(19) Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2006 017 909 B4** 2019.06.19

(12) # Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2006 017 909.9**
(22) Anmeldetag: **18.04.2006**
(43) Offenlegungstag: **15.02.2007**
(45) Veröffentlichungstag der Patenterteilung: **19.06.2019**

(51) Int Cl.: ***B60H 1/32*** (2006.01)
B60P 3/20 (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).

(30) Unionspriorität:
60/671,716 **15.04.2005** **US**

(73) Patentinhaber:
Thermo King Corp., Minneapolis, Minn., US

(74) Vertreter:
Haseltine Lake Kempner LLP, 80538 München, DE

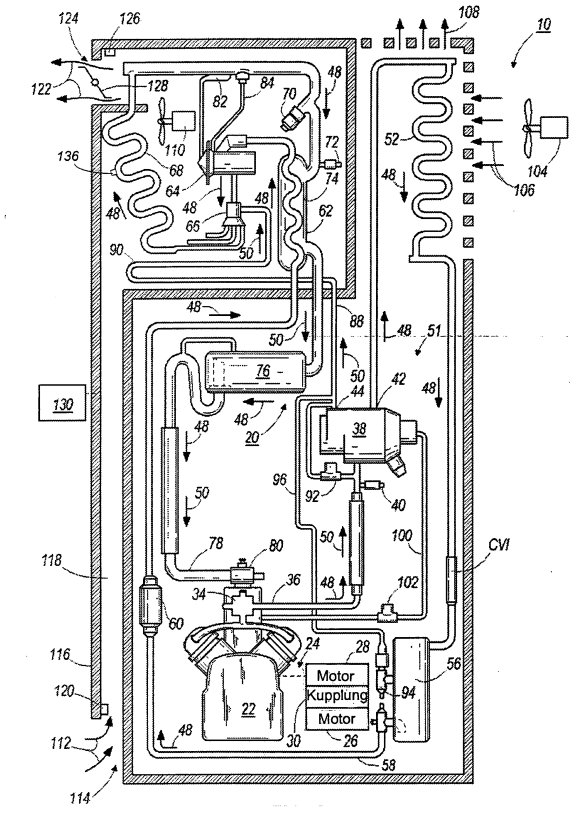
(72) Erfinder:
Ludwig, Brad, Minnetonka, Minn., US

(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE	**103 19 290**	**A1**
JP	**H10- 197 110**	**A**
JP	**2004- 085 109**	**A**

(54) Bezeichnung: **Temperatursteuersystem und Verfahren zum Betreiben desselben**

(57) Hauptanspruch: Verfahren zur Luftklimatisierung in einem Fahrzeugladeraum (16), das die folgenden Schritte umfasst:
- Vorsehen eines Kältekreislaufs (20), der einen Verdampfer (68) und ein elektronisches Drosselventil (70) umfasst;
- Leiten von Kältemittel durch den Kältekreislauf (20);
- Leiten von Laderaumluft (112) durch den Verdampfer (68);
- Ermitteln eines ersten Zustands unter Verwendung eines Konvertierungsprozesses, wobei der erste Zustand eine Sättigungssaugtemperatur des Kältemittels in dem Kältekreislauf (20) stromabwärts von dem Verdampfer (68) ist, auf der Basis eines unter Verwendung eines Saugdruckwandlers (72) erhaltenen Saugdrucks;
- Fühlen eines zweiten Zustands, der eine Temperatur des Kältemittels in dem Verdampfer (68) ist, unter Verwendung eines Verdampferspulentemperatursensors (136);
- Ermitteln einer Position des elektronischen Drosselventils (70);
- Ermitteln eines Unterschieds zwischen dem ersten Zustand und dem zweiten Zustand; und
- Initiieren eines Enteisungsprozesses des Verdampfers (68), wenn sich das elektronische Drosselventil (70) in einer vollständig geöffneten Position befindet und der Unterschied grösser ist als ein Schwellenwert.



Beschreibung

VERBUNDENE ANMELDUNGEN

[0001] Diese Anmeldung beansprucht den Zeitrang der früher eingereichten, parallel anhängigen U.S. Provisional Patent Application Serial No. 60/671,716, eingereicht am 15. April 2005, deren gesamter Inhalt hier durch Bezugnahme darauf enthalten ist.

GEBIET DER ERFINDUNG

[0002] Die Erfindung bezieht sich auf Temperatursteuersysteme und insbesondere auf ein Transporttemperatursteuersystem sowie auf ein Verfahren zum Betreiben desselben.

[0003] Die DE 103 19 290 A1 beschreibt eine Transporttemperatur-Steuereinheit und ein Verfahren zum Entfrosten einer Verdampferschlange derselben. Aus dieser Schrift sind ein System zum Klimatisieren von Luft in einem Fahrzeugladeraum mit einem einen Verdampfer umfassenden Kältemittelkreislauf sowie ein temperaturgesteuertes Enteisungsverfahren für den Verdampfer bekannt. Aus der JP H10-197 110 A ist ein Verfahren bekannt, einen Enteisungsprozess des Verdampfers zu initiieren, wenn der Unterschied zwischen der Kältemitteltemperatur am Eintritt und Austritt des Verdampfers größer ist als ein Schwellenwert. Aus der JP 2004-085 109 A ist es bekannt, einen Enteisungsprozess zu starten, wenn sich eine Tür des Fahrzeugladeraums in der geöffneten Position befindet.

ZUSAMMENFASSUNG

[0004] Die Erfindung ist durch ein Verfahren zur Luftklimatisierung in einem Fahrzeugladeraum gemäß Patentanspruch 1 gekennzeichnet.

[0005] Die Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung schaffen ein Verfahren zur Klimatisierung in einem Laderaum. Nachfolgend wird auch ein entsprechendes Temperatursteuersystem beschrieben. Das Verfahren bzw. das Temperatursteuersystem kann einen Kompressor, eine Verdampferspule, einen Kondensator, einen sich zwischen dem Kompressor, der Verdampferspule und dem Kondensator erstreckenden Kühlkreislauf (Kältekreislauf), sowie eine Steuereinrichtung verwenden, die dafür programmiert ist, den Betrieb des Temperatursteuersystems zu steuern und eine Strömung von Kühlmittel (Kältemittel) durch den Kühlkreislauf zu regeln. Die Steuereinrichtung kann dafür programmiert sein, das Temperatursteuersystem in einem Enteisungsmodus auf der Basis von Daten zu betreiben, die von einem oder mehreren Sensoren erhalten werden, die entlang des Kühlkreislaufs verteilt sind.

[0006] Zusätzlich schaffen einige Ausführungsformen der Erfindung ein Verfahren zum Steuern des Betriebs eines Temperatursteuersystems, das einen Kühlkreislauf aufweist, der sich zwischen einem Kompressor und einer Verdampferspule erstreckt. Das Verfahren kann die folgenden Schritte umfassen: Fühlen eines Drucks des durch den Kühlkreislauf strömenden Kühlmittels, Berechnen eines gesättigten Saugdrucks, Bilden eines akzeptablen Bereichs eines Sättigungssaugdrucks, Vergleichen des gesättigten Saugdrucks mit dem akzeptablen Bereich des Sättigungssaugdrucks, und Initiieren einer Enteisung, wenn sich der Sättigungssaugdruck außerhalb des akzeptablen Bereichs des Sättigungssaugdrucks befindet.

[0007] In einigen Aussführungsformen schafft die Erfindung ein Verfahren zur Luftklimatisierung in einem Fahrzeugladeraum. Das Verfahren kann die folgenden Schritte umfassen: Bilden eines Kühlkreislaufs mit einem Verdampfer, Leiten von Kühlmittel durch den Kühlkreislauf, und Leiten von Laderaumluft durch den Verdampfer. Das Verfahren kann auch die folgenden Schritte umfassen: Fühlen eines ersten Zustands auf der Basis entweder einer Temperatur oder eines Drucks des Kühlmittels in dem Kühlkreislauf stromaufwärts von dem Verdampfer, Ermitteln eines zweiten Zustands auf der Basis entweder einer Temperatur oder eines Drucks des Kühlmittels in dem Verdampfer, und Ermitteln einer Differenz zwischen dem ersten Zustand und dem zweiten Zustand. Das Verfahren kann den Schritt des Initiierens eines Enteisungsprozesses des Verdampfers umfassen, wenn die Differenz größer ist als ein Schwellenwert.

[0008] Die Erfindung kann außerdem ein Verfahren zur Klimatisierung von Luft in einem Fahrzeugladeraum schaffen, wobei das Fahrzeug eine Öffnung hat, die eine Verbindung zwischen dem Laderaum und der Atmosphäre bildet, sowie eine an dem Fahrzeug neben der Öffnung gehaltene Tür. Das Verfahren kann die folgenden Schritte umfassen: Bilden eines Kältekreislaufs mit einem Verdampfer, Leiten von Kältemittel durch den Kältekreislauf, und Leiten von Laderaumluft durch den Verdampfer. Das Verfahren kann auch umfassen: Bewegen der Tür relativ zu dem Fahrzeug zwischen einer geöffneten Position, in der die Tür von der Öffnung wegbewegt ist, und einer geschlossenen Position, in der sich die Tür über die Öffnung erstreckt, und Fühlen eines ersten Zustands, wobei der erste Zustand eine Funktion entweder einer Temperatur oder eines Drucks des Kältemittels in dem Kältekreislauf von dem Verdampfer weg ist. Darüber hinaus kann das Verfahren die folgenden Schritte umfassen: Messen entweder einer Temperatur oder eines Drucks des Kältemittels in dem Verdampfer, Verwenden entweder der Temperatur oder des Drucks des Kältemittels in dem Verdampfer, um einen zweiten Zustand zu ermitteln, Ermitteln einer Differenz zwischen dem ersten Zustand

und dem zweiten Zustand, und Initiieren eines Enteisungsprozesses des Verdampfers, wenn die Differenz größer ist als ein Schwellenwert und sich die Tür in der geöffneten Position befindet.

[0009] In einigen Ausführungsformen wird ein System zur Klimatisierung von Luft in einem Laderaum eines Fahrzeugs geschaffen. Das Fahrzeug kann eine Öffnung haben, die eine Verbindung zwischen dem Laderaum und der Atmosphäre bildet, sowie eine zwischen einer geöffneten Position und einer geschlossenen Position bewegbare Tür. In der geöffneten Position ist die Luft durch die Öffnung zwischen der Atmosphäre und dem Laderaum bewegbar. In der geschlossenen Position verhindert die Tür eine Bewegung der Luft durch die Öffnung. Das System kann einen Kältekreislauf aufweisen, der darüber hinaus einen Verdampfer aufweist, der ein Kältemittel enthält, erste und zweite Sensoren sowie eine Steuereinrichtung. Der erste Sensor kann entlang des Kältekreislaufs angeordnet sein, um einen ersten Zustand zu fühlen, der eine Funktion entweder einer Temperatur oder eines Drucks des Kältemittels in dem Kältekreislauf von dem Verdampfer weg ist. Der zweite Sensor kann entlang des Verdampfers angeordnet sein, um entweder eine Temperatur oder einen Druck des Kältemittels in dem Verdampfer zu fühlen. Die Steuereinrichtung kann entweder die Temperatur oder den Druck des Kältemittels in dem Verdampfer in einen zweiten Zustand konvertieren, eine Differenz zwischen dem ersten Zustand und dem zweiten Zustand ermitteln, wenn sich die Tür in der geöffneten Position befindet, und einen Enteisungsprozess des Verdampfers initiieren, wenn die Differenz größer ist als ein Schwellenwert.

[0010] Weitere Gesichtspunkte der Erfindung ergeben sich aus einer Betrachtung der detaillierten Beschreibung und der beigefügten Zeichnungen.

Figurenliste

Fig. 1 ist eine Seitenansicht eines Fahrzeugs, das ein Temperatursteuersystem bzw. ein Verfahren zur Luftklimatisierung gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung aufweist.

Fig. 2 ist eine schematische Darstellung des in **Fig. 1** dargestellten Temperatursteuersystems.

Fig. 3A bis **Fig. 3D** sind Flussdiagramme, die ein Verfahren zum Überwachen und Steuern des Betriebs des in **Fig. 1** dargestellten Temperatursteuersystems darstellen.

Fig. 4 zeigt eine erste Nachschlage- und Datentabelle zum Berechnen einer Kühlmittelsättigungstemperatur gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

Fig. 5 zeigt eine zweite Nachschlage- und Datentabelle zum Berechnen einer Kühlmittelsättigungstemperatur gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

DETAILLIERTE BESCHREIBUNG

[0011] Bevor einzelne Ausführungsformen der Erfindung im Detail erläutert werden, wird darauf hingewiesen, dass die Erfindung in ihrer Anwendung nicht auf die Konstruktionseinzelheiten und die Anordnung der Komponenten beschränkt ist, wie sie in der nachfolgenden Beschreibung dargelegt oder in den nachfolgenden Zeichnungen dargestellt sind. Die Erfindung kann auch weitere Ausführungsformen umfassen und in verschiedenen Weisen praktiziert oder ausgeführt werden. Darüber hinaus versteht es sich, dass die hier verwendete Wortwahl und Terminologie der Beschreibung dient und nicht als beschränkend angesehen werden sollte. Die Verwendung hierin von Begriffen wie „enthalten“, „umfassen“ oder „aufweisen“ und Abwandlungen davon bedeutet, dass die anschließend aufgeführten Merkmale und deren Äquivalente sowie zusätzliche Merkmale umfasst sind. Sofern es nicht spezifiziert oder auf andere Weise beschränkt ist, werden die Begriffe „angebracht“, „verbunden“, „getragen“ und „gekoppelt“ und Abwandlungen davon in einer allgemeinen Art und Weise verwendet, wobei sie sowohl direkte wie indirekte Befestigungen, Verbindungen, Halterungen und Kopplungen umfassen. Darüber hinaus sind die Begriffe „verbunden“ und „gekoppelt“ nicht auf physische oder mechanische Verbindungen oder Kopplungen beschränkt.

[0012] Wie es dem Fachmann außerdem klar ist, sind die in den Figuren dargestellten Systeme Modelle tatsächlicher Systeme. Viele der beschriebenen Module und logischen Strukturen sind außerdem in der Lage, in Form von Software implementiert zu sein, die von einem Mikroprozessor oder einer ähnlichen Einrichtung ausgeführt wird, oder in Form von Hardware implementiert zu sein, die eine Vielzahl von Komponenten verwendet, die beispielsweise anwendungsspezifische integrierte Schaltungen (Application Specific Integrated Circuits - ASICs) umfassen. Begriffe wie „Steuereinrichtung“ können Hardware und/oder Software umfassen oder sich darauf beziehen. Darüber hinaus werden in der Beschreibung durchgängig Begriffe in Großbuchstaben verwendet. Solche Begriffe werden verwendet, um mit allgemeinen Praktiken konform zu gehen und dazu beizutragen, die Beschreibung mit den Kodierungsbeispielen, Gleichungen und/oder Zeichnungen zu korrelieren. Aufgrund der Verwendung der Großschreibung sollte jedoch keine spezifische Bedeutung impliziert oder gefolgert werden. Somit sollten die Ansprüche nicht auf die speziellen Beispiele oder die Terminologie oder auf irgendeine spezielle Hardware- oder Soft-

ware-Implementierung oder eine Kombination von Software oder Hardware beschränkt werden.

[0013] **Fig. 1** zeigt ein Temperatursteuersystem **10** gemäß einigen Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung. Das Temperatursteuersystem **10** ist besonders zur Verwendung bei Transportanwendungen geeignet und es kann an einem Container, einem Lastwagen, einem Anhänger und dergleichen angebracht sein. Die in **Fig. 1** dargestellte Ausführungsform zeigt das Temperatursteuersystem **10** angebracht an einem Anhänger **14**, der einen Laderaum **16** hat. Der Anhänger **14** wird von einer Zugmaschine **18** gezogen, wie es dem Fachmann bekannt ist. In anderen Ausführungsformen (nicht dargestellt) kann das Temperatursteuersystem **10** an einem Speichercontainer oder einem anderen Fahrzeug angebracht sein, wie beispielsweise einem Lastwagen, einem Eisenbahnwaggon, einem Lieferwagen, usw.

[0014] Der Begriff „Laderaum“, so wie er hier verwendet wird, umfasst jeden Raum, der temperatur- und/oder feuchtigkeitsgesteuert werden soll, einschließlich Transportanwendungen und stationären Anwendungen für die Aufbewahrung von Lebensmitteln, Getränken, Pflanzen, Blumen und anderen verderblichen Waren sowie für die Aufrechterhaltung einer gewünschten Atmosphäre für den Transport industrieller Produkte. Der Begriff „Kühlmittel/Kältemittel“, wie er hier verwendet wird, umfasst außerdem jedes herkömmliche Kühlfluid, wie beispielsweise Chlor-Fluor-Kohlenstoffe (CFCs), Kohlenwasserstoffe, Kryogene (z. B. CO_2 und N_2) usw. Der Begriff „Kühlmittel/Kältemittel“, wie er hier verwendet wird, bezieht sich darüber hinaus auf Fluide, die üblicherweise für Heiz- und Enteisungszwecke verwendet werden.

[0015] Das Temperatursteuersystem **10** steuert die Temperatur des Laderaums **16** auf einen gewünschten Temperaturbereich in der Nähe eines vorgegebenen Temperatur-Sollwerts. Konkreter hält das Temperatursteuersystem **10** die Temperatur des Laderaums **16** innerhalb eines Bereichs aufrecht, der den Temperatur-Sollwert umgibt (z. B. ± 5°C). Wie es in **Fig. 2** dargestellt ist, umfasst das Temperatursteuersystem **10** einen geschlossenen Kühlmittelkreislauf bzw. eine Strömungsbahn **20**, der/die einen von einer Antriebseinheit **24** angetriebenen Kühlmittelverdichter **22** aufweist. In der dargestellten Ausführungsform umfasst die Antriebseinheit **24** einen Verbrennungsmotor **26** und einen Stand-by-Elektromotor 28. Der Motor **26** und der Motor **28**, wenn sie beide verwendet werden, sind mit dem Verdichter **22** über eine Kupplung **30** verbunden, die den Motor **26** auskuppelt, während der Motor **28** in Betrieb ist.

[0016] In einigen Ausführungsformen, wie beispielsweise der in **Fig. 2** dargestellten Ausführungsform, kann das Temperatursteuersystem **10** einen eigenen Motor **26** aufweisen. In anderen Ausführungsformen kann auch oder alternativ der Fahrzeugmotor dem Temperatursteuersystem **10** oder Elementen des Temperatursteuersystems **10** Leistung zuführen.

[0017] Ein Entladungsventil **34** und eine Entladungsleitung **36** verbinden den Verdichter **22** mit einem Drei-Wege-Ventil **38**. Ein Entladungsdruckwandler **40** ist stromaufwärts von dem Drei-Wege-Ventil **38** entlang der Entladungsleitung **36** angeordnet, um den Entladungsdruck des komprimierten Kühlmittels zu messen. Das Drei-Wege-Ventil **38** weist eine erste Auslassöffnung **42** und eine zweite Auslassöffnung **44** auf.

[0018] Wenn das Temperatursteuersystem **10** in einem COOLING-(Kühl-)Modus betrieben wird, ist das Drei-Wege-Ventil **38** so eingestellt, dass es Kühlmittel von dem Verdichter **22** durch die erste Auslassöffnung **42** und entlang eines ersten Kreislaufs oder einer Strömungsbahn (dargestellt durch die Pfeile **48**) leitet. Wenn das Temperatursteuersytem **10** in den HEATING-(Heiz-) und DEFROST-(Enteisungs-) Moden betrieben wird, ist das Drei-Wege-Ventil **28** so eingestellt, dass es Kühlmittel durch die zweite Auslassöffnung **44** und entlang eines zweiten Kreislaufs oder einer Strömungsbahn (dargestellt durch die Pfeile **50**) leitet.

[0019] Die erste Strömungsbahn **48** erstreckt sich von dem Verdichter **22** über die erste Auslassöffnung **42** des Drei-Wege-Ventils **38**, eine Kondensatorspule **52**, ein Einwege-Kondensator-Rückschlagventil **CV1**, eine Aufnahmeeinrichtung **56**, eine Flüssigkeitsleitung **58**, einen Kühlmitteltrockner **60**, einen Wärmetauscher **62**, ein Expansionsventil **64**, einen Kühlmittelverteiler **66**, eine Verdampferspule **68**, ein elektronisches Drosselventil **70**, einen Saugdruckwandler **72**, eine zweite Bahn **74** durch den Wärmetauscher **62**, einen Akkumulator **76**, eine Saugleitung **78** und über einen Sauganschluss **80** zurück zu dem Verdichter **22**. Das Expansionsventil **64** wird von einem thermischen Kolben (thermal bulb) 82 und einer Ausgleichsleitung **84** gesteuert.

[0020] Die zweite Strömungsbahn **50** kann einen Abschnitt des Kühlmittelkreislaufs **51**, einschließlich der Kondensatorspule **52** und des Expansionsventils **64**, umgehen und sie kann den Heißgasauslass des Verdichters **22** über eine Heißgasleitung **88** und eine Enteisungsheizung (defrost pan heater) **90** mit dem Kühlmittelverteiler **66** verbinden. Die zweite Strömungsbahn **50** setzt sich von dem Kühlmittelverteiler **66** über die Verdampferspule **68**, das Drosselventil **70**, den Saugdruckwandler **72**, die zweite Bahn **74** über den Wärmetauscher **62** und den Akkumulator **76** und zurück zu dem Verdichter **22** über die Saugleitung **78** und den Sauganschluss **80** fort.

[0021] Ein Heißgas-Bypass-Ventil **92** ist vorgesehen, um während des Betriebs in dem COOLING-(Kühl-)Modus heißes Gas in die Heißgasleitung **88** einzuspritzen. Eine Bypass- oder Druckleitung **96** verbindet die Heißgasleitung **88** über die Rückschlagventile **94** mit der Aufnahmeeinrichtung **56**, um Kühlmittel von der Aufnahmeeinrichtung **56** während des Betriebs in den HEATING-(Heiz-) und/oder DEFROST-(Enteisungs)Moden in die zweite Strömungsbahn **50** zu drücken.

[0022] Eine Leitung **100** verbindet das Drei-Wege-Ventil **38** über ein normalerweise geschlossenes Schaltventil **102** mit der Niederdruckseite des Verdichters **22**. Wenn das Ventil **102** geschlossen ist, ist das Drei-Wege-Ventil **38** vorgespannt (z. B. federgespannt), um die erste Auslassöffnung **42** des Drei-Wege-Ventils **38** auszuwählen. Wenn die Verdampferspule **52** eine Enteisung erfordert und wenn ein Heizen erforderlich ist, wird das Ventil **92** mit Energie versorgt und die Niederdruckseite des Verdichters **22** betreibt das Drei-Wege-Ventil **38** derart, dass die zweite Auslassöffnung **44** ausgewählt wird, um einen Betrieb in dem HEATING-(Heiz-)Modus und/oder den DEFROST-(Enteisungs-)Moden zu beginnen.

[0023] Ein Kondensatorgebläse oder -ventilator 104 leitet Umgebungsluft (dargestellt durch die Pfeile **106**) durch die Kondensatorspule **52**. Rückführungsluft (dargestellt durch die Pfeile **108**), die durch einen Kontakt mit dem Kondensatorgebläse **104** aufgeheizt wird, wird an die Atmosphäre abgegeben. Ein Verdampfergebläse **110** zieht Laderaumluft (dargestellt durch die Pfeile **112**) durch einen Einlass **114** in einer Trennwand oder Wand **116** und durch einen Kanal **118** nach oben. Ein Rückführungsluft-Temperatursensor **120** misst die Temperatur der in den Einlass **114** eintretenden Luft. Ein Verdampfer-Spulen-Temperatursensor **136** kann in der Nähe der oder an der Verdampferspule **68** angeordnet werden, um die Verdampferspulentemperatur aufzuzeichnen. In anderen Ausführungsformen kann der Verdampfer-Spulen-Temperatursensor **136** an anderen Stellen angeordnet sein. In noch weiteren Ausführungsformen können auch oder alternativ andere Sensoren verwendet werden, wie beispielsweise der Rückführungsluft-Temperatursensor **120** und/oder der Abgabeluft-Temperatursensor **126** (wie unten beschrieben), um die Verdampferspulentemperatur zu berechnen.

[0024] Abgabeluft (dargestellt durch die Pfeile **122**) wird über einen Auslass **124** an den Laderaum **14** zurückgeführt. Ein Abgabeluft-Temperatursensor **126** ist in der Nähe des Auslasses **124** angeordnet und misst die Abgabelufttemperatur. Während des DEFROST-(Enteisungs-)Modus wird eine Dämpfungseinrichtung **128** von einer geöffneten Position (die in **Fig. 2** dargestellt ist) in eine geschlossene Position (nicht dargestellt) bewegt, um den Abgabeluftweg zu dem Laderaum **14** zu schließen.

[0025] Das Temperatursteuersystem **10** weist des weiteren eine Steuereinrichtung **130** auf (z.B. einen Mikroprozessor). Die Steuereinrichtung **130** nimmt Daten von Sensoren auf, einschließlich dem Rückführungsluft-Temperatursensor **124** und dem Abgabeluft-Temperatursensor **126**. Bei gegebenen Temperaturdaten und programmierten Parametern ermittelt die Steuereinrichtung **130** darüber hinaus, ob ein Kühlen, Heizen oder Enteisen erforderlich ist, indem die von den Sensoren aufgenommenen Daten mit der Sollwerttemperatur verglichen werden.

[0026] Die **Fig. 3A** bis **Fig. 3D** zeigen ein Verfahren zum Überwachen und Steuern des Betriebs des Temperatursteuersystems **10**. Insbesondere zeigen die **Fig. 3A** bis **Fig. 3D** ein Ablaufdiagramm eines beispielhaften Enteisungsprozesses **200**, der durch eine Kombination von Software, Firmware oder Hardware ausgeführt werden kann.

[0027] Jedes Mal, wenn das Temperatursteuersystem **10** eingeschaltet (z. B. gebootet) wird, initiiert die Steuereinrichtung **130** eine Start-Routine. Unter anderem stellt die Start-Routine fest, ob das Temperatursteuersystem **10** korrekt arbeitet, und sie sucht nach Fehlern in der Programmierung der Steuereinrichtung sowie mechanischen Ausfällen in dem Temperatursteuersystem **10**.

[0028] In einigen Ausführungsformen veranlasst die Steuereinrichtung **130** die Bedienungsperson dazu, Ladeparameter einzugeben. Die Steuereinrichtung **130** kann die Bedienungsperson beispielsweise dazu auffordern, die Sollwert-Temperatur einzugeben (z. B. 0°C), eine untere Temperaturgrenze (z. B. 5°C) und eine obere Temperaturgrenze (z. B. 5°C). In anderen Ausführungsformen fordert die Steuereinrichtung **130** die Bedienungsperson dazu auf, den Typ der Beladung einzugeben (z. B. Gemüse, Bananen, Blumen, Speiseeis, Milch, usw.) sowie die erwartete Fahrzeit (z. B. 1 Stunde, 2 Stunden, usw.). In diesen Ausführungsformen ruft die Steuereinrichtung **130** zuvor programmierte Werte für die Sollwert-Temperatur, die untere Temperaturgrenze und die obere Temperaturgrenze für den ausgewählten Beladungstyp auf.

[0029] Während des Startens initiiert die Steuereinrichtung **130** Temperatursteueroperationen. Insbesondere empfängt die Steuereinrichtung **130** Temperatur- und/oder Druckdaten von Sensoren, wie beispielsweise den Temperatursensoren **120**, **126**, **136** und dem Entladungsdruckwandler **40**. Wenn die der Steuereinrichtung **130** zugeführten Temperaturdaten oberhalb der oberen Temperaturgrenze liegen, kann die Steuereinrichtung **130** so programmiert sein, dass sie einen Betrieb in einem Hochgeschwin-

digkeits-(High Speed)- oder HS-COOLING-Modus (Kühlmodus) oder einem Niedergeschwindigkeits-(Low Speed)-LS-COOLING-Modus (Kühlmodus) initiiert.

[0030] Während des Betriebs in dem HS-COOLING-Modus und dem LS-COOLING-Modus ist die Steuereinrichtung **130** so programmiert, dass sie den Verdichter **22**, das Kondensatorgebläse **104**, das Verdampfergebläse **110**, den Rückführungslufttemperatursensor **120** und den Abgabelufttemperatursensor **126** aktiviert und Kältemittel entlang der ersten Strömungsbahn **48** leitet, um der Verdampferspule **68** Kältemittel mit einer relativ niedrigen Temperatur zuzuführen.

[0031] Wenn die der Steuereinrichtung **130** zugeführten Temperaturdaten unterhalb des unteren Temperaturgrenzwerts liegen, kann die Steuereinrichtung **130** so programmiert sein, dass sie einen Betrieb in einem HEATING-Modus (Heizmodus) initiiert. Während des Betriebs in dem HEATING-Modus wird Kältemittel entlang der zweiten Strömungsbahn **50** geleitet, um dem Laderaum **16** Wärme zuzuführen, wie es oben erläutert wurde.

[0032] Während des Betriebs in dem HS-COOLING-Modus und/oder dem LS-COOLING-Modus können sich Reif und/oder Eis an der Verdampferspule **68** ansammeln. In Anwendungsfällen, bei denen relativ warme Ladungen oder Ladungen, die nicht vorgekühlt sind, in den Laderaum **16** eingeladen werden, und bei Anwendungen, in denen eine Laderaumtür für längere Zeitdauern zur Atmosphäre hin offengelassen wird, können sich relativ große Mengen an Reif und Eis relativ schnell an der Verdampferspule **68** ansammeln. In diesen Anwendungsfällen können das Eis und der Reif als ein Isolator wirken, der einen Wärmeübergang zwischen der Laderaumluft **112** und dem durch die Verdampferspule **68** strömenden Kältemittel verringert und/oder verhindert.

[0033] In einigen Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung kann die Steuereinrichtung **130** so programmiert sein, dass sie periodisch in einem DEFROST-Modus (Enteisungsmodus) arbeitet, um die Bildung von Reif und Eis zu entfernen und/oder zu verringern. In diesen Ausführungsformen kann das Temperatursteuersystem **10** periodisch (z. B. jede Stunde für 10 Minuten) in dem DEFROST-Modus betrieben werden und/oder wenn die Steuereinrichtung **130** errechnet, dass das Eis und der Reif den Wärmeübergang zwischen der Laderaumluft **112** und dem durch die Verdampferspule **68** strömenden Kältemittel verringert.

[0034] In einigen Ausführungsformen kann die Steuereinrichtung **130** einen DEFROST CONTROL ALGORITHM (Enteisungssteueralgorithmus) oder einen Enteisungsprozess **200** umfassen, um einen Betrieb in dem DEFROST-Modus (Enteisungsmodus) zu initiieren. Es ist zu beachten, dass der Algorithmus am Schritt **204** feststellt, ob das System **10** mit einem elektronischen Drosselventil (ETV) ausgestattet ist, wie es in **Fig. 3A** dargestellt ist. Wenn der Enteisungsprozess **200** am Schritt **204** feststellt, dass das System **10** nicht mit einem elektronischen Drosselventil ausgestattet ist („Nein“ am Schritt **204**), wird der Prozess **200** am Schritt **208** deaktiviert oder ausgeschaltet, und ein Alarm kann aktiviert werden, um eine Bedienungsperson zu warnen. Wenn der Enteisungsprozess **200** am Schritt **204** jedoch feststellt, dass das System **10** mit einem elektronischem Drosselventil ausgestattet ist („Ja“ am Schritt **204**), setzt sich der Prozess **200** fort, um festzustellen, ob der Prozess **200** am Schritt **212** ausgewählt oder aktiviert worden ist. Wenn festgestellt wird, dass der Prozess **200** nicht ausgewählt oder aktiviert worden ist („Nein“ am Schritt **212**), wird der Prozess **200** am Schritt **208** deaktiviert oder ausgeschaltet, und ein Alarm kann aktiviert werden, um eine Bedienungsperson zu warnen.

[0035] Wenn der Prozess **200** ausgewählt oder aktiviert worden ist („Ja“ am Schritt **212**), setzt sich der Prozess **200** fort, um am Schritt **216** eine Anzahl von Parametern und Zeitmessern/Zeitgebern zu löschen und zurückzusetzen (z. B. einen Zeitmesser für ein Enteisen einer gefrorenen Spule), so dass diese Parameter und Zeitmesser jeweils vorgegebene Anfangswerte haben. Danach tritt der Prozess **200** am Schritt **220** in eine Startverzögerung ein, um dem System **10** Zeit zu geben, sich zu stabilisieren. In einigen Ausführungsformen beträgt die Startverzögerung ungefähr 5 Minuten.

[0036] Am Schritt **224** stellt der Prozess **200** fest, ob das System **10** in einem Hochgeschwindigkeits-(HS)-Kühlmodus läuft, um zu ermitteln, ob das System **10** oder der Verdichter **22** bei einer vorgegebenen Kapazität laufen. Wenn das System **10** sich nicht in dem Hochgeschwindigkeitskühlmodus befindet („Nein“ am Schritt **224**), kehrt der Prozess **200** zum Schritt **216** zurück, um die Parameter und Zeitmesser zu löschen und zurückzusetzen. Wenn der Prozess anderenfalls am Schritt **224** feststellt, dass das System **10** in dem Hochgeschwindigkeitskühlmodus läuft („Ja“ am Schritt **224**), setzt sich der Prozess **200** fort, um festzustellen, ob das System **10** am Schritt **228** zwischen verschiedenen Betriebsmoden wechselt.

[0037] Wenn am Schritt **228** festgestellt wird, dass das System **10** zwischen verschiedenen Betriebsmoden wechselt („Ja“ am Schritt **228**), kehrt der Prozess **200** zum Schritt **216** zurück, um die Parameter und Zeitmesser zu löschen und zurückzusetzen. Wenn das System **10** am Schritt **228** jedoch nicht zwischen verschiedenen Betriebsmoden wechselt („Nein“ am Schritt **228**), führt der Prozess **200** eine Überprüfung

durch, um festzustellen, ob es in dem Kältemittelkreislauf **20** ein Leck gibt, ob ein Kältemitteldruck inakzeptabel ist, oder ob die Kältemittelladung sich am Schritt **232** auf einem inakzeptablen Niveau befindet. Wenn es ein Leck in dem Kältemittelkreislauf **20** gibt, wenn der Kältemitteldruck inakzeptabel ist, oder wenn sich die Kältemittelladung auf einem inakzeptablen Niveau befindet („Ja“ am Schritt **232**), wird der Prozess **200** am Schritt **208** deaktiviert oder ausgeschaltet, und ein Alarm kann aktiviert werden, um eine Bedienungsperson zu warnen. Wenn anderenfalls kein Leck in dem Kältemittelkreislauf ist, der Kältemitteldruck akzeptabel ist und sich die Kältemittelladung auf einem akzeptablen Niveau befindet („Nein“ am Schritt **232**), setzt sich der Prozess **200** fort, um eine Überprüfung bezüglich irgendwelcher Sensorfehler vorzunehmen, wie es im einzelnen nachfolgend beschrieben wird.

[0038] In der dargestellten Ausführungsform stellt der Prozess **200** fest, ob die Temperatursensoren in dem System **10** richtig funktionieren. Der Prozess **200** führt beispielsweise eine Kontrolle durch, um am Schritt **236** festzustellen, ob der Sensor **120** für die Rückführungslufttemperatur (RA-TEMP) richtig funktioniert. In einigen Ausführungsformen wird ein RA-TEMP-Sensoralarm erzeugt, wenn der Rückführungsluft-Temperatursensor **120** nicht richtig funktioniert. Wenn ein RA-TEMP-Sensoralarm erzeugt worden ist, oder wenn dieser aktiv ist, wie es am Schritt **236** festgestellt wird („Ja“ am Schritt **236**), setzt sich der Prozess **200** fort, um zu kontrollieren, ob andere Temperatursensoren in dem System **10** richtig funktionieren. Der Prozess **200** führt beispielsweise eine Überprüfung durch, um am Schritt **240** festzustellen, ob der Sensor **126** für die Abgabelufttemperatur (DA-TEMP) richtig funktioniert. Wenn der DA-TEMP-Sensor **126** nicht richtig funktioniert („Ja“ am Schritt **240**), wird der Prozess **200** am Schritt **208** deaktiviert oder ausgeschaltet, und ein Alarm kann aktiviert werden, um eine Bedienungsperson zu warnen.

[0039] Wenn der RA-TEMP-Sensoralarm nicht aktiv ist („Nein“ am Schritt **236**), setzt sich der Prozess **200** fort, um am Schritt **244** die RA-TEMP mit einer vorgegebenen Temperatur zu vergleichen, um festzustellen, ob die Ladung frische oder gefrorene Produkte enthält. Wenn der Vergleich zwischen der RA-TEMP und der vorgegebenen Temperatur gefrorene Produkte anzeigt („Nein“ am Schritt **244**), kehrt der Prozess **200** zum Schritt **216** zurück, um die Parameter und Zeitmesser zu löschen und zurückzusetzen. Insbesondere ist die Steuereinrichtung **130** dafür programmiert, festzustellen, ob die RA-TEMP einer „frischen“ Ladung oder einer „gefrorenen“ Ladung entspricht. In Anwendungsfällen, in denen die Rückführungslufttemperatur kleiner als oder gleich einem FRFZ-Wert ist (z. B. ungefähr 15°F / - 2°C oder ungefähr 24°F / - 4°C), ist die Steuereinrichtung **130** so programmiert, dass sie den DEFROST CONTROL ALGORITHM (Enteisungssteueralgorithmus) oder den Prozess **200** verlässt. In Anwendungsfällen, in denen die RA-TEMP größer ist als der FRFZ-Wert, ist die Steuereinrichtung **130** so programmiert, dass sie den Betrieb in dem DEFROST CONTROL ALGORITHM oder dem Prozess **200** fortsetzt.

[0040] Wenn der Vergleich zwischen der RA-TEMP und der vorgegebenen Temperatur jedoch frische Produkte anzeigt („Ja“ am Schritt **244**), fragt der Prozess **200** einen Zähler oder einen Zeitmesser ab, um am Schritt **248** zu bestätigen, dass der Prozess **200** mindestens für einen vorgegebenen Zeitschwellenwert nicht aktiviert worden ist. In einigen Ausführungsformen beträgt der Zeitschwellenwert ungefähr 30 Minuten. Wenn die abgelaufene Zeit geringer ist als der Zeitschwellenwert („Nein“ am Schritt **248**), kehrt der Prozess **200** zum Schritt **216** zurück, um den Enteisungszeitmesser zu löschen und zurückzusetzen. Wenn die abgelaufene Zeit anderenfalls mindestens gleich dem Zeitschwellenwert ist („Ja“ am Schritt **248**), setzt sich der Prozess **200** wie folgt fort. Insbesondere wenn die Steuereinrichtung **130** feststellt, dass das Temperatursteuersystem **10** innerhalb der minimalen zulässigen Zeit oder dem Zeitschwellenwert in dem DEFROST-Modus betrieben worden ist, kann die Steuereinrichtung **130** so programmiert sein, dass sie den DEFROST CONTROL ALGORITHM oder den Prozess **208** verlässt, um zu verhindern, dass das Temperatursteuersystem **10** wiederholt oder kontinuierlich in dem DEFROST-Modus arbeitet.

[0041] Unter Bezugnahme nochmals auf Schritt **240**, wenn der DA-TEMP-Sensor **126** richtig arbeitet („Nein“ am Schritt **240**), setzt sich der Prozess **200** fort, um am Schritt **252** aus der DA-TEMP festzustellen, ob die Ladung frische Produkte enthält. Insbesondere wenn die DA-TEMP anzeigt, dass die Ladung gefrorene Produkte enthält („Nein“ am Schritt **252**), kehrt der Prozess **200** zum Schritt **216** zurück, um die Parameter und die Zeitmesser zu löschen und zurückzusetzen. Wenn die DA-TEMP jedoch anzeigt, dass die Ladung frische Produkte enthält („Ja“ am Schritt **252**), tritt der Prozess **200** in den Schritt **248** ein, wie es früher beschrieben wurde.

[0042] Nachdem der Prozess am Schritt **248** festgestellt hat, dass die abgelaufene Zeit mindestens gleich dem Zeitschwellenwert ist („Ja“ am Schritt **248**), stellt der Prozess **200** am Schritt **256** fest, ob der Saugdruck-(SP)-Wandler oder -Sensor richtig funktioniert. Wenn der SP-Sensor **72** nicht richtig funktioniert, wird ein SP-Alarm aktiviert. Wenn der SP-Alarm aktiviert ist („Ja“ am Schritt **256**), wird der Prozess **200** am Schritt **208** deaktiviert oder ausgeschaltet. Wenn der SP-Sensor **72** anderenfalls richtig funktioniert („Nein“ am Schritt **256**), oder wenn der SP-Alarm nicht aktiv ist, stellt der Prozess **200** am

Schritt **260** fest, ob der Spulensensor **136** richtig arbeitet.

[0043] Wenn der Spulensensor **136** richtig arbeitet, wird ein Spulensensoralarm deaktiviert. Wenn der Spulensensor **136** anderenfalls nicht richtig arbeitet, wird der Spulensensoralarm aktiviert. Wenn der Prozess **200** am Schritt **260** feststellt, dass der Spulensensoralarm aktiv ist („Ja“ am Schritt **260**), wird der Prozess **200** am Schritt **208** deaktiviert. Wenn der Spulensensoralarm anderenfalls deaktiviert ist, wie es am Schritt **260** festgestellt wird („Nein“ am Schritt **260**), setzt sich der Prozess **200** fort, um am Schritt **264** festzustellen, ob das elektronische Drosselventil (ETV) **70** richtig arbeitet. Wenn das elektronische Drosselventil **70** nicht richtig arbeitet („Ja“ am Schritt **264**), wird ein ETV-Alarm aktiviert. Wenn der ETV-Alarm aktiviert ist („Ja“ am Schritt **264**), wird der Prozess **200** am Schritt **208** deaktiviert oder ausgeschaltet. Wenn das elektronische Drosselventil **70** jedoch richtig funktioniert („Nein“ am Schritt **264**), setzt sich der Prozess wie folgt fort.

[0044] Wie es in **Fig. 3B** dargestellt ist, nachdem der Prozess **200** feststellt, dass alle Sensoren und Ventile richtig arbeiten, vergleicht der Prozess **200** eine an dem Spulensensor **136** gemessene Temperatur ($\mathbf{T_{COIL}}$) am Schritt **304** mit einer Enteisungsinitiierungstemperatur ($\mathbf{T_{DEF}}$). In einigen Ausführungsformen beträgt die Enteisungsinitiierungstemperatur ($\mathbf{T_{DEF}}$) ungefähr 45°F oder ungefähr 7°C. Wenn der Prozess **200** feststellt, dass $\mathbf{T_{COIL}}$ größer ist als $\mathbf{T_{DEF}}$ („Nein“ am Schritt **304**), kehrt der Prozess **200** zum Schritt **216** aus **Fig. 3A** zurück. Wenn die Spulentemperatur $\mathbf{T_{COIL}}$ anderenfalls kleiner oder gleich der Enteisungsinitiierungstemperatur $\mathbf{T_{DEF}}$ ist („Ja“ am Schritt **304**), misst der Prozess **200** am Schritt **308** eine Position des ETV **70** gegenüber einem vorgegebenen Wert. In einigen Ausführungsformen ist die vorgegebene Position eine vollständig geöffnete Position. Wenn die ETV-Position geringer ist als vollständig geöffnet, wie es am Schritt **308** festgestellt wird („Ja“ am Schritt **308**), kehrt der Prozess **200** zum Schritt **216** aus **Fig. 3A** zurück. Wenn die ETV-Position vollständig geöffnet ist, wie es am Schritt **308** festgestellt wird („Nein“ am Schritt **308**), vergleicht der Prozess **200** am Schritt **312** den an dem SP-Sensor **72** gemessenen Saugdruck (SP) mit einem vorgegebenen Druckwert $\mathbf{P_1}$ (z. B. 100 PSIG bzw. 689,48 kPa).

[0045] Wenn der Saugdruck **SP** größer ist als der vorgegebene Druckwert P_1 („Ja“ am Schritt **312**), tritt der Prozess **200** in den Schritt **316** ein, um eine Sättigungssaugtemperatur $\mathbf{T_{SAT}}$ auf einen vorgegebenen Temperaturwert zu setzen. In einigen Ausführungsformen wird $\mathbf{T_{SAT}}$ auf ungefähr 50°F oder 10°C gesetzt. Jedoch können auch andere vorgegebene Temperaturwerte am Schritt **316** verwendet werden. Nachdem der Prozess **200** eine Sättigungssaugtemperatur $\mathbf{T_{SAT}}$ am Schritt **316** eingestellt hat, kehrt der Prozess **200** zum Schritt **216** aus **Fig. 3A** zurück. Wenn die Saugtemperatur **SP** nicht größer ist als der vorgegebene Druckwert $\mathbf{P_1}$, wie es am Schritt **312** ermittelt wird („Ja“ am Schritt **312**), setzt sich der Prozess **200** wie folgt fort.

[0046] Wenn der Saugdruck **SP** kleiner ist als der vorgegebene Druckwert $\mathbf{P_1}$ („Nein“ am Schritt **312**), stellt der Prozess **200** fest, ob der Saugdruck **SP** innerhalb eines Bereichs liegt, wie es in **Fig. 3C** dargestellt ist. Wenn der Saugdruck SP größer oder gleich einem vorgegebenen Druckwert $\mathbf{P_2}$ am oberen Ende ist („Ja“ am Schritt **320**), konvertiert der Prozess **200** den Saugdruck SP am Schritt **324** unter Verwendung eines Konvertierungsprozesses in eine Sättigungssaugtemperatur $\mathbf{T_{SAT}}$.

[0047] In der dargestellten Ausführungsform wird der Sättigungsdruck **SP** am Schritt **324** in eine Sättigungssaugtemperatur $\mathbf{T_{SAT}}$ konvertiert, wobei eine erste Kurvenanpassungskonvertierungsformel verwendet wird. Beispielhafte Kurvenanpassungsformeln umfassen, aber sind nicht begrenzt auf eine nicht-parametrische Anpassung unter Verwendung von Splines und Interpolierungen, lineare parametrische Anpassungsmodelle, wie beispielsweise Geraden-Approximation, und nicht-lineare parametrische Anpassungsmodelle, wie beispielsweise aus Kurvenanpassungstechniken abgeleitete Polynome, wie beispielsweise das Verfahren kleinster Quadrate, das Verfahren gewichteter kleinster Quadrate, ein autoregressiver gleitender Mittelwert, Interpolation, Extrapolation, Differentiation und Integration von passenden Werten. In der dargestellten Ausführungsform ist die erste Kurvenanpassungsformel ein Polynom zweiter Ordnung der Form $a_1x^2 + b_1x + c_1$. In einigen Ausführungsformen sind die Koeffizienten $\mathbf{a_1}$, $\mathbf{b_1}$ und $\mathbf{c_1}$ gleich -0,0045, 1,3076 und -39,891. In anderen Ausführungsformen kann der Prozess **200** den Saugdruck SP auch in eine Sättigungssaugtemperatur $\mathbf{T_{SAT}}$ konvertieren, mit anderen Druck-zu-Temperatur-Formeln oder Konvertierungsmethoden am Schritt **324** .

[0048] Wenn der Saugdruck SP kleiner ist als der vorgegebene Druckwert $\mathbf{P_2}$ am oberen Ende („Nein“ am Schritt **320**), vergleicht der Prozess **200** am Schritt **328** den Saugdruck **SP** mit einem vorgegebenen Druckwert $\mathbf{P_3}$ am unteren Ende (z. B. ungefähr -10 PSIG bzw. -68,95 kPa). Wenn der Saugdruck **SP** nicht kleiner ist als der vorgegebene Druckwert $\mathbf{P_3}$ („Nein“ am Schritt **328**), konvertiert der Prozess **200** den Saugdruck SP in eine Sättigungssaugtemperatur $\mathbf{T_{SAT}}$, wobei für den Konvertierungsprozess am Schritt **332** eine zweite Kurvenanpassungsformel verwendet wird. Wenn der Saugdruck SP jedoch kleiner ist als $\mathbf{P_3}$, wie es am Schritt **328** festgestellt wird („Ja“ am Schritt **328**), setzt der Prozess **200** die Sättigungssaugtemperatur $\mathbf{T_{SAT}}$ am Schritt **336** auf einen vorgegebenen Temperaturwert (z. B. ungefähr

-90°F oder ungefähr -68°C). In der dargestellten Ausführungsform ist die zweite Kurvenanpassungsformel ein Polynom zweiter Ordnung der Form $a_2x^2 + b_2x + c_2$. In einigen Ausführungsformen betragen die Koeffizienten $\mathbf{a_2}$, $\mathbf{b_2}$ und $\mathbf{c_2}$ -0,0718, 2,8678 und -51,895. Darüber hinaus kann der Prozess **200** den Saugdruck am Schritt **332** auch mit anderen Druck-zu-Temperatur-Formeln oder Konvertierungsmethoden in die Sättigungssaugtemperatur konvertieren.

[0049] Nachdem der Prozess **200** (an den Schritten **324**, **332** oder **336**) die Sättigungssaugtemperatur $\mathbf{T_{SAT}}$ ermittelt hat, setzt sich der Prozess **200** fort, um am Schritt **340** die Sättigungssaugtemperatur $\mathbf{T_{SAT}}$ mit der Spulentemperatur $\mathbf{T_{COIL}}$ zu vergleichen. Wenn die Sättigungssaugtemperatur $\mathbf{T_{SAT}}$ größer als oder gleich der Spulentemperatur $\mathbf{T_{COIL}}$ ist („Nein“ am Schritt **340**), löscht der Prozess **200** am Schritt **344** den Enteisungszeitmesser. Wenn die Sättigungssaugtemperatur $\mathbf{T_{SAT}}$ jedoch kleiner ist als die Spulentemperatur $\mathbf{T_{COIL}}$. („Ja“ am Schritt **340**), ermittelt der Prozess **200** am Schritt **348** eine absolute Temperaturdifferenz $\mathbf{T_{DIFF}}$ zwischen der Spulentemperatur $\mathbf{T_{COIL}}$ und der Sättigungssaugtemperatur $\mathbf{T_{SAT}}$. In der dargestellten Ausführungsform wird die absolute Temperaturdifferenz $\mathbf{T_{DIFF}}$ zwischen der Spulentemperatur $\mathbf{T_{COIL}}$ und der Sättigungssaugtemperatur $\mathbf{T_{SAT}}$ auch als eine interne Verdampfertemperaturdifferenz (Evaporator Internal Temperature Difference - EITD) bezeichnet. Als solches gibt der Wert der absoluten Temperaturdifferenz $\mathbf{T_{DIFF}}$ einen Temperaturunterschied zwischen der Spulentemperatur $\mathbf{T_{COIL}}$ (welches eine gefühlte oder gemessene Temperatur ist) und der Sättigungssaugtemperatur $\mathbf{T_{SAT}}$ an (welches eine berechnete Temperatur ist und sich dem Wert annähert, den die Temperatur an der Spule **68** haben sollte).

[0050] Nachdem die Temperaturdifferenz $\mathbf{T_{DIFF}}$ am Schritt **348** ermittelt worden ist, vergleicht der Prozess **200** am Schritt **352** die Temperaturdifferenz $\mathbf{T_{DIFF}}$ mit einem vorgegebenen Enteisungsgrenzwert $\mathbf{T_{LIMIT}}$. In einigen Ausführungsformen ist der vorgegebene Enteisungsgrenzwert $\mathbf{T_{LIMIT}}$ in dem Speicher gespeichert und hat einen Vorgabewert von ungefähr 100°F oder 40°C für einen Kaltstart und liegt in einem Bereich von ungefähr 126°F oder 70°C bis ungefähr 18°F oder 10°C. Wenn die Temperaturdifferenz $\mathbf{T_{DIFF}}$ nicht größer ist als der vorgegebene Enteisungsgrenzwert $\mathbf{T_{LIMIT}}$ („Nein“ am Schritt **352**), löscht der Prozess **200** am Schritt **344** den Enteisungszeitmesser. In einem solchen Fall hat der Prozess **200** festgestellt, dass die Spule **68** nicht eingefroren ist und nicht bereift ist. Wenn die Temperaturdifferenz $\mathbf{T_{DIFF}}$ anderenfalls größer ist als der Enteisungstemperaturgrenzwert $\mathbf{T_{LIMIT}}$ („Ja“ am Schritt **352**), hat der Prozess **200** festgestellt, dass die Spule **68** gefroren und/oder bereift ist. Damit setzt sich der Prozess **200** fort, um am Schritt **356** festzustellen, ob der Enteisungszeitmesser aktiv ist, um das System **10** darauf vorzubereiten, die Spule **68** zu enteisen. In einigen Ausführungsformen hat der Enteisungszeitmesser eine Grenze von ungefähr 60 Sekunden.

[0051] Wenn der Enteisungszeitmesser aktiv ist („Ja“ am Schritt **356**), wird die Spule **68** enteist, und der Prozess **200** setzt sich fort, um den Enteisungszeitmesser am Schritt **360** schrittweise zu erhöhen. Danach setzt sich der Prozess **200** fort, um am Schritt **364** festzustellen, ob der Enteisungszeitmesser abgelaufen ist. Wenn der Enteisungzeitmesser nicht abgelaufen ist („Nein“ am Schritt **364**), kehrt der Prozess **200** zum Schritt **224** aus **Fig. 3A** zurück. Wenn der Enteisungszeitmesser andererseits abgelaufen ist („Ja“ am Schritt **364**), beginnt der Prozess **200** am Schritt **368** oder fährt damit fort, die Spule **68** zu enteisen. Nachdem der Enteisungszeitmesser am Schritt **344** gelöscht worden ist, oder wenn der Enteisungszeitmesser inaktiv ist („Nein“ am Schritt **356**), und nachdem der Prozess **200** damit fortgefahren ist, den Enteisungszeitmesser am Schritt **372** zu starten oder zu aktivieren, kehrt der Prozess **200** zum Schritt **224** aus **Fig. 3A** zurück.

[0052] Nachdem der Prozess **200** begonnen hat oder damit fortgefahren ist, die Spule **68** am Schritt **368** zu enteisen, stellt der Prozess **200** am Schritt **376** fest, ob das Enteisen der Spule **68** beendet worden ist. Wenn das Enteisen der Spule **68** nicht beendet worden ist („Nein“ am Schritt **376**), setzt sich der Prozess **200** fort, um am Schritt **380** eine Position des elektronischen Drosselventils **70** zu speicheren und er wiederholt den Schritt **368**. Wenn das Enteisen der Spule **68** jedoch beendet worden ist („Ja“ am Schritt **376**), setzt sich der Prozess **200** fort, um die Position des elektronischen Drosselventils **70** zu ermitteln, um am Schritt **384** festzustellen, ob die Position des elektronischen Drosselventils **70** mehr als vollständig geöffnet ist.

[0053] Sobald die Steuereinrichtung **130** das Temperatursteuersystem **10** in dem DEFROST-Modus betreibt, nimmt die Steuereinrichtung **130** den Betrieb in dem HS-COOLING-Modus, in dem LS-COOLING-Modus oder dem HEATING-Modus auf. Wenn die Position des elektronischen Drosselventils **70** mehr als vollständig geöffnet ist („Ja“ am Schritt **384**), setzt der Prozess **200** am Schritt **388** das Kühlmittelladungsflag zurück und kehrt zum Schritt **224** aus **Fig. 3A** zurück. Wenn jedoch die Position des elektronischen Drosselventils **70** weniger als vollständig geöffnet ist („Nein“ am Schritt **384**), setzt der Prozess **200** am Schritt **392** das Kühlmittelladungsflag, um anzuzeigen, dass das Niveau der Kühlmittelladung akzeptabel ist, und er wiederholt den Schritt **224** aus **Fig. 3A**. In solchen Fällen gibt es in dem System **10** kein Kühlmittelleck.

[0054] **Fig. 3D** zeigt, dass, nachdem der Prozess **200** am Schritt **208** aus **Fig. 3A** außer Kraft gesetzt

worden ist, der Prozess **200** am Schritt **404** feststellt, ob das System **10** mit einem elektronischen Drosselventil ausgestattet ist. Wenn das System **10** nicht mit einem elektronischen Drosselventil ausgestattet ist („Nein“ am Schritt **404**), kehrt der Prozess **200** zum Schritt **212** aus **Fig. 3A** zurück. Wenn das System **10** jedoch mit einem ETV ausgestattet ist („Ja“ am Schritt **404**), stellt der Prozess **200** am Schritt **408** fest, ob der Prozess **200** über einen Speicher oder die Steuereinrichtung **130** deaktiviert worden ist. Wenn der Prozess **200** am Schritt **408** feststellt, dass der Algorithmus oder der Enteisungsprozess über einen Speicher oder den Prozessor außer Kraft gesetzt worden ist („Ja“ am Schritt **408**), kehrt der Prozess **200** zum Schritt **212** aus **Fig. 3A** zurück.

[0055] Wenn der Algorithmus über den Speicher oder den Prozessor nicht deaktiviert worden ist, wie es am Schritt **408** festgestellt wird („Nein“ am Schritt **408**), stellt der Prozess **200** am Schritt **412** fest, ob der Spulensensoralarm aktiv geschaltet worden ist. Wenn der Spulensensoralarm aktiv geschaltet worden ist, wie es am Schritt **412** festgestellt wird („Ja“ am Schritt **412**), kehrt der Prozess **200** zum Schritt **212** aus **Fig. 3A** zurück. Wenn der Spulensensoralarm jedoch nicht aktiv geschaltet worden ist, wie es am Schritt **412** festgestellt wird („Nein“ am Schritt **412**), stellt der Prozess **200** am Schritt **416** fest, ob der Saugdruckalarm aktiv geschaltet worden ist. Wenn der SP-Alarm aktiv geschaltet worden ist („Ja“ am Schritt **416**), kehrt der Prozess **200** zum Schritt **212** aus **Fig. 3A** zurück. Wenn der Saugdruckalarm andererseits nicht aktiv geschaltet worden ist, wie es am Schritt **416** festgestellt wird („Nein“ am Schritt **416**), stellt der Prozess **200** am Schritt **420** fest, ob der RA-TEMP-Sensoralarm aktiv geschaltet worden ist. Wenn der RA-TEMP-Alarm aktiv ist, wie es am Schritt **420** ermittelt wird („Ja“ am Schritt **420**), stellt der Prozess **200** am Schritt **424** fest, ob der DA-TEMP-Sensoralarm aktiv geschaltet worden ist. Wenn der RA-TEMP-Sensoralarm nicht aktiv geschaltet worden ist oder wenn der DA-TEMP-Sensoralaram nicht aktiv geschaltet worden ist, ermöglicht der Prozess **200** am Schritt **428** den Enteisungsprozess und kehrt zum Schritt **212** aus **Fig. 3A** zurück. Wenn der DA-TEMP-Sensoralarm jedoch aktiv ist, kehrt der Prozess **200** zum Schritt **212** aus **Fig. 3A** zurück.

[0056] Weitere Merkmale, Aktionen, Schritte und Prozeduren können während des Betriebs des Temperatursteuersystems **10** und während des Betriebs des DEFROST CONTROL ALGORITHM auftreten oder eingeleitet werden, die oben nicht im Detail beschrieben, aber in den **Fig. 3A** bis **Fig. 3D** dargestellt sind.

[0057] Fig. 4 zeigt eine erste Nachschlage- und Datentabelle, bzw. ein Diagramm **400** zum Berechnen einer Kühlmittelsättigungssaugtemperatur aus dem gemessenen Druck. Die gemessenen oder gefühlten Saugdruckwerte an dem Saugdrucksensor **72** werden entlang einer X-Achse **404** gemessen und die berechneten Sättigungssaugtemperaturwerte werden entlang einer Y-Achse **408** gemessen. Insbesondere sind die gemessenen Sättigungssaugtemperaturwerte als Kurve **412** dargestellt, und die berechneten Temperaturwerte, die aus der ersten Kurvenanpassungsformel ermittelt werden, sind als Kurve **416** dargestellt. Darüber hinaus reichen die gemessenen Druckwerte von ungefähr -10 PSIG bzw. -68,95 kPa bis ungefähr 16 PSIG bzw. 110,32 kPa.

[0058] In ähnlicher Weise zeigt **Fig. 5** eine zweite Nachschlage- und Datentabelle bzw. ein Diagramm **500** zum Berechnen einer Kühlmittelsättigungssaugtemperatur aus dem gemessenen Druck. Die gemessenen oder gefühlten Saugdruckwerte an dem Saugdrucksensor **72** werden entlang einer zweiten **X**-Achse **504** gemessen, und die berechneten Sättigungssaugtemperaturwerte werden entlang einer zweiten **Y**-Achse **508** gemessen. Insbesondere sind die gemessenen Sättigungssaugtemperaturwerte als Kurve **512** dargestellt, und die berechneten Temperaturwerte, die aus der zweiten Kurvenanpassungsformel ermittelt werden, sind als Kurve **516** dargestellt. Darüber hinaus reichen die gemessenen Druckwerte von ungefähr 16 PSIG bzw. 110,32 kPa bis ungefähr 100 PSIG bzw. 689,48 kPa.

[0059] Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung werden in den nachfolgenden Patentansprüchen dargelegt.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Luftklimatisierung in einem Fahrzeugladeraum (16), das die folgenden Schritte umfasst:
- Vorsehen eines Kältekreislaufs (20), der einen Verdampfer (68) und ein elektronisches Drosselventil (70) umfasst;
- Leiten von Kältemittel durch den Kältekreislauf (20);
- Leiten von Laderaumluft (112) durch den Verdampfer (68);
- Ermitteln eines ersten Zustands unter Verwendung eines Konvertierungsprozesses, wobei der erste Zustand eine Sättigungssaugtemperatur des Kältemittels in dem Kältekreislauf (20) stromabwärts von dem Verdampfer (68) ist, auf der Basis eines unter Verwendung eines Saugdruckwandlers (72) erhaltenen Saugdrucks;
- Fühlen eines zweiten Zustands, der eine Temperatur des Kältemittels in dem Verdampfer (68) ist, unter Verwendung eines Verdampferspulentemperatursensors (136);
- Ermitteln einer Position des elektronischen Drosselventils (70);
- Ermitteln eines Unterschieds zwischen dem ersten Zustand und dem zweiten Zustand; und

- Initiieren eines Enteisungsprozesses des Verdampfers (68), wenn sich das elektronische Drosselventil (70) in einer vollständig geöffneten Position befindet und der Unterschied grösser ist als ein Schwellenwert.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei der Konvertierungsprozess ein Ermitteln der Sättigungssaugtemperatur mit einer Kurvenanpassungsformel umfasst.

3. Verfahren nach Anspruch 1, wobei der Kältekreislauf (20) einen Kompressor (22) mit einer Kapazität umfasst, und wobei es weiterhin einen Betrieb des Kompressors (22) im wesentlichen bei der Kapazität umfasst, bevor der Enteisungsprozess initiiert wird.

4. Verfahren nach Anspruch 1, wobei der Kältekreislauf (20) einen Kompressor (22) mit einer Kapazität umfasst, und wobei es weiterhin einen Betrieb des Kompressors (22) im wesentlichen bei der Kapazität umfasst, bevor der Verdampfer (68) enteist wird.

5. Verfahren nach Anspruch 1, weiterhin aufweisend:
- Unterbrechen des Enteisungsprozesses des Verdampfers (68), wenn die Drosselventilposition weniger als vollständig geöffnet ist.

6. Verfahren nach Anspruch 1, weiterhin aufweisend:
- Ermitteln eines Temperaturbereichs für die Laderaumluft (112);
- Fühlen einer Temperatur der Laderaumluft (112); und
- Verhindern der Initiierung des Enteisungsprozesses, wenn sich die Temperatur der Laderaumluft (112) unterhalb des Temperaturbereichs befindet.

7. Verfahren nach Anspruch 1, wobei das Fahrzeug eine Öffnung aufweist, die eine Verbindung zwischen dem Laderaum (16) und der Atmosphäre bildet, wobei es weiterhin ein Bewegen der Tür relativ zu dem Fahrzeug zwischen einer geöffneten Position, in der sich die Tür über die Öffnung erstreckt, und einer geschlossenen Position, in der die Tür von der Öffnung weg bewegt ist, umfasst, und wobei das Initiieren des Enteisungsprozesses des Verdampfers (68) ein Enteisen des Verdampfers (68) umfasst, wenn die Tür sich in der geöffneten Position befindet.

8. Verfahren nach Anspruch 1, wobei das Ermitteln des ersten Zustands ein Messen des Saugdrucks des Kältemittels an dem Drosselventil (70) unter Verwendung des Saugdruckwandlers (72) umfasst, wobei das Verfahren des Weiteren umfasst:
- Ermitteln des Konvertierungsprozesses auf der Basis des Saugdrucks des Kältemittels an dem Drosselventil (70); und
- Verwenden des Konvertierungsprozesses und des Saugdrucks des Kältemittels an dem Drosselventil (70), um den ersten Zustand zu ermitteln.

9. Verfahren nach Anspruch 8, wobei der Konvertierungsprozess folgende Schritte umfasst: Konvertieren des Saugdrucks des Kältemittels an dem Drosselventil (70) zu der Sättigungssaugtemperatur, und Ermitteln der Sättigungssaugtemperatur mit einer Kurvenanpassungsformel.

10. Verfahren nach Anspruch 1, wobei es weiterhin umfasst:
Überwachen einer Menge des Kältemittels in dem Kältekreislauf (20) und Verhindern der Initiierung des Enteisungsprozesses, wenn die Menge des Kältemittels in dem Kältekreislauf (20) unterhalb eines vorgegebenen Wertes liegt.

11. Verfahren nach Anspruch 1, wobei es folgende Schritte umfasst:
- Verwenden eines ersten entlang des Kältekreislaufs (20) angeordneten Sensors (72), der von dem Saugdruckwandler (72) gebildet wird, um einen Saugdruck des Kältemittels in dem Kältekreislauf (20) von dem Verdampfer (68) entfernt zu fühlen;
- Verwenden eines zweiten entlang des Verdampfers (68) angeordneten Sensors (136), der von dem Verdampferspulentemperatursensor (136) gebildet wird, um eine Temperatur des Kältemittels in dem Verdampfer (68) zu fühlen, wobei die Temperatur des Kältemittels in dem Verdampfer (68) ein zweiter Zustand ist; und
- Verwenden einer Steuereinrichtung (130), die dafür konfiguriert ist, unter Verwendung eines Konvertierungsprozesses den Saugdruck des Kältemittels in dem Kältekreislauf (20) von dem Verdampfer (68) entfernt zu konvertieren, um einen ersten Zustand zu erhalten, wobei die Steuereinrichtung (130) des Weiteren dafür konfiguriert ist, eine Position des Drosselventils (70) zu ermitteln, um eine Differenz zwischen dem ersten Zustand und dem zweiten Zustand festzustellen, und um einen Enteisungsprozess des Verdampfers (68) zu initiieren, wenn sich das Drosselventil (70) in einer vollständig geöffneten Position befindet und die Differenz grösser als ein Schwellenwert ist.

12. Verfahren nach Anspruch 11, wobei die Steuereinrichtung (130) darüber hinaus dafür konfiguriert ist, den Enteisungsprozess des Verdampfers (68) zu unterbrechen, wenn die Drosselventilposition weniger als vollständig geöffnet ist.

13. Verfahren nach Anspruch 11, wobei es weiterhin einen entlang des Kältekreislaufs (20) angeordneten dritten Sensor (40) verwendet, um eine Menge des Kältemittels in dem Kältekreislauf (20) zu fühlen, und wobei die Steuereinrichtung (130) dafür konfiguriert ist, festzustellen, ob die Menge des Kältemittels

grösser als ein Ladungsschwellenwert ist, und eine Initiierung des Enteisungsprozesses zu verhindern, wenn die Menge des Kältemittels in dem Kältekreislauf (20) unterhalb des Ladungsschwellenwerts liegt.

14. Verfahren nach Anspruch 11, wobei es weiterhin einen Laderaumtemperatursensor (120) in thermischer Verbindung mit dem Laderaum (16) verwendet, um eine Temperatur der Luft in dem Laderaum (16) zu ermitteln, und wobei die Steuereinrichtung (130) weiterhin dafür konfiguriert ist, eine Sollwerttemperatur zu speichern, eine Differenz zwischen der Temperatur der Luft in dem Laderaum (16) und der Sollwerttemperatur zu ermitteln, und eine Initiierung des Enteisungsprozesses zu verhindern, wenn die Temperatur unterhalb der Sollwerttemperatur liegt.

Es folgen 8 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

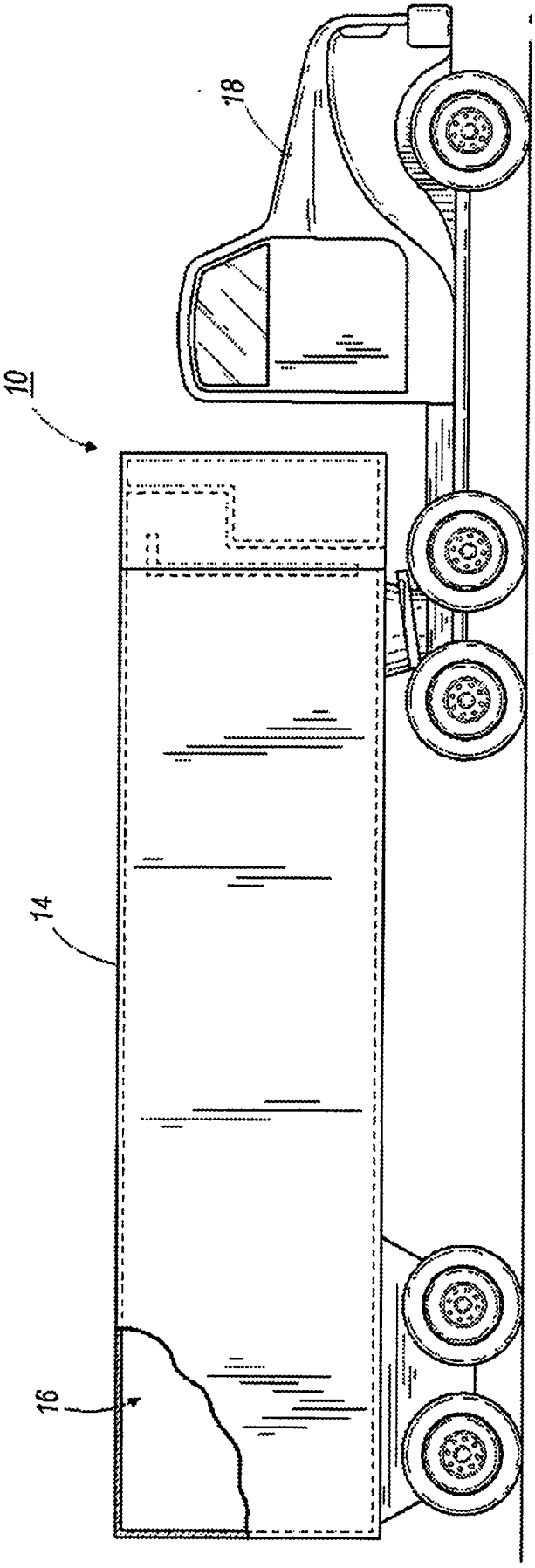


FIG. 1

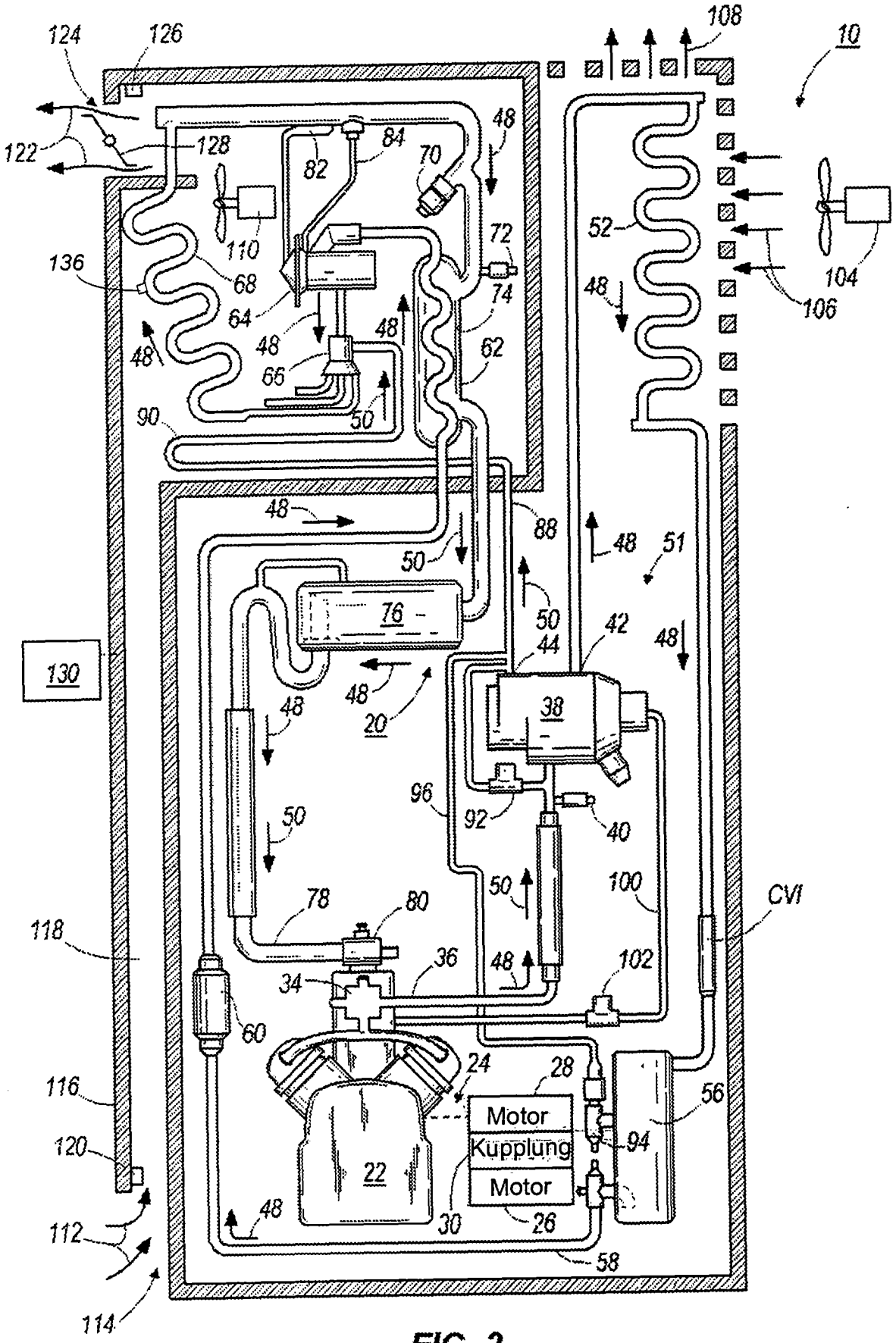


FIG. 2

Fig. 3A

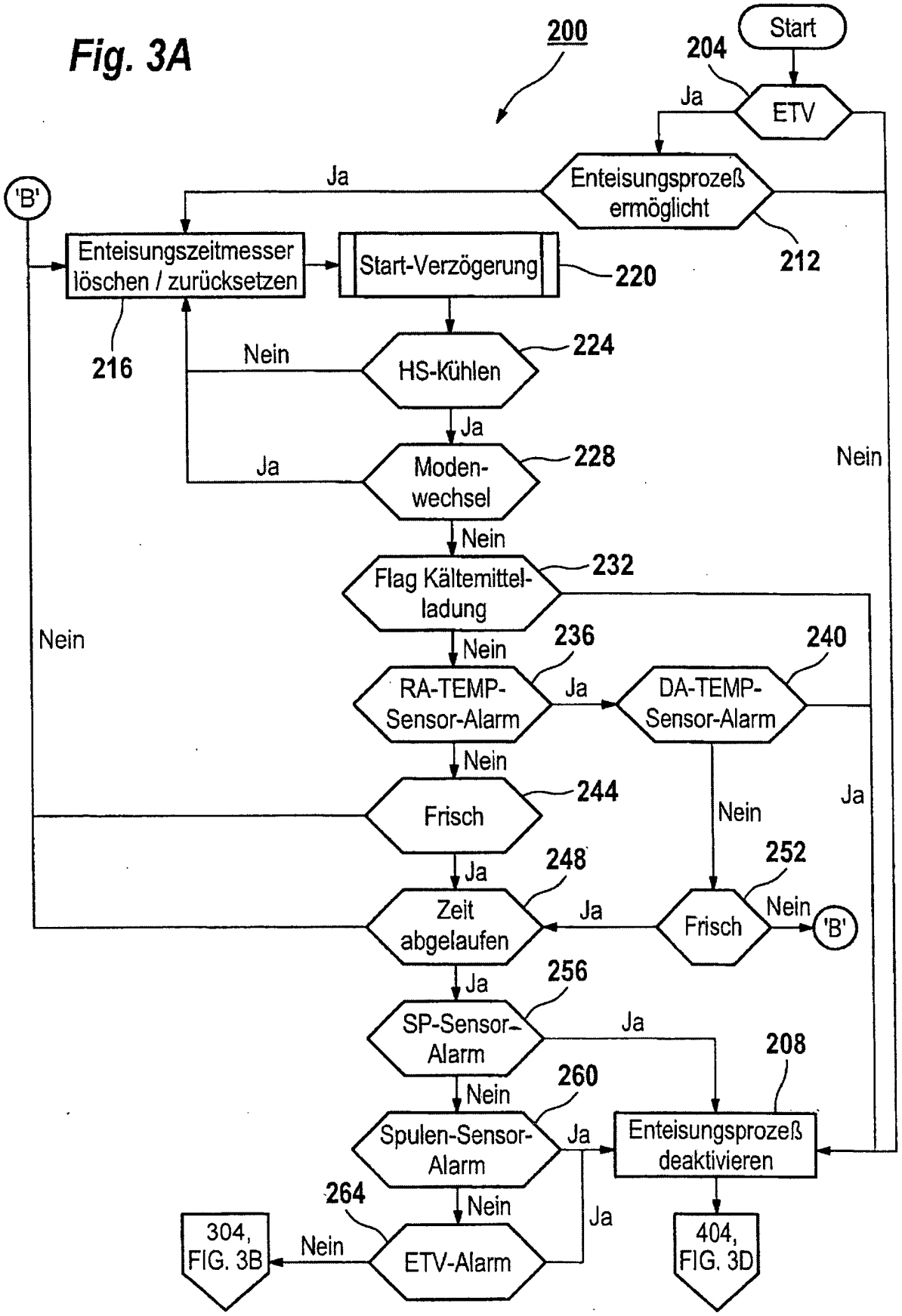

200
Start
204
Ja
ETV
Ja
Enteisungsprozeß ermöglicht
212
'B'
Enteisungszeitmesser löschen / zurücksetzen
Start-Verzögerung
220
216
Nein
HS-Kühlen
224
Ja
Ja
Moden-wechsel
228
Nein
Nein
Flag Kältemittel-ladung
232
Nein
236
240
RA-TEMP-Sensor-Alarm
Ja
DA-TEMP-Sensor-Alarm
Nein
Ja
Frisch
244
Nein
Ja
248
252
Zeit abgelaufen
Ja
Frisch
Nein
'B'
Ja
256
SP-Sensor-Alarm
Ja
208
Nein
260
Spulen-Sensor-Alarm
Ja
Enteisungsprozeß deaktivieren
264
Nein
Ja
304, FIG. 3B
Nein
ETV-Alarm
404, FIG. 3D

Fig. 3B

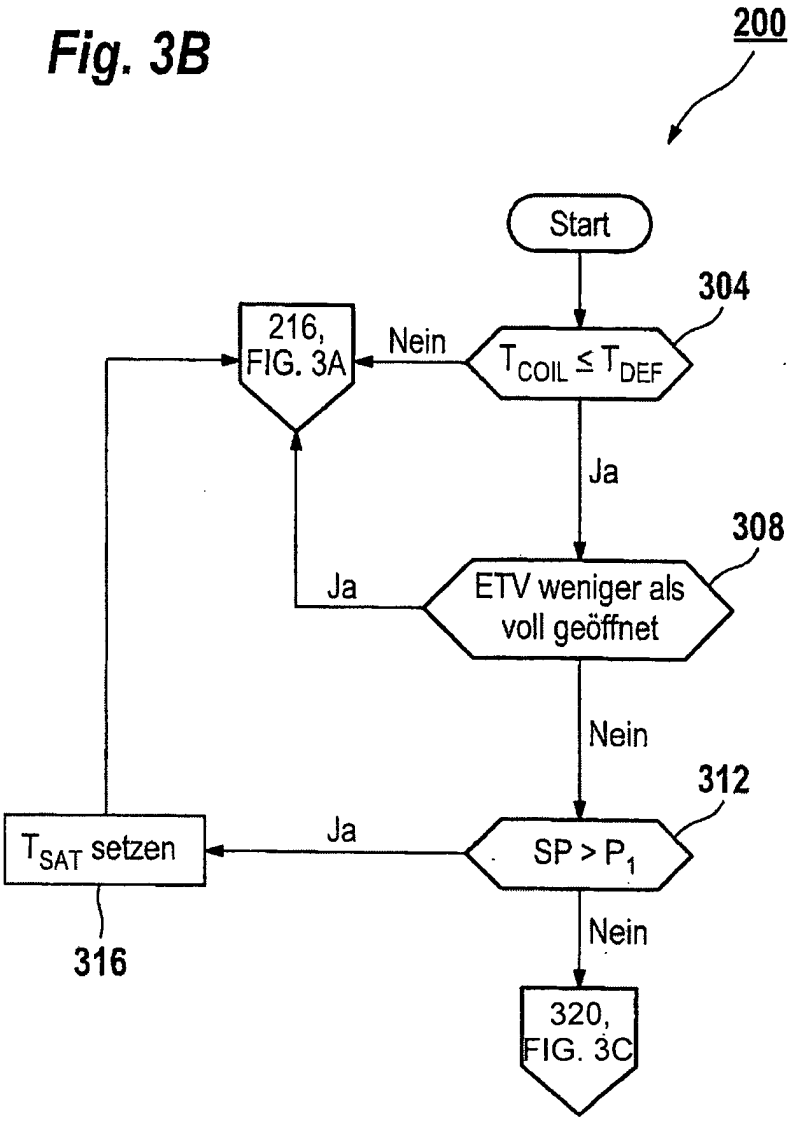

200
Start
304
216, FIG. 3A
Nein
$T_{COIL} \leq T_{DEF}$
Ja
308
Ja
ETV weniger als voll geöffnet
Nein
312
T_{SAT} setzen
Ja
$SP > P_1$
316
Nein
320, FIG. 3C

Fig. 3C

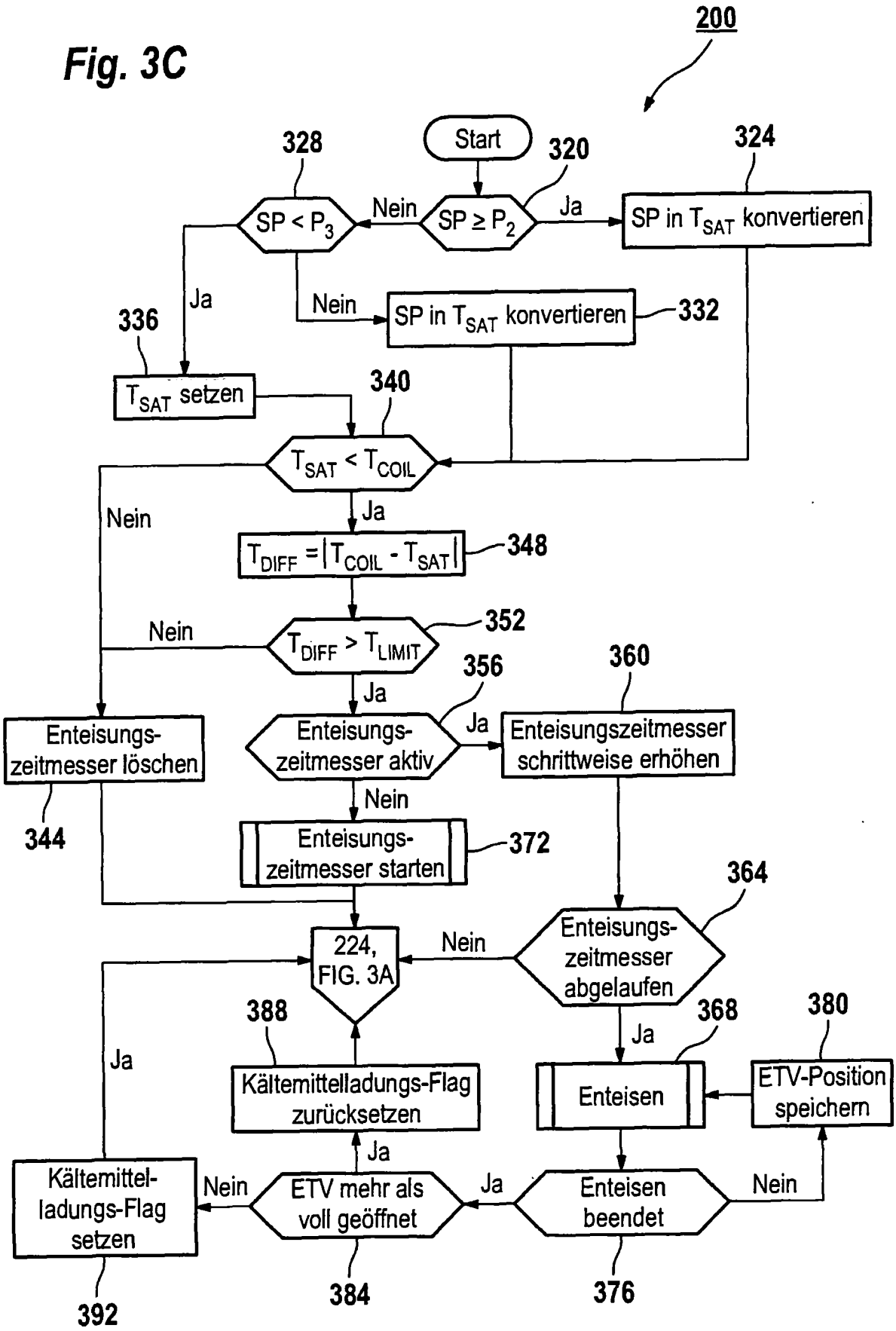
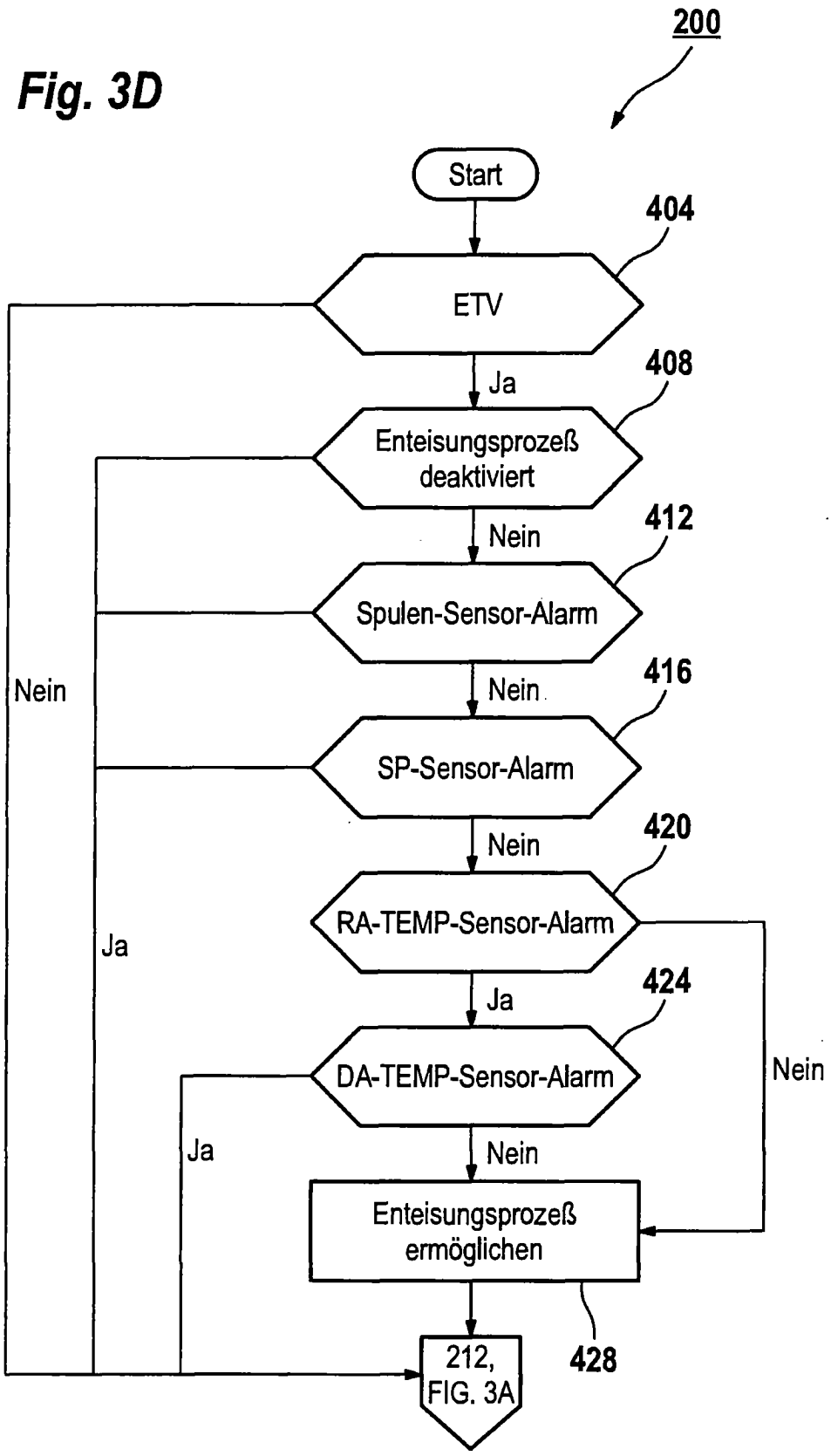

200
Start
320
328
324
SP < P3
Nein
SP ≥ P2
Ja
SP in TSAT konvertieren
Ja
Nein
SP in TSAT konvertieren
332
336
TSAT setzen
340
TSAT < TCOIL
Nein
Ja
TDIFF = |TCOIL - TSAT|
348
Nein
TDIFF > TLIMIT
352
356
360
Ja
Enteisungs-zeitmesser löschen
Enteisungs-zeitmesser aktiv
Ja
Enteisungszeitmesser schrittweise erhöhen
344
Nein
Enteisungs-zeitmesser starten
372
364
224, FIG. 3A
Nein
Enteisungs-zeitmesser abgelaufen
388
368
380
Ja
Ja
Kältemittelladungs-Flag zurücksetzen
Enteisen
ETV-Position speichern
Ja
Kältemittel-ladungs-Flag setzen
Nein
ETV mehr als voll geöffnet
Ja
Enteisen beendet
Nein
392
384
376

Fig. 3D


200
Start
404
ETV
Ja
408
Enteisungsprozeß deaktiviert
Nein
412
Spulen-Sensor-Alarm
Nein
416
SP-Sensor-Alarm
Nein
420
RA-TEMP-Sensor-Alarm
Ja
424
DA-TEMP-Sensor-Alarm
Ja
Nein
Nein
Ja
Nein
Enteisungsprozeß ermöglichen
428
212, FIG. 3A

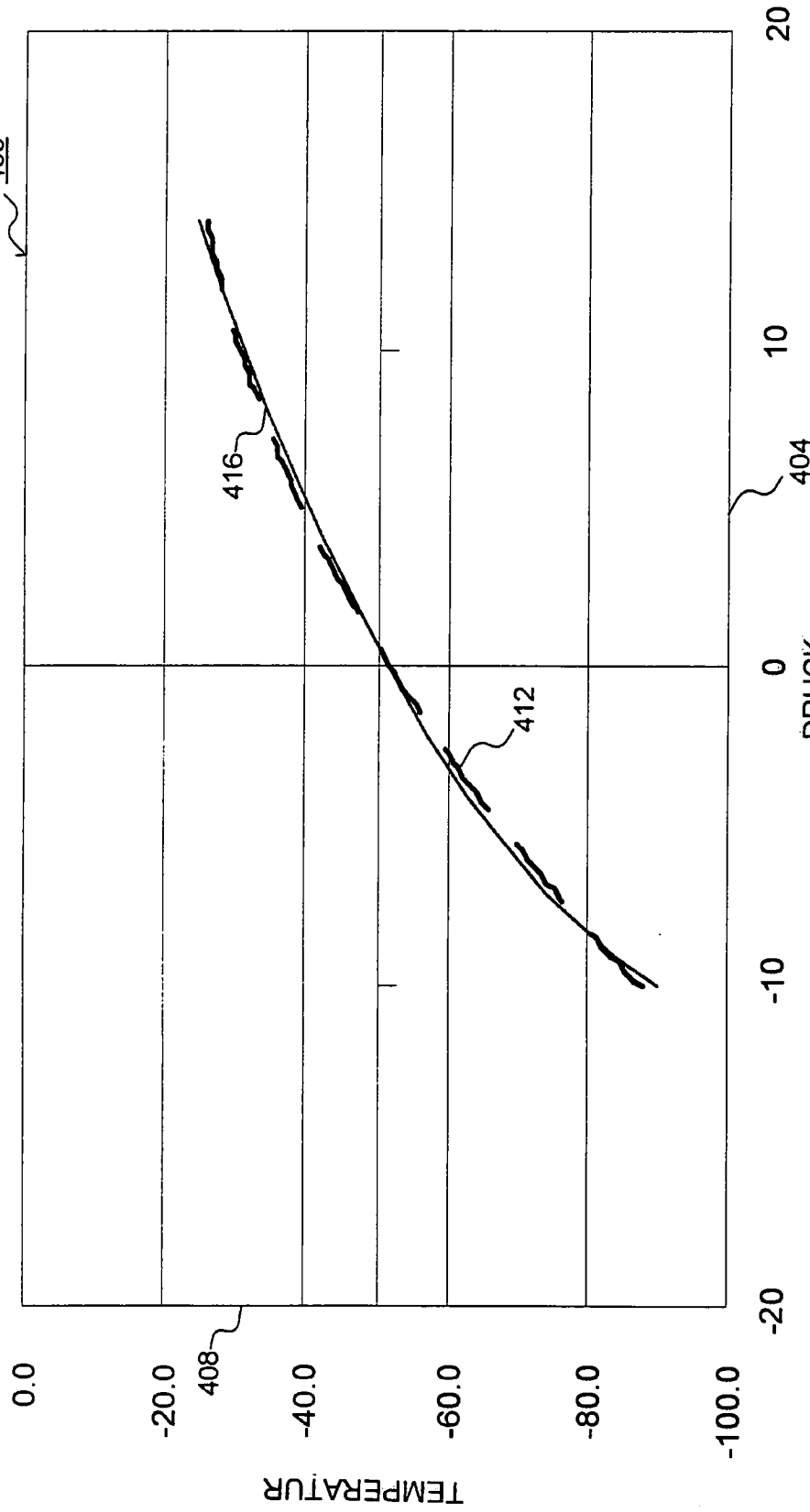

400
416
412
408
404
TEMPERATUR
0.0
-20.0
-40.0
-60.0
-80.0
-100.0
20
10
0
-10
-20
DRUCK
LEGENDE:
T_{SAT}
$T_{SAT\ POLY}$

FIG. 4

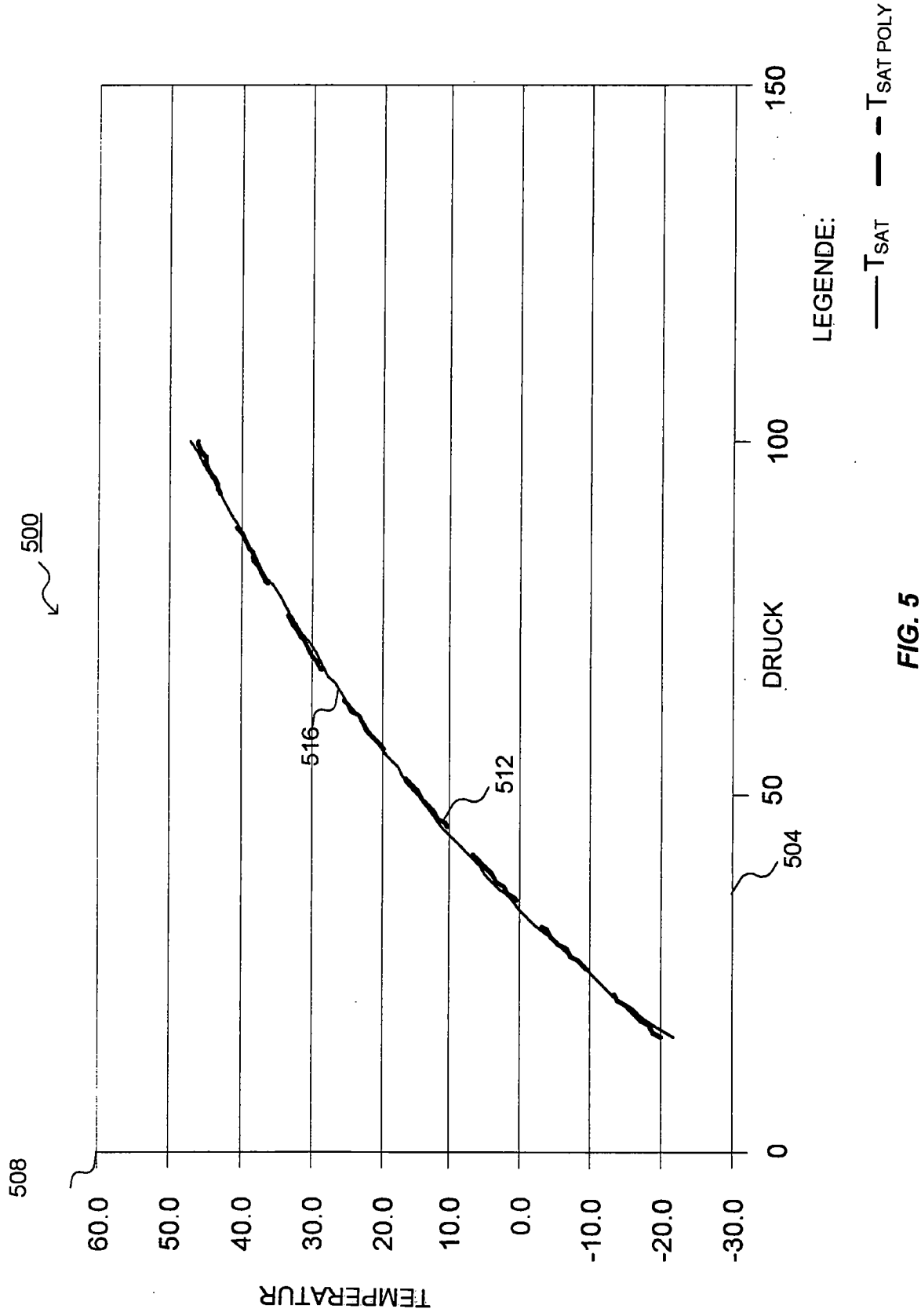

500
508
TEMPERATUR
60.0
50.0
40.0
30.0
20.0
10.0
0.0
-10.0
-20.0
-30.0
0
50
100
150
DRUCK
504
512
516
LEGENDE:
T_{SAT}
$T_{SAT\ POLY}$

FIG. 5