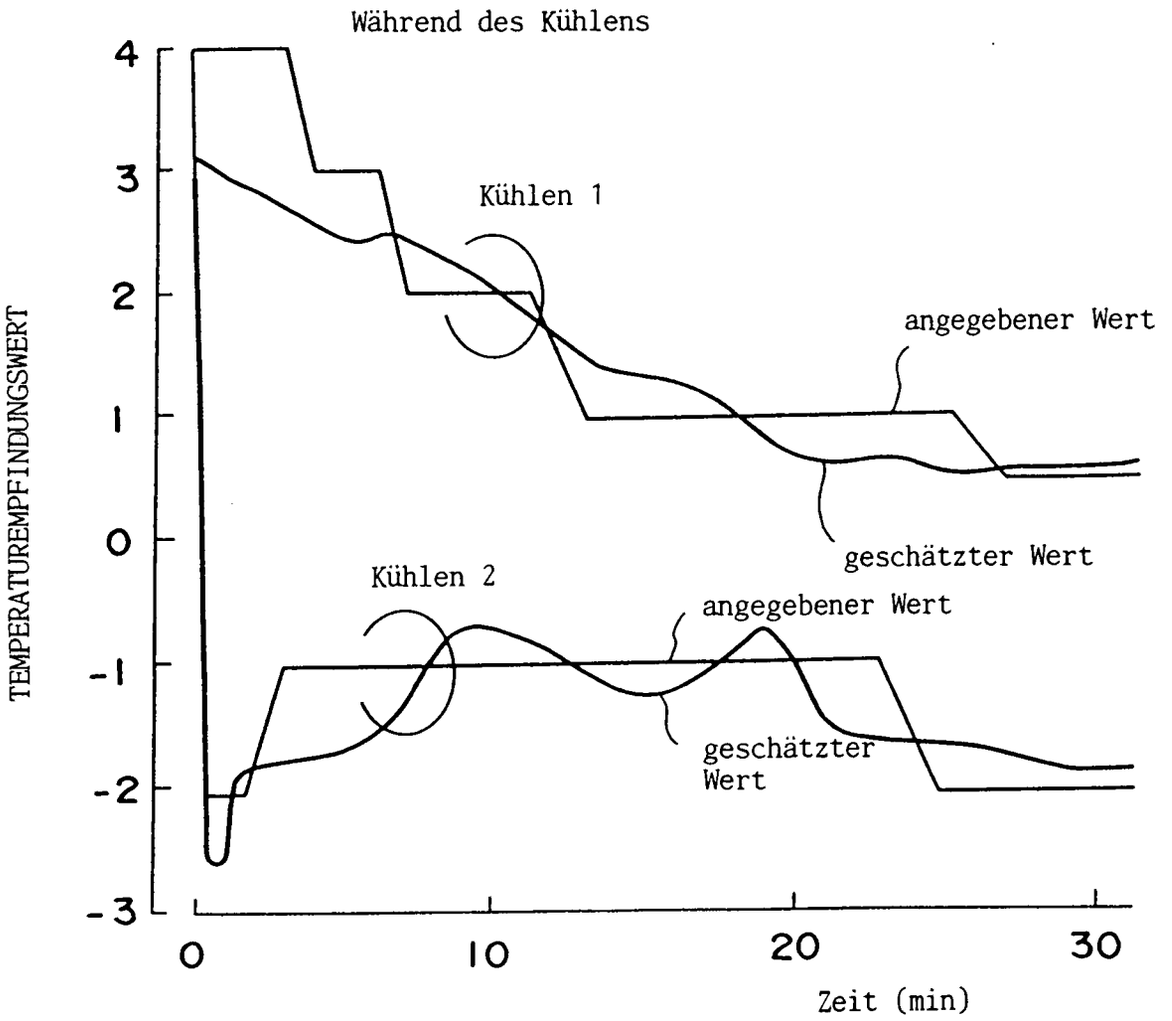
Nummer: DE 41 27 690 A1
Int. Cl.[5]: F 24 F 11/00
Offenlegungstag: 27. Februar 1992

FIG. 16



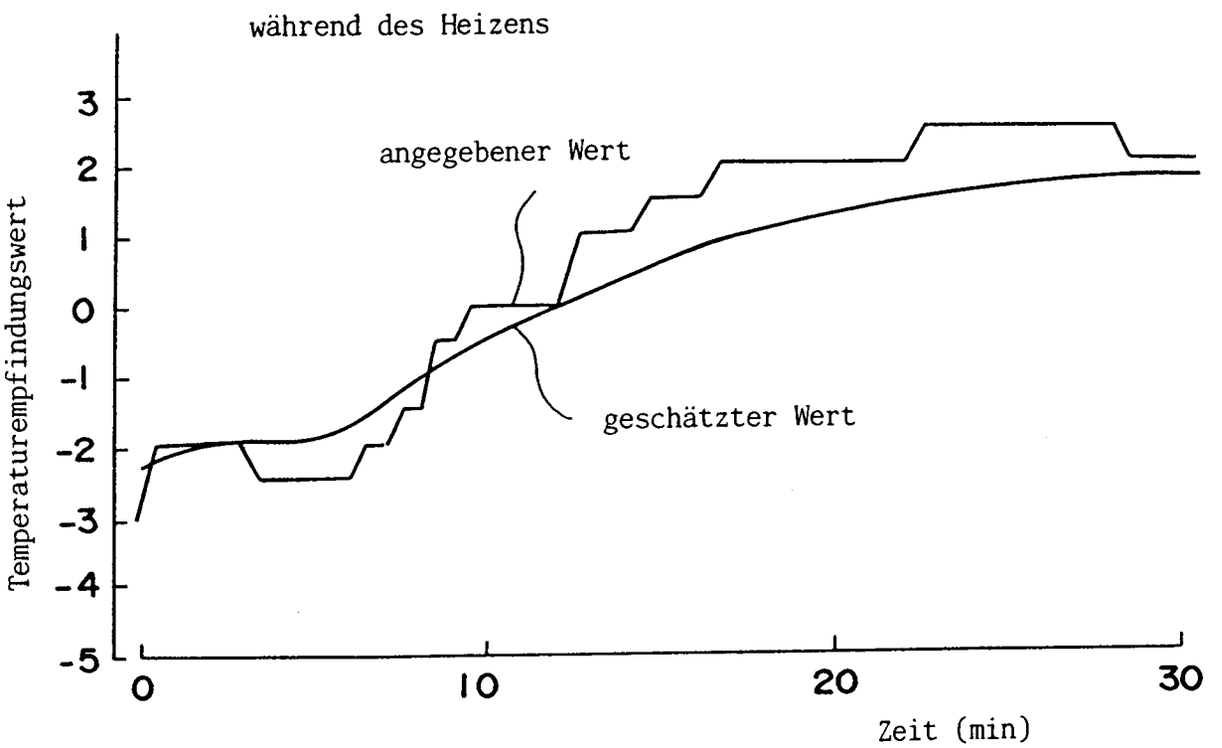
Nummer: DE 41 27 690 A1
Int. Cl.[5]: F 24 F 11/00
Offenlegungstag: 27. Februar 1992

FIG. 17



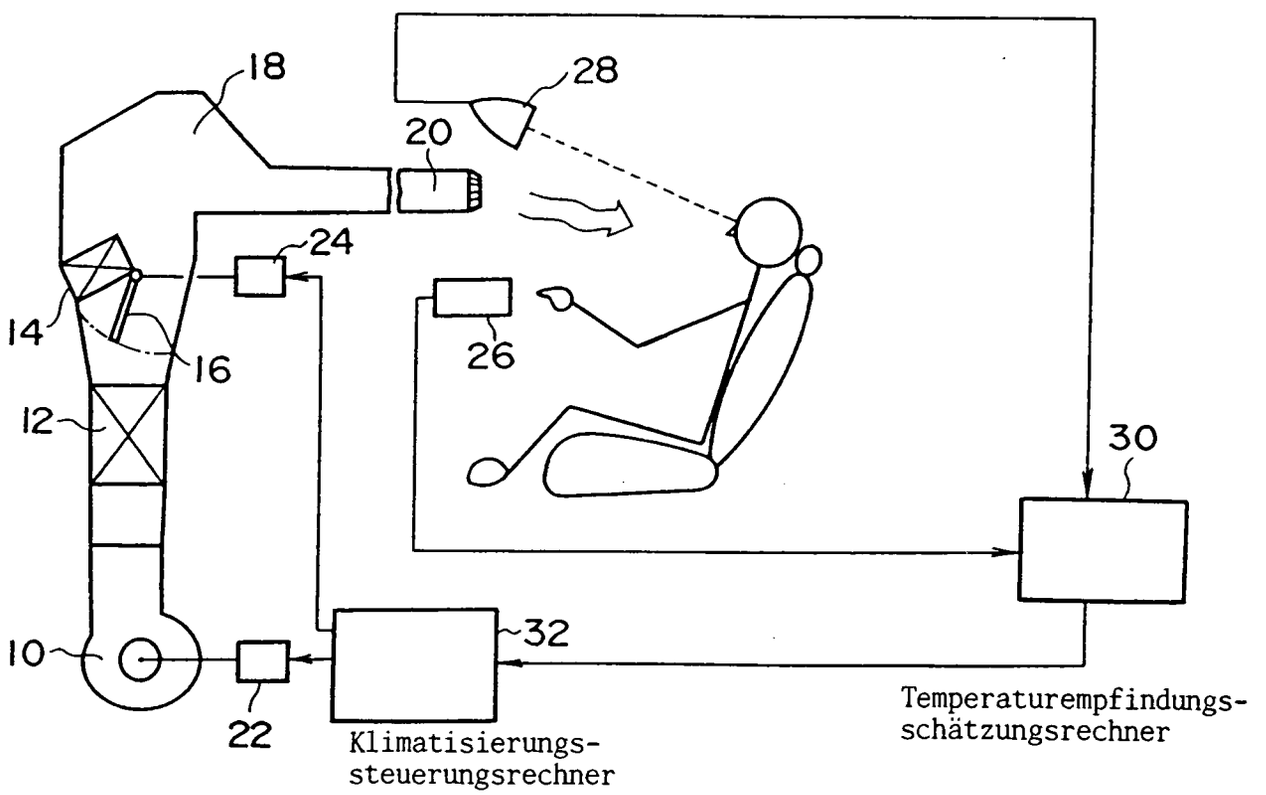
Nummer: DE 41 27 690 A1
Int. Cl.[5]: F 24 F 11/00
Offenlegungstag: 27. Februar 1992

FIG. 18



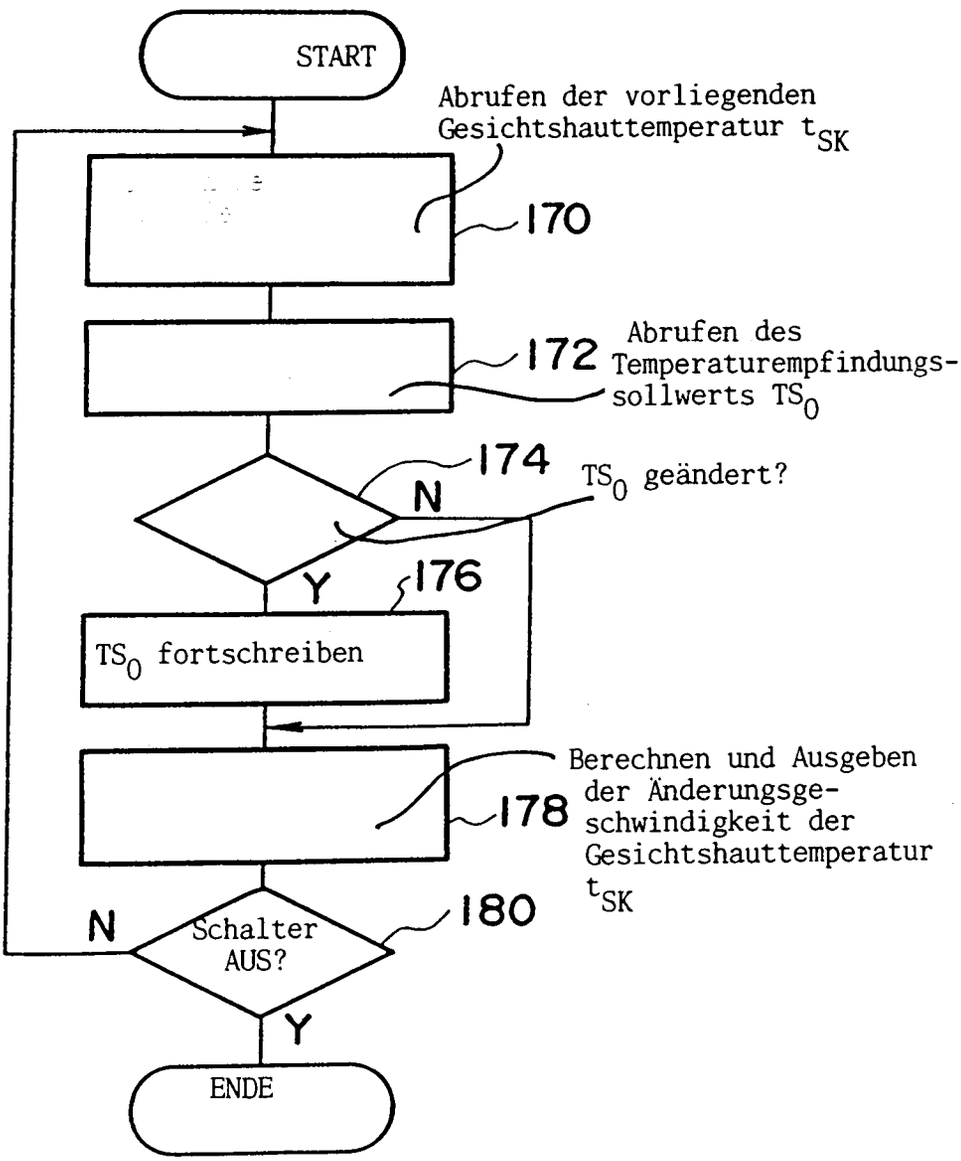
Nummer: DE 41 27 690 A1
Int. Cl.[5]: F 24 F 11/00
Offenlegungstag: 27. Februar 1992

FIG. 19



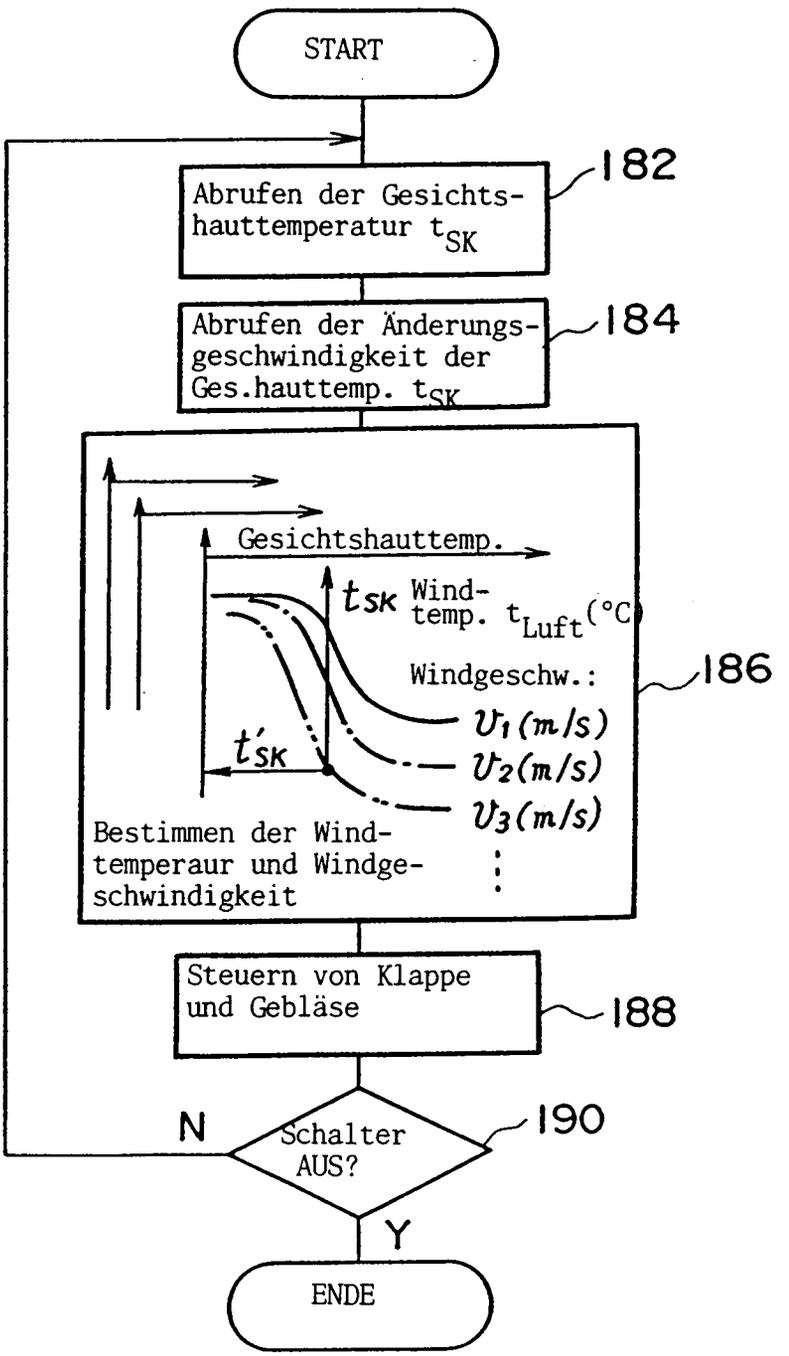
Nummer: DE 41 27 690 A1
Int. Cl.[5]: F 24 F 11/00
Offenlegungstag: 27. Februar 1992

FIG. 20



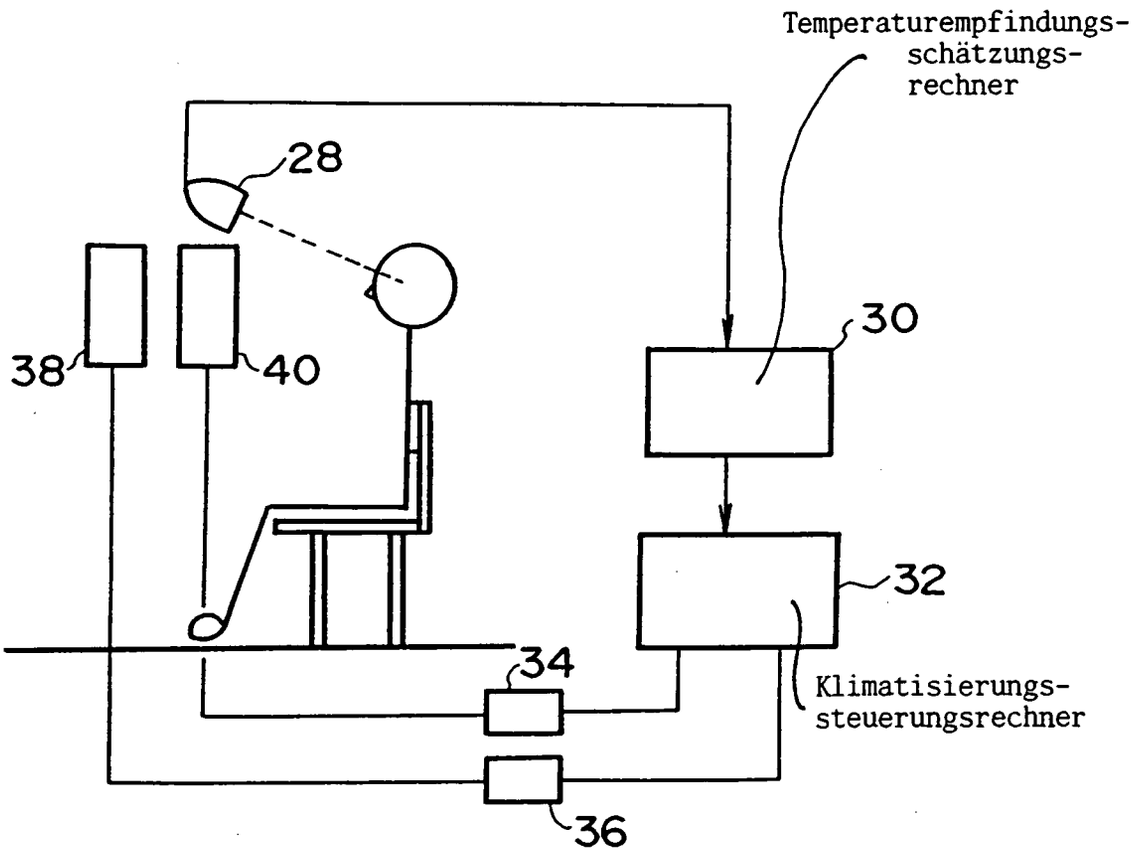
Nummer: DE 41 27 690 A1
Int. Cl.[5]: F 24 F 11/00
Offenlegungstag: 27. Februar 1992

FIG. 21



Nummer: DE 41 27 690 A1
Int. Cl.[5]: F 24 F 11/00
Offenlegungstag: 27. Februar 1992

FIG. 22



Nummer: DE 41 27 690 A1
Int. Cl.[5]: F 24 F 11/00
Offenlegungstag: 27. Februar 1992

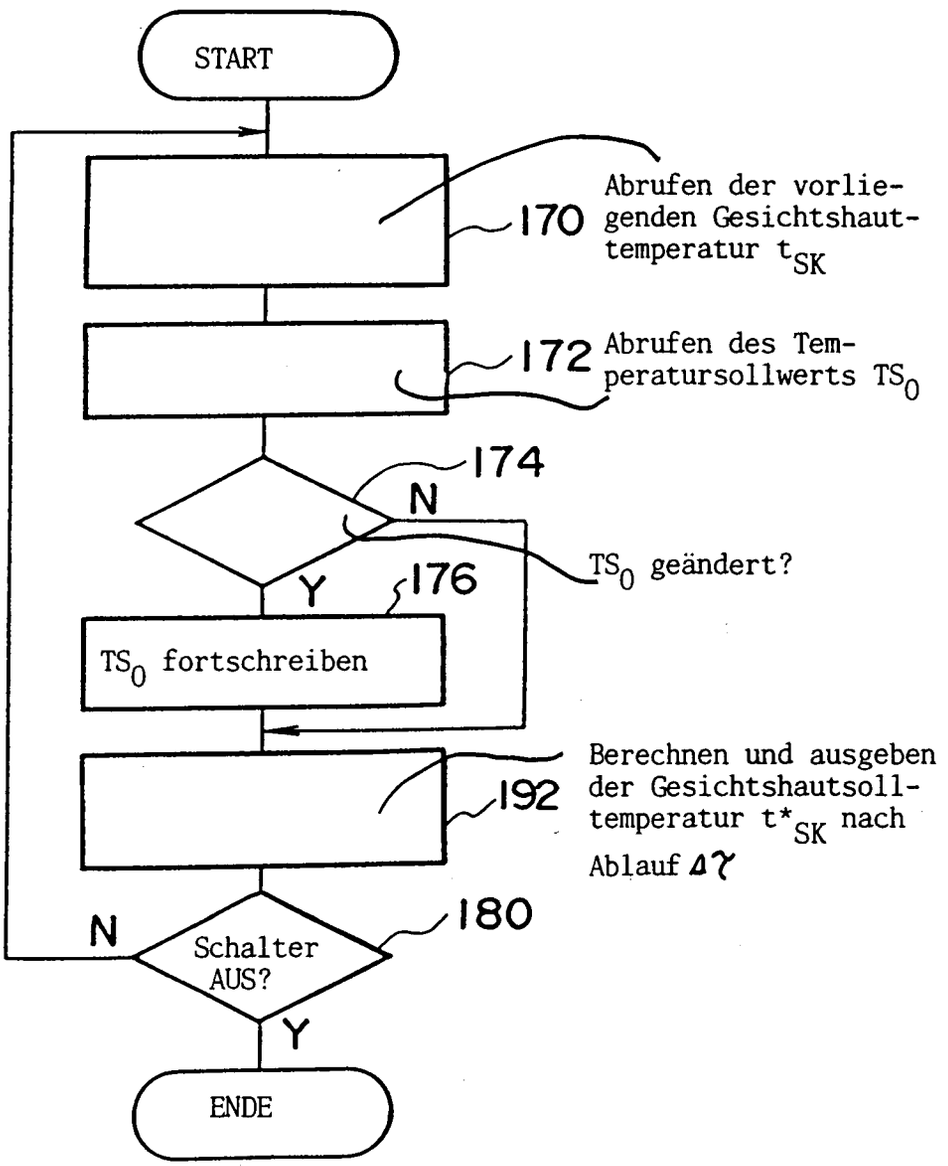



FIG. 23