



(10) DE 10 2016 123 647 A1 2017.06.08

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: 10 2016 123 647.0

(51) Int Cl.: F02B 29/04 (2006.01)

(22) Anmeldetag: 07.12.2016

F02F 1/26 (2006.01)

(43) Offenlegungstag: 08.06.2017

F02F 1/42 (2006.01)

(30) Unionspriorität:

14/962,989

08.12.2015 US

(74) Vertreter:

PATERIS Theobald Elbel Fischer, Patentanwälte,
PartmbB, 10117 Berlin, DE

(71) Anmelder:

Ford Global Technologies, LLC, Dearborn, Mich.,
US

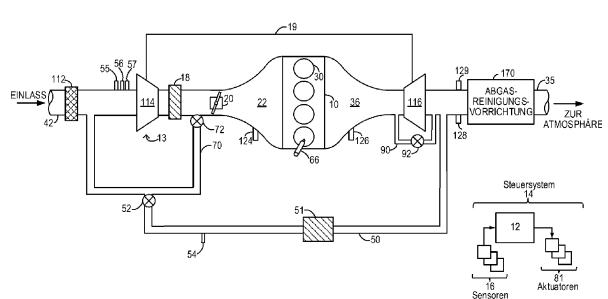
(72) Erfinder:

Wicks, Christopher Donald, Allen Park, Mich., US

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: Kraftmaschinenluftpfadkühlsystem

(57) Zusammenfassung: Es werden Verfahren und Systeme zum selektiven erneuten Kühlen der Einlassluft stromabwärts eines Ladeluftkühlers bereitgestellt. In einem Beispiel kann ein System einen Zylinderkopf, der mehrere Zylinder definiert, wobei der Zylinderkopf mehrere Einlassöffnungen enthält, wobei jede fluidtechnisch an einen jeweiligen Zylinder gekoppelt ist, eine Kältemittelversorgung und einen Kältemittelkanal, der jede Einlassöffnung umgibt und fluidtechnisch an die Kältemittelversorgung gekoppelt ist, enthalten, wobei der Kältemittelkanal geformt ist, so dass er einem äußeren Profil jeder Einlassöffnung entspricht.



Beschreibung**Gebiet**

[0001] Die vorliegende Beschreibung bezieht sich im Allgemeinen auf Verfahren und Systeme zum Kühlen der Einlassluft, die in einen Kraftmaschinenzylinder eintritt.

Hintergrund/Zusammenfassung

[0002] Turbolader- und Lader-Kraftmaschinen können konfiguriert sein, die in die Kraftmaschine eintretende Umgebungsluft zu komprimieren, um die Leistung zu erhöhen. Weil die Kompression der Luft eine Zunahme der Lufttemperatur verursachen kann, kann ein Ladeluftkühler stromaufwärts des Lufteinlasses der Kraftmaschine verwendet werden, um die erwärmte Luft zu kühlen, bevor sie in die Kraftmaschine eintritt, und dadurch die Luftdichte zu erhöhen und die Verbrennung des Kraftstoffs durch einen Kraftmaschinenzylinder zu verbessern, was zu mehr Leistung und einer verbesserten Kraftstoffwirtschaftlichkeit führt. Die gekühlte Luft, die einen Ladeluftkühler stromaufwärts einer Kraftmaschine verlässt, kann jedoch durch die Kraftmaschine erneut erwärmt werden, insbesondere während der Bedingungen einer hohen Kraftmaschinenlast und/oder einer hohen Kraftmaschinentemperatur, wobei folglich viele der Vorteile des Ladeluftkühlers zunichtegemacht werden.

[0003] Andere Versuche, die Kühlung der Einlassluft zu behandeln, enthalten eine Kühlleitung, die eine Lufteinlassleitung umgibt. Eine beispielhafte Herangehensweise ist durch Johnson in U.S. 7.658.183 gezeigt. Darin wird die latente Wärme von der Einlassluft über eine scharf abgekühlte Leitung der Einlassluftanordnung, die sich stromaufwärts der Kraftmaschine befindet, entfernt.

[0004] Die Erfinder haben jedoch hier potentielle Probleme bei derartigen Systemen erkannt. Als ein Beispiel kann durch das Anordnen der scharf abgekühlten Leitung der Einlassluftanordnung relativ weit von der Kraftmaschine die Einlassluft immer noch vor dem Eintritt in die Zylinder erneut erwärmt werden.

[0005] In einem Beispiel können die oben beschriebenen Probleme durch ein System behandelt werden, das einen Zylinderkopf, der mehrere Zylinder definiert, wobei der Zylinderkopf mehrere Einlassöffnungen, von denen jede fluidtechnisch an einen jeweiligen Zylinder gekoppelt ist, enthält, eine Kältemittelversorgung und einen Kältemittelkanal, der jede Einlassöffnung umgibt und fluidtechnisch an die Kältemittelversorgung gekoppelt ist, umfasst, wobei der Kältemittelkanal geformt ist, so dass er einem äußeren Profil jeder Einlassöffnung entspricht. In dieser Weise kann die Einlassluft an den Einlassöffnungen

vor dem Eintreten in die Zylinder für die Verbrennung erneut gekühlt werden, wobei folglich die verfügbare Kraftmaschinenleistung erhöht wird und die Emissionen verringert werden.

[0006] Es sollte selbstverständlich sein, dass die obige Zusammenfassung bereitgestellt ist, um in vereinfachter Form eine Auswahl der Konzepte einzuführen, die in der ausführlichen Beschreibung weiter beschrieben sind. Sie ist nicht beabsichtigt, Schlüssel- oder wesentliche Merkmale des beanspruchten Gegenstands zu identifizieren, dessen Schutzmfang eindeutig durch die Ansprüche definiert ist, die der ausführlichen Beschreibung folgen. Außerdem ist der beanspruchte Gegenstand nicht auf die Implementierungen eingeschränkt, die alle oben oder in irgendeinem Teil dieser Offenbarung angegebenen Nachteile beseitigen.

Kurzbeschreibung der Zeichnungen

[0007] **Fig. 1** zeigt ein beispielhaftes Fahrzeug, das eine Kraftmaschine aufweist.

[0008] **Fig. 2** zeigt ein beispielhaftes Kraftmaschinensystem, das die Kraftmaschine nach **Fig. 1** enthält.

[0009] **Fig. 3–Fig. 5** zeigen eine erste Ausführungsform eines Kältemittel-Kühlsystems zum Kühlen der Einlassluft vor dem Eintreten in die Kraftmaschine nach den **Fig. 1–Fig. 2**.

[0010] **Fig. 6–Fig. 10** zeigen eine zweite Ausführungsform eines Kältemittel-Kühlsystems zum Kühlen der Einlassluft vor dem Eintreten in die Kraftmaschine nach den **Fig. 1–Fig. 2**.

[0011] **Fig. 11** und **Fig. 12** zeigen eine dritte Ausführungsform eines Kältemittel-Kühlsystems zum Kühlen der Einlassluft vor dem Eintreten in die Kraftmaschine nach den **Fig. 1–Fig. 2**.

[0012] **Fig. 13** ist ein Ablaufplan, der ein beispielhaftes Verfahren zum erneuten Kühlen der Einlassluft unter Verwendung eines der Kältemittel-Kühlsysteme nach den **Fig. 3–Fig. 12** veranschaulicht.

Ausführliche Beschreibung

[0013] Die folgende Beschreibung bezieht sich auf Systeme und Verfahren zum erneuten Kühlen der Einlassluft stromabwärts eines Ladeluftkühlers. Ladeluftkühler können komprimierte Einlassluft stromabwärts eines Verdichters kühlen und folglich die Kraftmaschinenleistung erhöhen und die Emissionen verringern. Der Grad, bis zu dem die Einlassluft über den Ladeluftkühler gekühlt werden kann, ist jedoch typischerweise begrenzt, da die Tendenz besteht, dass die Ladeluftkühler über die Umgebungs-

luft oder über das Kraftmaschinenkühlmittel gekühlt werden, wobei keines von diesen beträchtlich kühler als die komprimierte Einlassluft sein kann, insbesondere während der Bedingungen einer hohen Umgebungstemperatur oder einer hohen Last. Ferner kann die Einlassluft durch die Wärmeabweisung von der Kraftmaschine vor dem Eintreten in die Kraftmaschine erneut erwärmt werden. Folglich können Kältemittelkanäle um die Einlassöffnungen des Zylinderkopfs und/oder um die Einlass-Ansaugkanäle des Einlasskrümmers vorhanden sein, um die Einlassluft erneut zu kühlen. Diesen Kanälen kann ein Kältemittel zugeführt werden, was folglich einen hohen Grad der Kühlung ermöglicht. **Fig. 1** ist ein Fahrzeug, das eine Kraftmaschine und eine Kältemittelversorgung, hier eine Klimaanlage, enthält. **Fig. 2** ist ein Kraftmaschinensystem, das die Kraftmaschine nach **Fig. 1** enthält und das in dem Fahrzeug nach **Fig. 1** installiert sein kann. Die **Fig. 3–Fig. 12** veranschaulichen verschiedene Beispiele der Kältemittel-Kühlsysteme, die verwendet werden können, um die Einlassluft unmittelbar stromaufwärts der Zylinder erneut zu kühlen. **Fig. 13** veranschaulicht ein Verfahren, das durch den Controller nach den **Fig. 1** und **Fig. 2** ausgeführt werden kann, um die Einlassluft erneut zu kühlen.

[0014] Die **Fig. 1–Fig. 12** zeigen beispielhafte Konfigurationen mit der relativen Positionierung der verschiedenen Komponenten. Wenn derartige Elemente sich direkt miteinander in Kontakt befindlich oder direkt gekoppelt gezeigt sind, dann können sie in wenigstens einem Beispiel als sich direkt in Kontakt befindlich bzw. direkt gekoppelt bezeichnet werden. Ähnlich können die Elemente, die einander benachbart oder aneinander angrenzend gezeigt sind, in wenigstens einem Beispiel einander benachbart bzw. aneinander angrenzend sein. Als ein Beispiel können die Komponenten, die in Flächenkontakt miteinander liegen, als in Flächenkontakt bezeichnet werden. Als ein weiteres Beispiel können Elemente, die mit nur einem Zwischenraum und keinen anderen Komponenten dazwischen voneinander getrennt positioniert sind, in wenigstens einem Beispiel als solche bezeichnet werden. Die **Fig. 3–Fig. 12** sind maßstabsgerecht gezeichnet, obwohl andere relative Abmessungen verwendet werden können.

[0015] In **Fig. 1** enthält das Fahrzeug **1** die Räder **102**. Den Rädern **102** wird über eine Kraftmaschine **10** und ein Getriebe **104** Drehmoment zugeführt. In einigen Beispielen kann ein Elektromotor oder ein Hydraulikmotor den Rädern **102** außerdem Drehmoment bereitstellen. Ein Frontend-Zubehörantrieb (FE-AD) enthält einen Drehstromgenerator **111** und eine Klimaanlage (ein A/C-System) **108**. Sowohl der Drehstromgenerator **111** als auch das A/C-System **108** können über eine Welle oder eine Riemscheibe **45, 47** mechanisch an die Kraftmaschine **10** gekoppelt sein oder können über eine gemeinsame Welle oder eine gemeinsame Riemscheibe mechanisch

an die Kraftmaschine **10** gekoppelt sein. Zusätzlich kann der Drehstromgenerator **111** der Batterie **106** Elektrizität bereitstellen und/oder von der Batterie **106** Elektrizität empfangen. Das AC-System kann in Reaktion auf eine Anforderung der Bedienungs Person für die Kühlung der Fahrzeugcabine, die Entfeuchtung der Kabinenluft und/oder für das Entfrosten eingeschaltet oder betrieben werden. Zusätzliche Einzelheiten hinsichtlich des AC-Systems werden im Folgenden bezüglich **Fig. 3** bereitgestellt. Die Batterie **106** und der Drehstromgenerator **111** können verschiedenen Zubehörkomponenten der Kraftmaschine, die in **Fig. 1** nicht gezeigt sind, elektrische Leistung bereitstellen. Der Controller **12** enthält Anweisungen zum Steuern des Drehstromgenerators **111**, des A/C-Systems **108**, der Kraftmaschine **10** und des Getriebes **104** und zum Empfangen von Eingaben von dem Drehstromgenerator **111**, dem A/C-System **108**, der Kraftmaschine **10** und dem Getriebe **104**.

[0016] **Fig. 2** zeigt schematisch die Aspekte eines beispielhaften Kraftmaschinensystems **100**, das die Kraftmaschine **10** enthält. In der dargestellten Ausführungsform ist die Kraftmaschine **10** eine aufgeladene Kraftmaschine, die an einen Turbolader **13** gekoppelt ist, der einen Verdichter **114** enthält, der durch eine Turbine **116** angetrieben ist. Spezifisch wird die Frischluft entlang dem Einlasskanal **42** über einen Luftfilter **112** in die Kraftmaschine **10** eingeleitet, wobei sie zum Verdichter **114** strömt. Der Verdichter kann irgendein geeigneter Einlassluftverdichter sein, wie z. B. ein motorbetriebener oder antriebswellenbetriebener Kompressor. Im Kraftmaschinensystem **100** ist der Verdichter jedoch ein Turboladerverdichter, der über eine Welle **19** mechanisch an die Turbine **116** gekoppelt ist, wobei die Turbine **116** durch das sich ausdehnende Kraftmaschinenabgas angetrieben ist. In einer Ausführungsform können der Verdichter und die Turbine innerhalb eines zweiflügeligen Turboladers gekoppelt sein. In einer weiteren Ausführungsform kann der Turbolader ein Turbolader mit variabler Geometrie (VGT) sein, wobei die Turbinengeometrie als eine Funktion der Kraftmaschinen-drehzahl aktiv variiert wird.

[0017] Wie in **Fig. 2** gezeigt ist, ist der Verdichter **114** durch einen Ladeluftkühler (CAC) **18** (der hier außerdem als ein Zwischenkühler bezeichnet wird) an eine Drosselklappe **20** gekoppelt. Die Drosselklappe **20** ist an einen Einlasskrümmer **22** der Kraftmaschine gekoppelt. Von dem Verdichter strömt die komprimierte Luftladung durch den Ladeluftkühler **18** und die Drosselklappe zum Einlasskrümmer. Der Ladeluftkühler kann z. B. ein Luft-zu-Flüssigkeit-Wärmetauscher sein oder kann ein Luft-zu-Luft-Wärmetauscher sein. Weil die Strömung durch den Verdichter die komprimierte Luft erwärmen kann, ist stromabwärts ein CAC **18** bereitgestellt, so dass die aufgelaufene Einlassluftladung vor der Zufuhr zum Kraftmaschineneinlass gekühlt werden kann.

[0018] An einen Einlass des Verdichters **114** können ein oder mehrere Sensoren gekoppelt sein. Es kann z. B. ein Temperatursensor **55** zum Schätzen einer Verdichtereinlasstemperatur an den Einlass gekoppelt sein und es kann ein Drucksensor **56** zum Schätzen eines Verdichtereinlassdrucks an den Einlass gekoppelt sein. Als ein weiteres Beispiel kann ein Feuchtigkeitssensor **57** zum Schätzen einer Feuchtigkeit der in den Verdichter eintretenden Luftladung an den Einlass gekoppelt sein. Noch andere Sensoren können z. B. einen Abgassensor zum Detektieren einer Abgassauerstoffkonzentration, NOx-Sensoren usw. enthalten. In anderen Beispielen können eine oder mehrere Verdichtereinlassbedingungen (wie z. B. die Feuchtigkeit, die Temperatur, der Druck usw.) basierend auf den Betriebsbedingungen der Kraftmaschine gefolgt werden. Wenn die AGR freigegeben ist, können die Sensoren zusätzlich eine Temperatur, einen Druck, eine Feuchtigkeit und ein Luft-Kraftstoff-Verhältnis des Luftladungsgemischs, das Frischluft, zurückgeführte komprimierte Luft und Abgasreste enthält und das am Verdichtereinlass empfangen wird, schätzen.

[0019] Während ausgewählter Bedingungen, wie z. B. einer Pedalfreigabe, wenn von dem Kraftmaschinenbetrieb mit Aufladung zu dem Kraftmaschinenbetrieb ohne Aufladung gegangen wird, kann ein Verdichterstoß auftreten. Dies ist auf eine erhöhte Druckdifferenz zurückzuführen, die über dem Verdichter erzeugt wird, wenn sich die Drosselklappe bei der Pedalfreigabe schließt. Die erhöhte Druckdifferenz verringert die Vorwärtsströmung durch den Verdichter, was den Stoß und eine verminderte Turboladerleistung verursacht. Zusätzlich kann der Stoß zu NVH-Problemen, wie z. B. einem unerwünschten Geräusch vom Einlasssystem der Kraftmaschine, führen. Um den Ladedruck abzubauen und den Verdichterstoß zu verringern, kann wenigstens ein Anteil der durch den Verdichter **114** komprimierten Luftladung zum Verdichtereinlass zurückgeführt werden. Dies ermöglicht, dass der überschüssige Ladedruck im Wesentlichen sofort abgebaut wird. Das Verdichterrückführungssystem kann einen Verdichterrückführungskanal **70** zum Zurückführen der gekühlten komprimierten Luft vom Verdichterauslass stromabwärts des Ladeluftkühlers **18** zum Verdichtereinlass enthalten. In einigen Ausführungsformen kann ein (nicht gezeigter) zusätzlicher Verdichterrückführungskanal zum Zurückführen nicht gekühlter (oder warmer) komprimierter Luft vom Verdichterauslass stromaufwärts des Ladeluftkühlers **18** zum Verdichtereinlass bereitgestellt sein.

[0020] Ein Verdichterrückführungsventil (CRV) **72** kann an den Verdichterrückführungskanal **70** (der außerdem als Verdichter-Bypass bezeichnet wird) gekoppelt sein, um eine zum Verdichtereinlass zurückgeführte Menge der gekühlten Verdichterströmung zu steuern. In dem dargestellten Beispiel kann das

CRV **72** als ein kontinuierlich variables Ventil konfiguriert sein, wobei eine Position des Ventils von einer völlig geschlossenen Position bis zu einer völlig offenen Position und irgendeiner Position dazwischen kontinuierlich variabel ist. Das CRV **72** kann im Kanal **70** stromabwärts des CAC **18** und stromaufwärts eines Einlasses des Verdichters **114** positioniert sein. Eine Position des CRV **72** kann während des aufgeladenen Kraftmaschinenbetriebs eingestellt werden, um die Spitzenleistung zu erhöhen und um einen Spielraum für den Stoß bereitzustellen. In einem Beispiel kann das CRV während des aufgeladenen Kraftmaschinenbetriebs geschlossen aufrechterhalten werden, um die Ladedruckreaktion zu verbessern und die Spitzenleistung zu erhöhen. In einem weiteren Beispiel kann das CRV während des aufgeladenen Kraftmaschinenbetriebs teilweise offen aufrechterhalten werden, um etwas Stoßspielraum, insbesondere einen erhöhten Spielraum für einen weichen Stoß, bereitzustellen. In beiden Fällen kann in Reaktion auf eine Angabe des Stoßes (z. B. ein harter Stoß) die Öffnung des Ventils vergrößert werden. Ein Grad der Öffnung des CRV kann auf der Angabe des Stoßes (z. B. des Verdichterverhältnisses, der Verdichter-Durchflussmenge, einer Druckdifferenz über dem Verdichter usw.) basieren. Als ein Beispiel kann eine Öffnung des CRV in Reaktion auf eine Angabe des Stoßes vergrößert werden (das Ventil kann z. B. von der völlig geschlossenen Position oder einer teilweise offenen Position zu einer völlig offenen Position verstellt werden).

[0021] Der Stoß kann außerdem durch das Verringern des Auslassdrucks an der Turbine **116** abbaut werden. Es kann z. B. ein Ladedrucksteuerventil-Aktuator **92** offen gestellt werden, um wenigstens etwas Abgasdruck von einem Ort stromaufwärts der Turbine über das Ladedrucksteuerventil **90** zu einem Ort stromabwärts der Turbine zu entladen. Durch das Verringern des Abgasdrucks stromaufwärts der Turbine kann die Turbinendrehzahl verringert werden, was es wiederum unterstützt, den Verdichterstoß zu verringern. Aufgrund der Ladedruckdynamik des Ladedrucksteuerventils können jedoch die Wirkungen der Einstellungen des Verdichterrückführungsventils auf das Verringern des Stoßes schneller als die Wirkungen der Einstellungen des Ladedrucksteuerventils sein.

[0022] Der Einlasskrümmer **22** ist durch eine Folge (nicht gezeigter) Einlassventile an eine Folge von Brennkammern **30** gekoppelt. Die Brennkammern sind ferner durch eine Folge (nicht gezeigter) Auslassventile an einen Auslasskrümmer **36** gekoppelt. In der dargestellten Ausführungsform ist ein einziger Auslasskrümmer **36** gezeigt. In anderen Ausführungsformen kann der Auslasskrümmer jedoch mehrere Auslasskrümmerabschnitte enthalten. Die Konfigurationen, die mehrere Auslasskrümmerabschnitte aufweisen, können es ermöglichen, dass der Aus-

fluss von verschiedenen Brennkammern zu verschiedenen Orten in dem Kraftmaschinensystem geleitet wird.

[0023] In einer Ausführungsform kann jedes der Auslass- und Einlassventile elektronisch betätigt oder gesteuert sein. In einer weiteren Ausführungsform kann jedes der Auslass- und Einlassventilenockenbetätigt oder -gesteuert sein. Ob elektronisch betätigt oder nockenbetätigt, die Zeitsteuerung des Öffnens und des Schließens der Auslass- und Einlassventile kann eingestellt werden, wie es für die Verbrennungs- und Abgasreinigungs-Sollleistung erforderlich ist.

[0024] Den Brennkammern **30** können ein oder mehrere Kraftstoffe, wie z. B. Benzin, Alkohol-Kraftstoff-Mischungen, Diesel, Biodiesel, komprimiertes Erdgas usw. über eine Einspritzdüse **66** zugeführt werden. Der Kraftstoff kann den Brennkammern über Direkteinspritzung, Kanaleinspritzung, Drosselklappen-ventilkörpereinspritzung oder irgendeine Kombination daraus zugeführt werden. In den Brennkammern kann die Verbrennung über Funkenzündung und/oder Kompressionszündung eingeleitet werden.

[0025] Wie in **Fig. 2** gezeigt ist, wird das Abgas von dem einen oder den mehreren Auslasskrümmerabschnitten zu der Turbine **116** geleitet, um die Turbine anzutreiben. Wenn ein verringertes Turbinendrehmoment erwünscht ist, kann stattdessen etwas Abgas durch den Ladedrucksteuerventilkanal **90** geleitet werden und die Turbine umgehen. Die kombinierte Strömung von der Turbine und dem Ladedrucksteuerventil strömt dann durch eine Abgasreinigungsvorrichtung **170**. Im Allgemeinen können eine oder mehrere Abgasreinigungsvorrichtungen **170** einen oder mehrere Abgasnachbehandlungskatalysatoren enthalten, die konfiguriert sind, die Abgasströmung katalytisch zu behandeln und dadurch eine Menge einer oder mehrerer Substanzen in der Abgasströmung zu verringern. Ein Abgasnachbehandlungskatalysator kann z. B. konfiguriert sein, das NOx aus der Abgasströmung aufzufangen, wenn die Abgasströmung mager ist, und das aufgefange NOx zu verringern, wenn die Abgasströmung fett ist. In anderen Beispielen kann ein Abgasnachbehandlungskatalysator konfiguriert sein, mit der Hilfe eines Reduktionsmittels das NOx zu disproportionieren oder das NOx selektiv zu verringern. In noch anderen Beispielen kann ein Abgasnachbehandlungskatalysator konfiguriert sein, die restlichen Kohlenwasserstoffe und/oder das Kohlenmonoxid in der Abgasströmung zu oxidieren. Verschiedene Abgasnachbehandlungskatalysatoren, die eine derartige Funktionalität aufweisen, können in Washcoats oder anderswo in den Abgasnachbehandlungsstufen entweder separat oder zusammen angeordnet sein. In einigen Ausführungsformen können die Abgasnachbehandlungsstufen einen regenerierbaren Rußfilter enthalten, der konfigu-

riert ist, die Rußpartikel in der Abgasströmung aufzufangen und zu oxidieren.

[0026] Alles oder ein Teil des von der Abgasreinigungsvorrichtung **170** behandelten Abgases kann über eine Auslassleitung **35** in die Atmosphäre abgelassen werden. In Abhängigkeit von den Betriebsbedingungen kann jedoch ein Anteil der Abgasreste stattdessen zu einem AGR-Kanal **50** durch einen AGR-Kühler **51** und ein AGR-Ventil **52** zum Einlass des Verdichters **114** umgeleitet werden. Der AGR-Kanal **50** als solcher koppelt den Auslasskrümmer der Kraftmaschine stromabwärts der Turbine **116** mit dem Einlasskrümmer der Kraftmaschine stromaufwärts des Verdichters **114**. In dem dargestellten Beispiel ist gezeigt, dass der AGR-Kanal **50** stromaufwärts des Verdichtereinlasses mit dem Verdichterrückführungskanal **70** verschmilzt. Es wird erkannt, dass in alternativen Beispielen die Kanäle nicht verschmelzen können und der AGR-Kanal unabhängig von dem Verdichterrückführungskanal an den Verdichtereinlass gekoppelt sein kann.

[0027] Das AGR-Ventil **52** kann geöffnet sein, um eine gesteuerte Menge des gekühlten Abgases zum Verdichtereinlass für eine Verbrennungs- und Abgasreinigungs-Sollleistung zuzulassen. In dieser Weise ist das Kraftmaschinensystem **100** dafür ausgelegt, eine externe Niederdruck-AGR (LP-AGR) durch das Anzapfen von Abgas von einem Ort stromabwärts der Turbine **116** bereitzustellen. Das AGR-Ventil **52** kann außerdem als ein kontinuierlich variables Ventil konfiguriert sein. In einem alternativen Beispiel kann jedoch das AGR-Ventil **52** als ein Ein-/Aus-Ventil konfiguriert sein. Die Drehung des Verdichters stellt zusätzlich zu dem relativ langen LP-AGR-Strömungspfad in dem Kraftmaschinensystem **10** eine hervorragende Homogenisierung des Abgases in der Einlassluftladung bereit. Ferner stellt die Anordnung der AGR-Abnahme- und Mischpunkte eine sehr effektive Kühlung des Abgases für eine vergrößerte verfügbarer AGR-Masse und eine erhöhte Leistung bereit. In weiteren Ausführungsformen kann das Kraftmaschinensystem ferner einen Hochdruck-AGR-Strömungspfad enthalten, wobei das Abgas von einem Ort stromaufwärts der Turbine **116** gesaugt und zum Einlasskrümmer der Kraftmaschine stromabwärts des Verdichters **114** zurückgeführt wird.

[0028] Der AGR-Kühler **51** kann an den AGR-Kanal **50** zum Kühlen der dem Verdichter zugeführten AGR gekoppelt sein. Zusätzlich können ein oder mehrere Sensoren an den AGR-Kanal **50** zum Bereitstellen der Einzelheiten hinsichtlich der Zusammensetzung und des Zustands der AGR gekoppelt sein. Es kann z. B. ein Temperatursensor zum Bestimmen einer Temperatur der AGR bereitgestellt sein, es kann ein Drucksensor zum Bestimmen eines Drucks bereitgestellt sein, es kann ein Feuchtigkeitssensor zum

Bestimmen einer Feuchtigkeit oder eines Wassergehalts der AGR bereitgestellt sein und es kann ein Luft-Kraftstoff-Verhältnis-Sensor **54** zum Schätzen eines Luft-Kraftstoff-Verhältnisses der AGR bereitgestellt sein. Alternativ können die AGR-Bedingungen durch einen oder mehrere Temperatur-, Druck-, Feuchtigkeits- und Luft-Kraftstoff-Verhältnis-Sensoren **55–57** gefolgt werden, die an den Verdichtereinlass gekoppelt sind. Eine Öffnung des AGR-Ventils kann basierend auf den Betriebsbedingungen der Kraftmaschine und den AGR-Bedingungen eingestellt werden, um einen Sollbetrag der Kraftmaschinenverdunstung bereitzustellen.

[0029] Das Kraftmaschinensystem **100** kann ferner ein Steuersystem **14** enthalten. Es ist gezeigt, dass das Steuersystem **14** Informationen von mehreren Sensoren **16** (von denen verschiedene Beispiele hier beschrieben sind) empfängt und Steuersignale an mehrere Aktuatoren **81** (von denen verschiedene Beispiele hier beschrieben sind) sendet. Als ein Beispiel können die Sensoren **16** einen Abgassensor **126**, der sich stromaufwärts der Abgasreinigungsanordnung befindet, einen MAP-Sensor **124**, einen Abgastemperatursensor **128**, einen Abgasdrucksensor **129**, einen Verdichtereinlasstemperatursensor **55**, einen Verdichtereinlassdrucksensor **56**, einen Verdichtereinlassfeuchtigkeitssensor **57** und einen Luft-Kraftstoff-Verhältnis-Sensor **54** enthalten. Andere Sensoren, wie z. B. zusätzliche Druck-, Temperatur-, Luft/Kraftstoff-Verhältnis- und Zusammensetzungssensoren, können an verschiedene Orte in dem Kraftmaschinensystem **100** gekoppelt sein. Die Aktuatoren **81** können z. B. die Drosselklappe **20**, das AGR-Ventil **52**, das Verdichterrückführungsventil **72**, das Ladedrucksteuerventil **92** und die Kraftstoffeinspritzdüse **66** enthalten. Das Steuersystem **14** kann einen Controller **12** enthalten. Der Controller kann die Eingangsdaten von den verschiedenen Sensoren empfangen, die Eingangsdaten verarbeiten und die verschiedenen Aktuatoren in Reaktion auf die verarbeiteten Eingangsdaten basierend auf einer Anweisung oder einem Code, die darin entsprechend einer oder mehreren Routinen programmiert sind, auslösen. Eine beispielhafte Steuerroutine ist hier bezüglich **Fig. 2** beschrieben.

[0030] Der Controller **12** empfängt Signale von den verschiedenen Sensoren nach **Fig. 2** und verwendet die verschiedenen Aktuatoren nach **Fig. 2**, um den Kraftmaschinenbetrieb basierend auf den empfangenen Signalen und den in einem Speicher des Controllers gespeicherten Anweisungen einzustellen. Das Einstellen der Luftströmung durch den Ladeluftkühler **18** kann z. B. das Einstellen eines Aktuators der Drosselklappe **20** enthalten, um die Luftströmung einzustellen.

[0031] Wie oben beschrieben worden ist, kann der Ladeluftkühler (CAC) **18** die heiße komprimierte Luft

kühlen, bevor sie zu der Kraftmaschine zugelassen wird. Die heiße Ladungsluft vom Verdichter **114** tritt in den Einlass des CAC **18** ein, kühlt sich ab, wenn sie sich durch den CAC **18** bewegt, und tritt dann aus, um durch die Drosselklappe **20** und in den Einlasskrümmer **22** der Kraftmaschine zu gehen. Die Umgebungsluftströmung von außerhalb des Fahrzeugs kann durch einen Fahrzeugvorbau in die Kraftmaschine **10** eintreten und kann über den CAC **18** gehen, um die Kühlung der Ladungsluft zu unterstützen. Wenn die Temperatur der Umgebungsluft abnimmt oder während feuchter oder regnerischer Wetterbedingungen, kann sich in dem CAC **18** Kondensat bilden und ansammeln, wenn die Ladungsluft unter den Taupunkt des Wassers abgekühlt wird. Wenn die Ladungsluft zurückgeführte Abgase (z. B. von dem in **Fig. 2** gezeigten Abgasrückführungssystem) enthält, kann das Kondensat sauer werden und das CAC-Gehäuse korrodieren. Die Korrosion kann zu Undichtigkeiten zwischen der Luftladung, der Atmosphäre und möglicherweise dem Kühlmittel im Fall von Wasser-zu-Luft-Kühlern führen. Um die Ansammlung von Kondensat und das Risiko der Korrosion zu verringern, kann das Kondensat am Boden des CAC **18** gesammelt und dann während ausgewählter Betriebsbedingungen der Kraftmaschine, wie z. B. während Beschleunigungssereignissen, in die Kraftmaschine entleert werden. In anderen Beispielen kann das Kondensat zusätzlich oder alternativ in das Auslasssystem stromaufwärts oder stromabwärts des Katalysators entleert werden. Falls jedoch das Kondensat auf einmal während eines Beschleunigungssereignisses in den Einlassluftpfad der Kraftmaschine eingeleitet wird, kann es eine Zunahme der Möglichkeit einer Kraftmaschinenfehlzündung oder einer Verbrennungsinstabilität (in der Form später/langsamer Verbrennungen) aufgrund der Aufnahme von Wasser geben. Wie hier bezüglich **Fig. 9** ausgearbeitet wird, kann folglich das Kondensat von dem CAC **18** oder dem Einlasskrümmer **22** unter gesteuerten Bedingungen zur Kraftmaschine entleert werden. Diese gesteuerte Entleerung kann es unterstützen, die Wahrscheinlichkeit von Kraftmaschinen-Fehlzündungssereignissen zu verringern.

[0032] Während der CAC **18** unter den meisten Betriebsbedingungen die Einlassluft angemessen kühlen kann, kann ferner während der Bedingungen einer hohen Umgebungstemperatur und/oder während der Bedingungen einer hohen Kraftmaschinenlast die Wärmeabweisung von der Kraftmaschine und/oder den anderen Komponenten zu einer erneuten Erwärmung der Einlassluft vor dem Einlassen in die Zylinder führen. Folglich können während wenigstens einiger Bedingungen die Vorteile der gekühlten Einlassluft (die erhöhte Leistung und/oder die verringerteren Emissionen) verloren werden. Gemäß den hier offenbarten Ausführungsformen kann die Einlassluft stromabwärts des CAC **18** über einen oder mehrere Kältemittelkanäle erneut gekühlt werden, die um

die Einlassöffnungen der Zylinder und/oder die Einlasskrümmer-Ansaugkanäle gegossen sind. Das Kältemittel kann von dem AC-System oder von einem bordinternen Behälter bezogen werden und kann als solches separat von dem Kraftmaschinen-Kühlmittelsystem aufrechterhalten werden. In dieser Weise kann die Einlassluft zu einer Temperatur abgekühlt werden, die niedriger als die ist, die möglich ist, wenn z. B. mit dem Kraftmaschinenkühlmittel oder mit der Umgebungsluft gekühlt wird. Zusätzliche Einzelheiten hinsichtlich der Kältemittelkanäle und der Kältemittelquelle werden im Folgenden bezüglich der **Fig. 3–Fig. 8** bereitgestellt. Zusätzlich kann ähnlich zu dem oben erklärten CAC **18** die erneute Kühlung der Einlassluft an dem Einlasskrümmer/den Einlassöffnungen z. B. verursachen, dass sich eine zusätzliche Kondensation im Einlasskrümmer ansammelt. Folglich können in Reaktion auf eine Angabe, dass sich im Einlasskrümmer Kondensat ansammelt, verschiedene Maßnahmen ergriffen werden, wie im Folgenden bezüglich **Fig. 9** erklärt wird.

[0033] In den **Fig. 3–Fig. 5** ist ein Kältemittel-Kühlsystem **300** veranschaulicht, das konfiguriert ist, die Komponenten des Kraftmaschinensystems **100** zu kühlen. Das Kältemittel-Kühlsystem **300** kann wirken, um die in eine Kraftmaschine, wie z. B. die Kraftmaschine **10** nach den **Fig. 1** und **Fig. 2**, eintretende Einlassluft zu kühlen. Entsprechend sind den in den **Fig. 1** und **Fig. 2** veranschaulichten Komponenten in den **Fig. 3–Fig. 5** die gleichen Bezugszeichen gegeben, wobei deren ausführliche Beschreibung weggelassen wird. **Fig. 3** zeigt eine perspektivische Seitenansicht des Kältemittel-Kühlsystems **300**, während **Fig. 5** die gleiche Ansicht zeigt, wobei der Einlasskrümmer für die Klarheit entfernt ist. **Fig. 4** zeigt eine vergrößerte Ansicht der Einlassöffnungen und des Kältemittelkanals nach **Fig. 5**.

[0034] Das Kältemittel-Kühlsystem **300** enthält einen Kältemittelkanal **302**, der um mehrere Einlassöffnungen (die in den **Fig. 4** und **Fig. 5** veranschaulicht sind) des Zylinderkopfs **309** gekoppelt ist. Der Kältemittelkanal **302** empfängt das Kältemittel von einer Kältemittelzuführleitung **304** und führt das Kältemittel zu einer Kältemittelrückleitung **306** zurück. Die Kältemittelzuführleitung **304** ist an einen Verdichter **308** des AC-Systems **108** gekoppelt. Die Kältemittelrückleitung **306** ist an einen (nicht gezeigten) Kondensator des AC-Systems **108** gekoppelt. Es wird erkannt, dass das AC-System **108** zusätzliche verschiedene Komponenten enthält, einschließlich eines Verdampfers, eines Gebläses, eines Klima-Controllers, eines Temperatursensors usw., aber nicht darauf eingeschränkt, während in den **Fig. 3–Fig. 5** nicht alle gezeigt sind. In einem Beispiel wird das Kältemittel über ein Verdampferventil dem Verdampfer zugeführt, nachdem es in den Kondensator gepumpt worden ist. Der Verdichter **308** empfängt das Kältemittelgas von dem Verdampfer und setzt das Kälte-

mittel unter Druck. Von dem unter Druck gesetzten Kältemittel wird Wärme extrahiert, so dass das Kältemittel in dem Kondensator verflüssigt wird. Das verflüssigte Kältemittel dehnt sich nach dem Hindurchgehen durch das Verdampferventil aus, was verursacht, dass die Temperatur des Verdampfers verringert wird.

[0035] Der Verdichter **308** kann eine Kupplung, ein Steuerventil mit variabler Verschiebung, einen Kolben und eine Taumelscheibe enthalten. Der Kolben kann das Kältemittel in dem AC-System unter Druck setzen, das von dem Luftverdichter **308** zu dem Kondensator strömt. Die Kupplung kann selektiv eingerrückt und ausgerückt werden, um dem Verdichter **308** Rotationsenergie von der Kraftmaschine **10** zuzuführen. Es können eine oder mehrere Hilfskältemittelzuleitungen enthalten sein, um das Kältemittel zu anderen Systemkomponenten umzuleiten, die ausgebildet sind, um das zirkulierende Kältemittel zu empfangen, (z. B. die Kältemittelzuführleitung **304**). Ein Ventil kann konfiguriert sein, die Kältemittelströmung durch die Kältemittelzuführleitung **304** über Befehle vom Controller **12** zu steuern. Das Ventil kann als ein Dreiegeventil konfiguriert sein, so dass das Kältemittel die Kältemittelzuführleitung **304** umgehen kann, wenn sich das Ventil an einer ersten Position befindet, und durch die Kältemittelzuführleitung **304** zirkulieren kann, wenn sich das Ventil an einer zweiten Position befindet. In anderen Beispielen kann das Ventil in die Kältemittelzuführleitung **304** gekoppelt sein, wobei es in dem Bereich zwischen dem AC-Verdichter und den Zylinderkopf-Kältemittelkanälen positioniert ist, und konfiguriert sein, sich basierend auf den Befehlen vom Controller **12** zu öffnen oder zu schließen. Das Kältemittel kann ein für die Verwendung in einem AC-System geeignetes Kältemittel sein, wie z. B. Freon. In einigen Beispielen kann anstelle des Freons flüssiger Stickstoff verwendet werden; in derartigen Fällen kann in der Kältemittelrückleitung ein Überdruckventil vorhanden sein.

[0036] Wie oben erklärt worden ist, ist der Kältemittelkanal **302** konfiguriert, das Kältemittel um die mehreren Einlassöffnungen des Zylinderkopfs strömen zu lassen. Wie in den **Fig. 3–Fig. 5** veranschaulicht ist, ist die Kraftmaschine **10** eine Vierzylinder-Kraftmaschine, wobei sie folglich vier Einlassöffnungen aufweist, eine erste Einlassöffnung **312**, eine zweite Einlassöffnung **313**, eine dritte Einlassöffnung **315** und eine vierte Einlassöffnung **317**. Jede Einlassöffnung ist an einen jeweiligen Einlasskrümmer-Ansaugkanal **310** gekoppelt. Die Einlassluft vom Einlasskrümmer teilt sich nach dem Hindurchgehen durch den CAC **18** und den stromaufwärts gelegenen Verdichter auf und strömt durch die Einlasskrümmer-Ansaugkanäle **310**. Die Einlassluft von einem jeweiligen Ansaugkanal **310** wird durch eine entsprechende Einlassöffnung zu einem entsprechenden Zylinder geleitet, um an der Verbrennung teilzunehmen.

[0037] Jede Einlassöffnung weist eine äußere maschinell bearbeitete Dichtungsfläche **314** auf, die konfiguriert ist, an einen jeweiligen Einlasskrümmer-Ansaugkanal **310** gekoppelt zu sein. Wie in **Fig. 4** gezeigt ist, ist die äußere Dichtungsfläche jeder Einlassöffnung kontinuierlich, wobei sie folglich eine einzige, kontinuierliche äußere Dichtungsfläche für alle Einlassöffnungen erzeugt. In einigen Beispielen kann jedoch jede Einlassöffnung eine diskrete äußere Dichtungsfläche aufweisen. Die Einlassöffnungen sind in einer Linie entlang einer zentralen Längsachse **401** der Einlassöffnungen/der äußeren Seitenfläche angeordnet. In **Fig. 4** ist außerdem ein Koordinatensystem **402** gezeigt, das eine vertikale Achse **404**, eine horizontale Achse **406** und eine seitliche Achse **408** enthält. Die zentrale Längsachse **401** ist zu der horizontalen Achse **406** parallel.

[0038] Jede Einlassöffnung weist ein äußeres Profil auf, das als der Abschnitt der Einlassöffnung definiert ist, der sich außerhalb des Zylinderkopfs befindet. Bezüglich der ersten Einlassöffnung **312** kann das äußere Profil z. B. durch die äußere Dichtungsfläche, eine Oberseite **316** der Einlassöffnung und eine Unterseite **318** der Einlassöffnung, die der Oberseite gegenüberliegt, definiert sein. Die Oberseite **316** befindet sich vertikal über der Unterseite **318**, so dass, wenn die Kraftmaschine **10** in einem Fahrzeug installiert ist, sich die Oberseite **316** höher über dem Boden, auf dem sich das Fahrzeug befindet, als die Unterseite **318** befindet. Die Oberseite jeder Einlassöffnung kann mit einer jeweiligen Unterseite kontinuierlich sein, wobei folglich ein kreisförmiger, rechteckiger oder länglicher Durchgang erzeugt wird. Die Mitte jeder Einlassöffnung kann hohl sein, um eine Strömung der Einlassluft in einen jeweiligen Zylinder zu ermöglichen.

[0039] Der Kältemittelkanal **302** erstreckt sich um die Oberseite und die Unterseite jeder Einlassöffnung. Wie veranschaulicht ist, ist der Kältemittelkanal **302** ein einziger, kontinuierlicher Kanal, der parallel zur horizontalen Achse **406** über der Oberseite jeder der Einlassöffnungen verläuft, sich um die äußerste, vierte Einlassöffnung biegt (z. B. parallel zur vertikalen Achse **404** verläuft) und parallel zur horizontalen Achse **406** entlang der Unterseite jeder der Einlassöffnungen verläuft. Folglich verläuft der Kältemittelkanal **302** entlang der Oberseite der ersten Einlassöffnung **312**, zu der und entlang der Oberseite der zweiten Einlassöffnung **313**, zu der und entlang der Oberseite der dritten Einlassöffnung **315** und zu der und entlang der Oberseite der vierten Einlassöffnung **317**. Der Kältemittelkanal **302** verläuft dann um die Seite der vierten Einlassöffnung (z. B. da herum, wo die Oberseite der vierten Einlassöffnung mit der Unterseite verschmilzt) und verläuft entlang der Unterseite der vierten Einlassöffnung **317**, zu der und entlang der Unterseite der dritten Einlassöffnung **315**, zu der und entlang der Unterseite der zweiten Einlass-

öffnung **313** und zu der und entlang der Unterseite der ersten Einlassöffnung **312**.

[0040] Der Kältemittelkanal **302** verläuft entlang der Ober- und der Unterseiten der Einlassöffnungen und ist so geformt, dass er einem äußeren Profil jeder Einlassöffnung entspricht. Der Kältemittelkanal **302** weist eine Breite auf, die sich von dem Zylinderkopf nach außen (z. B. parallel zu der seitlichen Achse **408**) erstreckt. Die Breite des Kältemittelkanals kann eine geeignete Breite sein, die Breite kann sich z. B. von der äußeren Dichtungsfläche **314** bis zu dem Punkt erstrecken, an dem die Einlassöffnungen die Seitenfläche des Zylinderkopfs **309** erreichen. Der Zylinderkopf **309** kann z. B. eine obere maschinell bearbeitete Oberfläche enthalten, die konfiguriert ist, z. B. an eine Nockenwellenabdeckung gekoppelt zu sein, wobei sich der Kältemittelkanal bis zu einer Seitenfläche **320** des Zylinderkopfs **309**, die an die obere maschinell bearbeitete Oberfläche angrenzend ist, erstrecken kann. Der Kältemittelkanal **302** kann in einem Beispiel mit der äußeren Dichtungsfläche **314** bündig sein. In anderen Beispielen kann der Kältemittelkanal **302** nicht mit der äußeren Dichtungsfläche **314** bündig sein, der Kältemittelkanal **302** kann z. B. vor der äußeren Dichtungsfläche **314** enden. Der Kältemittelkanal **302** kann eine geeignete Höhe oder Dicke aufweisen, die z. B. basierend auf den Kältemittelströmungsanforderungen der Kraftmaschine gewählt ist. In einem Beispiel kann die Höhe des Kältemittelkanals **302** kleiner als ein halb der Dicke der Wand einer Einlassöffnung sein. Der Kältemittelkanal **302** kann entlang einer Gesamtheit des Kältemittelkanals **302** eine konstante Dicke aufweisen.

[0041] Wie oben erklärt worden ist, verläuft der Kältemittelkanal **302** entlang einer Oberseite jeder Einlassöffnung. Während jede Einlassöffnung einen kreisförmigen oder rechteckigen hohlen Kanal umfasst, ist die äußere Dichtungsfläche **314** entlang allen Einlassöffnungen kontinuierlich. Der Kältemittelkanal **302** folgt der Form der äußeren Seitenfläche entlang den Oberseiten der Einlassöffnungen. Das heißt, der Kältemittelkanal **302** biegt sich nach oben und entlang der Oberseite der ersten Einlassöffnung **312** und biegt sich zusammen mit der Oberseite der ersten Einlassöffnung **312** nach unten, aber nur für einen Abschnitt der Krümmung der Oberseite. Der Kältemittelkanal **302** flacht sich dann ab und folgt der Form der äußeren Dichtungsfläche **314**, bis er die zweite Einlassöffnung erreicht, wobei sich der Kältemittelkanal an diesem Punkt nach oben biegt, entlang dem flachen Abschnitt der Oberseite der zweiten Einlassöffnung **313** verläuft und sich dann für einen Abschnitt der Krümmung der Oberseite der zweiten Einlassöffnung **313** nach unten biegt. Wie in **Fig. 4** veranschaulicht ist, kann der Kältemittelkanal **302** der Krümmung der Oberseite einer gegebenen Einlassöffnung für einen längeren Abschnitt als für die anderen Einlassöffnungen folgen. Der Kältemittelkanal

302 folgt z. B. nur der Abwärtskrümmung der Oberseite der ersten Einlassöffnung **312** für einen relativ kleinen Abschnitt der Krümmung (z. B. 20 %), während der Kältemittelkanal **302** der Abwärtskrümmung der Oberseite der zweiten Einlassöffnung **313** für einen größeren Abschnitt der Krümmung (z. B. 50 %) folgt.

[0042] Der Kältemittelkanal **302** verläuft ähnlich entlang einer Unterseite jeder Einlassöffnung. Der Kältemittelkanal **302** folgt der Form der äußeren Dichtungsfläche **314** entlang den Unterseiten der Einlassöffnungen. Das heißt, der Kältemittelkanal **302** biegt sich nach unten und entlang der Oberseite der vierten Einlassöffnung **317** und biegt sich zusammen mit der Unterseite der vierten Einlassöffnung **317** nach oben, aber nur für einen Abschnitt der Krümmung der Unterseite. Der Kältemittelkanal **302** flacht sich dann ab und folgt der Form der äußeren Dichtungsfläche **314**, bis er die dritte Einlassöffnung **315** erreicht, wobei sich der Kältemittelkanal an diesem Punkt nach unten biegt, entlang dem flachen Abschnitt der Unterseite der dritten Einlassöffnung **315** verläuft und sich für einen Abschnitt der Krümmung der Unterseite der dritten Einlassöffnung **315** nach oben biegt. Wie in **Fig. 5** veranschaulicht ist, kann der Kältemittelkanal **302** der Krümmung der Unterseite einer gegebenen Einlassöffnung für einen längeren Abschnitt als für die anderen Einlassöffnungen folgen. Der Kältemittelkanal **302** folgt z. B. nur der Aufwärtskrümmung der Unterseite der dritten Einlassöffnung **315** für einen relativ kleinen Abschnitt der Krümmung (z. B. 20 %), während der Kältemittelkanal **302** der Aufwärtskrümmung der Unterseite der vierten Einlassöffnung **317** für einen größeren Abschnitt der Krümmung (z. B. 50 %) folgt. In einigen Beispielen kann der Kältemittelkanal bis zu dem größtmöglichen Ausmaß um die Einlassöffnungen gewickelt sein, der Kältemittelkanal kann z. B. die Gesamtheit jeder Einlassöffnung vollständig umgeben, ausgenommen da, wo sich die Vorsprünge der Befestigungselemente und/oder angrenzende Merkmale befinden.

[0043] Der Kältemittelkanal **302** empfängt das Kältemittel von der Zuführleitung **304** an einem Kältemitteleinlass **322** und leitet das Kältemittel an einem Kältemittelauslass **324** zu der Rückleitung **306** zurück. Wie in **Fig. 5** gezeigt ist, befinden sich der Einlass **322** und der Auslass **324** an im Wesentlichen ähnlichen Orten des Kältemittelkanals. Spezifisch befinden sich sowohl der Einlass **322** als auch der Auslass **324** auf derselben Seite der ersten Einlassöffnung **312**, wenn auch relativ zueinander verschoben.

[0044] Die **Fig. 6** und **Fig. 7** veranschaulichen eine alternative Ausführungsform eines Kältemittel-Kühlsystems **600**. Das Kältemittel-Kühlsystem **600** ist konfiguriert, die Komponenten des Kraftmaschinen-systems **100** zu kühlen. Das Kältemittel-Kühlsystem **600** kann wirken, um die in eine Kraftmaschine, wie z.

B. die Kraftmaschine **10** nach den **Fig. 1** und **Fig. 2**, eintretende Einlassluft zu kühlen. Entsprechend sind den in den **Fig. 1** und **Fig. 2** veranschaulichten Komponenten in den **Fig. 6** und **Fig. 7** gleiche Bezugszeichen gegeben und wird deren ausführliche Beschreibung weggelassen. **Fig. 6** zeigt eine perspektivische Seitenansicht des Kältemittel-Kühlsystems **600**, während **Fig. 7** eine vergrößerte perspektivische Draufsicht des Kältemittel-Kühlsystems **600** zeigt.

[0045] Das Kältemittel-Kühlsystem **600** enthält alles die gleichen Komponenten wie das Kältemittel-Kühl-system **300** und enthält einen zusätzlichen Kältemittelkanal um die Einlasskrümmer-Ansaugkanäle **310**. Das Kältemittel-Kühlsystem **600** als solches enthält einen Kältemittelkanal **602**, der um mehrere Einlassöffnungen des Zylinderkopfs **309** gekoppelt ist. Der Kältemittelkanal **602** empfängt das Kältemittel von einer Kältemittelzuführleitung **604** und leitet das Kältemittel zu einer (nicht gezeigten) Kältemittelzuführleitung zurück. Die Kältemittelzuführleitung **604** ist an einen Verdichter **308** des AC-Systems **108** gekoppelt. Die Kältemittlrückleitung kann an einen (nicht gezeigten) Kondensator des AC-Systems **108** gekoppelt sein.

[0046] Der zusätzliche, zweite Kältemittelkanal **608** ist um die Einlass-Ansaugkanäle **310** des Einlasskrümmer **22** gekoppelt und enthält einen jeweiligen Verbindungskanal **612** zwischen jedem Segment des zweiten Kältemittelkanals, der jeden Ansaugkanal umgibt. Der Einlasskrümmer **22** enthält einen Kopplungsflansch **610**, der einen äußeren Rand jedes Ansaugkanals **310** definiert. Der Kopplungsflansch **610** ist konfiguriert, sich mit der äußeren Seitenfläche jeder Einlassöffnung in Flächenkontakt zu befinden, wenn der Einlasskrümmer an die Kraftmaschine gekoppelt ist. Der zweite Kältemittelkanal **608** ist zu dem Kältemittelkanal **602** und **302** insofern ähnlich, als er eine Form aufweist, die einem Profil der Einlass-Ansaugkanäle entspricht (z. B. entlang einer Oberseite jedes Ansaugkanals verläuft, sich herumbiegt und entlang einer Unterseite jedes Ansaugkanals verläuft). Der zweite Kältemittelkanal **608** weist eine obere Breite auf, die sich über mehr als die Hälfte der Länge jedes Ansaugkanals erstreckt. Der zweite Kältemittelkanal kann z. B. eine Breite entlang einer Oberseite jedes Ansaugkanals aufweisen, die sich von einem inneren Rand des Kopplungsflanschs bis über einen Mittelpunkt jedes Ansaugkanals hinaus erstreckt. Ferner weist jeder Ansaugkanal eine Unterseite auf, die der Oberseite gegenüberliegt, wobei der zweite Kältemittelkanal **608** eine untere Breite entlang der Unterseite jedes Ansaugkanals aufweist, die sich von einem inneren Rand des Kopplungsflanschs bis zu einem Punkt erstreckt, an dem jede Unterseite in einem Körper des Einlasskrümmer aufgeht. Der zweite Kältemittelkanal kann eine Dicke aufweisen, die gleich dem Kältemittelkanal **302** oder **602** ist.

[0047] Der zweite Kältemittelkanal **608** kann fluidtechnisch an den Kältemittelkanal **602** gekoppelt sein oder er kann ein separater Kanal sein, der kein Kältemittel an den Kältemittelkanal **602** liefert oder von dem Kältemittelkanal **602** empfängt. In einem in den **Fig. 8–Fig. 10** veranschaulichten Beispiel kann das Kältemittel durch den Kältemittelkanal **602** empfangen werden, um jede und entlang jeder Einlassöffnung geleitet werden, über einen Verbindungskanal **614** zu dem zweiten Kältemittelkanal **608** geleitet werden, um jeden und entlang jedem Ansaugkanal **310** geleitet werden und über eine Rückleitung **606** von dem zweiten Kältemittelkanal **608** zurückgeleitet werden.

[0048] Die **Fig. 11** und **Fig. 12** veranschaulichen eine zusätzliche alternative Ausführungsform eines Kältemittel-Kühlsystems **800**. Das Kältemittel-Kühlsystem **800** ist konfiguriert, die Komponenten des Kraftmaschinensystems **100** zu kühlen. Das Kältemittel-Kühlsystem **800** kann wirken, die in eine Kraftmaschine, wie z. B. die Kraftmaschine **10** nach den **Fig. 1** und **Fig. 2**, eintretende Einlassluft zu kühlen. Entsprechend sind den in den **Fig. 1** und **Fig. 2** veranschaulichten Komponenten in den **Fig. 11** und **Fig. 12** die gleichen Bezugszeichen gegeben, wobei deren ausführliche Beschreibung weggelassen wird.

[0049] Das Kältemittel-Kühlsystem **800** enthält viele der gleichen Komponenten wie die Kältemittel-Kühlsysteme **600**, einschließlich eines Kältemittelkanals **802** um die Einlassöffnungen des Zylinderkopfs **309**, eines zweiten Kältemittelkanals **808** um die Einlass-Ansaugkanäle, einer Kältemittelzuführleitung **804** und einer Kältemittlerückleitung **806**. **Fig. 12** zeigt ein Kältemittel-Kühlsystem **1200**, das zu dem Kältemittel-Kühlsystem **800** ähnlich ist. In dem System **1200** ist die Rückleitung **806** an den zweiten Kältemittelkanal **808** gekoppelt.

[0050] Anstelle des Empfangens des Kältemittels von dem AC-System enthält jedes Kältemittel-Kühlsystem **800** und **1200** einen Kältemittelbehälter **810**, um das Kältemittel zu lagern. Der Kältemittelbehälter kann ein Vakuumgefäß oder ein anderer geeigneter Tank sein, das bzw. der konfiguriert ist, ein Auströpfen des Kältemittels zu verhindern. In der Kältemittelzuführleitung **804** sind eine Pumpe **812** und ein Steuerventil **814** positioniert. In der Rückleitung **806** kann ein Überdruckventil **816** positioniert sein. Das Steuerventil **814** kann einen geeigneten Aktuator (z. B. elektrisch, hydraulisch, Solenoid usw.) enthalten, der konfiguriert ist, aktiviert zu werden, um die Position des Steuerventils in Reaktion auf einen Befehl von einem Controller zu steuern. Das Überdruckventil **816** kann ein druckempfindliches Ventil sein, ein manuelles Ventil sein oder kann einen durch den Controller gesteuerten Aktuator enthalten. Der Kältemittelbehälter **810** kann ein geeignetes Kältemittel lagern, wie z. B. flüssigen Stickstoff. In einigen Beispie-

len kann das in dem Behälter **810** gelagerte Kältemittel von dem in dem AC-System verwendeten Kältemittel verschieden sein. Durch das Stützen auf eine von dem AC-System getrennte Kältemittelquelle kann durch das Verringern des Zeitraums, den der AC-Verdichter durch die Kraftmaschine angetrieben ist, der Kraftstoffverbrauch verringert werden.

[0051] Wenn der flüssige Stickstoff oder das andere Kältemittel mit den umgebenden erwärmten Komponenten (z. B. den Einlassöffnungen und/oder den Ansaugkanälen) in Kontakt gelangt, siedet das Kältemittel, wenn die Wärme absorbiert wird. Da die Phasenänderung von einer Flüssigkeit zu einem Gas stattfindet, ist das Ergebnis ein Druckdampf, der in einer gesteuerten Weise über das Überdruckventil abgelassen werden kann, um den Innendruck zu steuern und das Entlüften großer Mengen des Gasdampfs innerhalb begrenzter Räume zu vermeiden. Eine Bedienungsperson kann den Lagerbehälter periodisch manuell nachfüllen.

[0052] In **Fig. 13** ist ein Verfahren **900** zum erneuten Kühlen der Einlassluft vor dem Einlassen in mehrere Zylinder einer Kraftmaschine veranschaulicht. Das Verfahren **900** kühlte die Einlassluft über einen oder mehrere Kältemittelkanäle, die die Einlassöffnungen und/oder die Einlass-Ansaugkanäle der Kraftmaschine umgeben, wie z. B. den Kältemittelkanal **302**, **602** oder **802** nach den **Fig. 3–Fig. 5**, **Fig. 6–Fig. 10** bzw. **Fig. 11–Fig. 12** und/oder den zweiten Kältemittelkanal **608** oder **808** nach den **Fig. 6–Fig. 10** bzw. **Fig. 11–Fig. 12**, erneut. Um die Einlassluft erneut zu kühlen, kann das Kältemittel durch die Kältemittelkanäle geleitet werden, wobei es von einem geeigneten Ort, wie z. B. dem AC-System **108** (das in den **Fig. 3–Fig. 10** gezeigt ist) oder einem separaten Behälter **810** (der in den **Fig. 11–Fig. 12** gezeigt ist), bezogen werden kann. Die Anweisungen zum Ausführen des Verfahrens **900** können durch einen Controller (wie z. B. den Controller **12** nach den **Fig. 1** und **Fig. 2**) basierend auf den in einem Speicher des Controllers gespeicherten Anweisungen und im Zusammenhang mit den von den Sensoren der Kraftmaschine und/oder des Kältemittel-Kühlsystems, wie z. B. den Sensoren, die oben bezüglich der **Fig. 1** und **Fig. 2** beschrieben worden sind, empfangenen Signalen ausgeführt werden. Der Controller kann die Kraftmaschinen-Aktuatoren des Kraftmaschinensystems verwenden, um den Betrieb der Kraftmaschine und/oder des Kältemittel-Kühlsystems gemäß dem im Folgenden beschriebenen Verfahren einzustellen.

[0053] Bei **902** enthält das Verfahren **900** das Bestimmen der Betriebsparameter. Die bestimmten Betriebsparameter können die Kraftmaschinenlast, die Kraftmaschinen- und/oder die Umgebungstemperatur, den Ladedruck und andere geeignete Parameter enthalten, sind aber nicht darauf eingeschränkt. Bei **904** enthält das Verfahren **900** das Kühlen der Kraft-

maschine (wie z. B. der Kraftmaschine **10**) über ein Kraftmaschinen-Kühlmittelsystem. Das Kraftmaschinen-Kühlmittelsystem kann eine Pumpe enthalten, um das Kühlmittel durch mehrere Kühlmittelkanäle, durch die Kraftmaschine (z. B. durch einen oder mehrere Kühlmittelmäntel des Zylinderkopfs und/oder -blocks), durch einen Kühler, falls sich die Kraftmaschinentemperatur über einem Schwellenwert befindet, und/oder durch andere geeignete Komponenten zu pumpen.

[0054] Bei **906** enthält das Verfahren **900** das Kühlen der Einlassluft über einen Ladeluftkühler, wie z. B. den CAC **18**. Wie oben erklärt worden ist, kann der Ladeluftkühler die Einlassluft stromabwärts des Verdichters kühlen und folglich die Dichte der Einlassluft erhöhen. Der Ladeluftkühler kann ein Luft-zu-Luft-Kühler sein, wobei folglich die durch den Ladeluftkühler strömende Einlassluft luftgekühlt sein kann, wie bei **908** angegeben ist. In anderen Beispielen kann der Ladeluftkühler ein Flüssigkeit-zu-Flüssigkeit-Kühler sein. Die durch den CAC strömende Einlassluft kann über das Kühlmittel vom Kraftmaschinen-Kühlmittelsystem gekühlt werden, wie bei **910** angegeben ist. In noch weiteren Beispielen kann die durch den CAC strömende Einlassluft durch das Kältemittel von dem Kältemittel-Kühlsystem gekühlt werden, wie bei **912** angegeben ist. Der CAC kann als eine kontinuierliche Schleife innerhalb der Kältemittelkanäle enthalten sein oder er kann als ein Teil einer separaten Kältemittelschleife enthalten sein. Die Strömung des Kältemittels durch den CAC kann gesteuert sein, so dass sie während der Kaltstarts inaktiv ist, während einer maximalen Leistungsausgabe aktiv ist usw. Bei **914** bestimmt das Verfahren **900**, ob die Bedingungen für das erneute Kühlen der Einlassluft erfüllt sind. Wie oben bei **906** beschrieben worden ist, kühlt der Ladeluftkühler die Einlassluft, nachdem die Einlassluft im Verdichter des Turboladers komprimiert worden ist. In einigen Kraftmaschinenkonfigurationen kann jedoch die Einlassluft aufgrund der Wärmeabweisung von der Kraftmaschine, hoher Umgebungstemperaturen oder anderer Wärmequellen erneut erwärmt werden, während sie vom Ladeluftkühler zur Kraftmaschine strömt. Die erneute Erwärmung der Einlassluft kann die Vorteile des Kühlens der Einlassluft über den Ladeluftkühler verringern, es kann z. B. die Dichte der Einlassluft abnehmen, wobei die Leistungsausgabe der Kraftmaschine verringert wird. Ferner kann die Einlassluft mit höherer Temperatur zu erhöhten Emissionen führen.

[0055] Folglich kann die Einlassluft über die Kältemittelkanäle um die Einlassöffnungen und/oder die Einlass-Ansaugkanäle der Kraftmaschine erneut gekühlt werden. Weil es nicht erwünscht sein kann, die Einlassluft unter allen Bedingungen erneut zu kühlen, (die übermäßige Kühlung der Einlassluft kann z. B. die Verbrennungsstabilität verringern, den Kraftstoffverbrauch erhöhen und/oder die Emissionen er-

höhen), kann das erneute Kühlen nur während der Bedingungen einer hohen Last und/oder einer hohen Umgebungstemperatur ausgeführt werden. Die Bedingungen zum erneuten Kühlen der Einlassluft können eine Umgebungstemperatur über einem Schwellenwert (z. B. 78 °F) enthalten. Die Bedingungen zum erneuten Kühlen der Einlassluft können alternativ oder zusätzlich eine Kraftmaschinenlast über einem Schwellenwert, wie z. B. einen Betrieb bei größer als 60 % der maximalen Nennlast, enthalten. In einigen Beispielen kann das erneute Kühlen nur ausgeführt werden, wenn sich die Umgebungstemperatur ungeteilt der Kraftmaschinenlast über dem Schwellenwert befindet. In einigen Beispielen kann das erneute Kühlen ausgeführt werden, sobald die Kraftmaschinenlast die Schwellenlast übersteigt, sobald sich die Umgebungstemperatur über dem Schwellenwert befindet.

[0056] Falls bei **914** bestimmt wird, dass die Bedingungen zum erneuten Kühlen der Kraftmaschine nicht erfüllt sind (sich die Umgebungstemperatur z. B. nicht über dem Schwellenwert befindet), geht das Verfahren **900** zu **916** weiter, um den Kondensatpegel im Ladeluftkühler zu schätzen, was im Folgenden ausführlicher erklärt wird. Falls die Bedingungen zum erneuten Kühlen der Einlassluft erfüllt worden sind, geht das Verfahren **900** zu **918** weiter, um die Einlassluft am Einlasskrümmer und/oder den Einlassöffnungen mit dem Kältemittel erneut zu kühlen. Um das erneute Kühlen einzuleiten, kann das Kältemittel durch das Öffnen eines Kältemittelsteuerventils (wie z. B. des Steuerventils **814** nach **Fig. 11**), das Aktivieren einer Kältemittelpumpe (wie z. B. der Pumpe **812**), das Einschalten eines Verdichters eines AC-Systems (wie z. B. des AC-Systems **108**) oder eine andere geeignete Maßnahme zu den Kältemittelkanälen, die die Einlassöffnungen und/oder die Einlass-Ansaugkanäle umgeben, geleitet werden. Das Kältemittel kann durch die Kältemittelkanäle strömen, die Wärme von dem Einlasskrümmer und/oder den Einlassöffnungen absorbieren und folglich die Einlassluft erneut kühlen, bevor die Einlassluft zu den Zylindern für die Verbrennung zugelassen wird.

[0057] Bei **920** enthält das Verfahren **900** das Schätzen des Kondensats in dem Ladeluftkühler, den Einlassöffnungen und dem Einlasskrümmer. Wie oben bezüglich **Fig. 1** erklärt worden ist, kann sich während bestimmter Bedingungen (z. B. wenn die Umgebungsfeuchtigkeit hoch ist und wenn die CAC-Temperatur niedrig ist) in dem CAC Kondensat ansammeln. Ferner kann sich aufgrund der niedrigen Temperatur des durch die Kältemittelkanäle um die Einlassöffnungen und/oder die Ansaugkanäle zirkulierenden Kältemittels außerdem Kondensat im Einlasskrümmer ansammeln. Das angesammelte Kondensat kann den CAC und/oder den Einlasskrümmer verschlechtern, da das Kondensat einfrieren kann und/oder saure Verbindungen (wie z. B. Schwefel von

der AGR) enthalten kann. Um die Ansammlung von Kondensat und das Risiko der Korrosion zu verringern, kann das Kondensat am Boden des CAC gesammelt und dann während ausgewählter Betriebsbedingungen der Kraftmaschine, wie z. B. während Beschleunigungssereignissen, in die Kraftmaschine entleert werden. Falls jedoch das Kondensat während eines Beschleunigungssereignisses auf einmal in die Kraftmaschine eingeleitet wird, kann es aufgrund der Aufnahme von Wasser eine Zunahme der Möglichkeit einer Kraftmaschinenfehlzündung oder einer Verbrennungsstabilität (in der Form später/langsamer Verbrennungen) geben. Die Zündzeitsteuerung der Kraftmaschine kann außerdem nach früh verstellt werden, um die langsamere Verbrennungsgeschwindigkeit aufgrund der verdünnten Kraftstoff-Luft-Ladung zu kompensieren.

[0058] Folglich kann in einigen Beispielen das Kondensat von dem CAC und/oder dem Einlasskrümmer unter gesteuerten Bedingungen zur Kraftmaschine entleert werden. Diese gesteuerte Entleerung kann es unterstützen, die Wahrscheinlichkeit von Kraftmaschinen-Fehlzündungssereignissen zu verringern. Um zu bestimmen, ob eine gesteuerte Entleerung erforderlich ist, kann die Menge des Kondensats in dem CAC, dem Einlasskrümmer und/oder den Einlassöffnungen geschätzt werden. Es können verschiedene Mechanismen verwendet werden, um die Menge des Kondensats zu schätzen. In einem Beispiel kann ein Kondensatmodell sowohl für den CAC als auch für den Einlasskrümmer verwendet werden. Für das CAC-Modell kann das Modell eine Rate der Kondensatansammlung schätzen und kann die Eingaben der Umgebungstemperatur, der Auslasstemperatur des Ladeluftkühlers, der Luftmassenströmung, der Abgasrückführungsströmung (AGR-Strömung) (falls die Kraftmaschine ein AGR-System enthält), des Drucks des Ladeluftkühlers und der Feuchtigkeit enthalten. Falls die Feuchtigkeit nicht bekannt ist (falls die Kraftmaschine z. B. keinen Feuchtigkeitssensor enthält), kann die Feuchtigkeit auf 100 % gesetzt werden. Die Umgebungstemperatur und die Umgebungsfeuchtigkeit können eine Angabe des Taupunkts der Einlassluft bereitstellen, der durch die Menge der AGR in der Einlassluft weiter beeinflusst werden kann (die AGR kann z. B. eine andere Feuchtigkeit und eine andere Temperatur als die Luft von der Atmosphäre aufweisen). Der Unterschied zwischen dem Taupunkt und der Auslasstemperatur des Ladeluftkühlers gibt an, ob sich innerhalb des Kühlers eine Kondensation bildet, wobei der Luftmassendurchfluss beeinflussen kann, wie viel Kondensation sich tatsächlich innerhalb des Kühlers ansammelt.

[0059] Das Modell des Einlasskrümmers kann außerdem die Rate der Kondensatansammlung im Einlasskrümmer schätzen und kann die Eingaben der Auslasstemperatur des Ladeluftkühlers, der Luftmassenströmung durch den Krümmer, der AGR-Strö-

mung, des Krümmerdrucks, der Feuchtigkeit, der Rate der Kondensatansammlung des CAC und der Temperatur der Einlass-/Ladungsluft stromabwärts der Einlassöffnungen enthalten. Weil es nicht möglich sein kann, die Temperatur der Einlassluft stromabwärts der Einlassöffnungen (und vor dem Eintreten in die Zylinder) zu messen, kann diese Temperatur basierend auf der Auslasstemperatur des Ladeluftkühlers, der Kältemitteltemperatur und/oder -durchflussmenge, der Kraftmaschinentemperatur und/oder anderen Parametern geschätzt werden. Die Auslasstemperatur des Ladeluftkühlers, die Feuchtigkeit und die CAC-Kondensationsrate können eine Angabe des Taupunkts der Einlassluft am Krümmer bereitstellen, der ferner durch die Menge der AGR in der Einlassluft beeinflusst werden kann (die AGR kann z. B. eine andere Feuchtigkeit und eine andere Temperatur als die Luft von der Atmosphäre aufweisen). Der Unterschied zwischen dem Taupunkt und der Temperatur stromabwärts der Einlassöffnungen gibt an, ob sich innerhalb der Öffnungen und/oder des Krümmers eine Kondensation bildet, wobei die Luftmassenströmung beeinflussen kann, wie viel Kondensation sich tatsächlich innerhalb des Krümmers ansammelt.

[0060] Ferner enthält das Verfahren **900** bei **916** außerdem das Schätzen des Kondensats im CAC. Das Kondensat kann geschätzt werden, wie oben beschrieben worden ist. Sowohl **916** als auch **920** gehen zu **922** weiter, wo bestimmt wird, ob in irgendeinem von dem CAC, dem Einlasskrümmer und den Einlassöffnungen der Kondensatpegel größer als ein Schwellenwert ist. In einigen Beispielen kann der Schwellenwert ein Schwellenwert sein, über dem sich eine Kondensation bildet und unter dem sich keine Kondensation bildet. In dieser Weise kann sich irgendeine Angabe der Kondensation über dem Schwellenwert befinden. In anderen Beispielen kann der Schwellenwert jedoch festgelegt sein, so dass es erlaubt es, dass sich eine kleine Menge des Kondensats ansammelt. Falls der Kondensatpegel nicht größer als der Schwellenwert ist, kehrt das Verfahren **900** zurück, um die Kraftmaschine, den CAC und/oder den Einlasskrümmer und die Einlassöffnungen weiterhin zu kühlen, wie oben beschrieben worden ist.

[0061] Falls sich der Kondensatpegel über dem Schwellenwert befindet, geht das Verfahren **900** zu **924** weiter, um das Kondensat zu entleeren. Das Kondensat kann gemäß einem geeigneten Mechanismus, wie z. B. durch das Vergrößern der Kraftmaschinen-Luftströmung, entleert werden, was bei **926** angegeben ist. Dies kann das Schließen eines Ladedrucksteuerventils, um den Ladedruck zu erhöhen, das Schließen eines Verdichterrückführungsventils, das Einstellen der Einlass- und/oder Auslassventil-Zeitsteuerung, das Vergrößern der AGR-Strömung oder anderer geeigneter Mechanismen

zum Vergrößern der Kraftmaschinen-Luftströmung enthalten. Ferner kann bei **928** ein Kraftmaschinen-Aktuator eingestellt werden, um das Drehmoment während der Zunahme der Kraftmaschinen-Luftströmung aufrechtzuerhalten. Der Aktuator kann in Abhängigkeit davon eingestellt werden, wo sich das Kondensat angesammelt hat. Falls sich das Kondensat im CAC, aber nicht im Einlasskrümmer angesammelt hat, kann z. B. die Drosselklappe eingestellt werden, um die Luftströmung durch den CAC, aber nicht durch die Kraftmaschine selbst zu vergrößern. Falls das Kraftmaschinensystem ein Rückführungsventil stromabwärts des CAC enthält, kann ferner das Rückführungsventil geöffnet werden. Falls im Einlasskrümmer Kondensat vorhanden ist, kann die Funkenzeitsteuerung eingestellt werden, um das Drehmoment aufrechtzuerhalten. Falls sich das Kondensat im Einlasskrümmer ansammelt, kann in einigen Beispielen ferner die Strömung des Kältemittels zu den Kältemittelkanälen abgestellt werden, um die Ansammlung von Kondensat im Einlasskrümmer zu verhindern, die schwieriger als das Kondensat im CAC zu steuern sein kann. Dann kehrt das Verfahren **900** zurück.

[0062] Folglich kühlt das oben beschriebene Verfahren die Einlassluft vor dem Einlassen in die Zylinder erneut, um die Luftpumpe und folglich die Kraftmaschinenleistung weiter zu vergrößern. Die Einlassluft kann anstatt über das Kraftmaschinenkühlmittel über ein Kältemittel erneut gekühlt werden. Das erneute Kühlen der Einlassluft als solches kann eine beträchtliche Kühlung der Einlassluft, eine Kühlung der Einlassluft bis zu einem höheren Grad, als in dem Ladeluftkühler möglich ist, bereitstellen. Die Einlass-Ansaugkanäle und/oder die Einlassöffnungen können als solche eine relativ niedrige Temperatur aufweisen, die die Menge der Kondensation vergrößern kann, die sich in den Ansaugkanälen und den Einlassöffnungen bildet. Während die Kondensation meistens zur Kraftmaschine mitgerissen werden kann (z. B. kann irgendwelches Kondensat in den Einlassöffnungen sofort zu den Zylindern geleitet werden), kann sich unter einigen Bedingungen etwas Kondensat zum Einlasskrümmer bewegen, wo es sich anstrengen kann. Folglich kann ein proaktives Entleeren ausgeführt werden, um das angesammelte Kondensat zu entfernen, bevor es einen Pegel erreicht, der hoch genug ist, um Verbrennungsstabilitätsprobleme zu verursachen. In einigen Beispielen kann das Kondensat als solches häufiger aus dem Einlasskrümmer als aus dem Ladeluftkühler entleert werden. Ferner können sich die Mechanismen zum Entleeren des Kondensats zwischen dem Ladeluftkühler und dem Einlasskrümmer unterscheiden.

[0063] Das Ausmaß, in dem die Einlassluft erneut gekühlt wird, kann durch mehrere Variable beeinflusst sein, einschließlich einer Kraftmaschinen-Zyklusstrategie (z. B. einem Otto-Kreisprozess oder ei-

nem Miller-Kreisprozess), der CAC-Größe und/oder -Anordnung, der Kraftmaschinenlast, der Temperatur der Umgebungsluft usw. In einem Beispiel kann in einer Miller-Kreisprozess-Kraftmaschine (bei einem spät schließenden Einlass) bei einer mäßigen Kraftmaschinenlast bei durch einen eng gekoppelten CAC (der sich z. B. 110 mm vom Einlass der Einlassöffnung des Zylinderkopfs befindet) zurückgeschenbenen Umkehrereignissen die Temperatur vor dem CAC 75 °C betragen und kann die Einlassluft an den Einlassöffnungen auf weniger als 36 °C gekühlt werden. In weiteren Beispielen kann ein Dreiegeventil bereitgestellt sein, um es zu ermöglichen, dass variable Mengen des Kältemittels zu den Kältemittelkanälen strömen, was variable Beträge der erneuten Kühlung der Einlassluft ermöglicht (z. B. weniger Kühlung, wenn die Umgebungstemperaturen niedriger sind, und mehr Kühlung, wenn die Umgebungstemperaturen höher sind).

[0064] Es kann die technische Wirkung des Stroms von Kältemittel zu Kältemittelkanälen, die die Einlassöffnungen und/oder die Einlass-Ansaugkanäle umgeben, sein, die Einlassluft vor dem Einlassen in die Zylinder selektiv erneut zu kühlen und folglich die Leistungsausgabe der Kraftmaschine zu erhöhen und den Kraftstoffverbrauch und die Emissionen zu verringern.

[0065] Ein System enthält einen Zylinderkopf, der mehrere Zylinder definiert, wobei der Zylinderkopf mehrere Einlassöffnungen enthält, wobei jede fluidtechnisch an einen jeweiligen Zylinder gekoppelt ist; eine Kältemittelzufuhr; und einen Kältemittelkanal, der jede Einlassöffnung umgibt und fluidtechnisch an die Kältemittelversorgung gekoppelt ist, wobei der Kältemittelkanal so geformt ist, dass er einem äußeren Profil jeder Einlassöffnung entspricht. In einem ersten Beispiel des Systems umfasst die Kältemittelversorgung ein Vakuumgefäß, das ein Kältemittel unterbringt, und eine Kältemittelpumpe. Ein zweites Beispiel des Systems enthält optional das erste Beispiel und enthält ferner, dass der Kältemittelkanal einen Kältemitteleinlass und einen Kältemittelauslass auf einer ersten Seite des Kältemittelkanals aufweist, wobei der Kältemittelkanal von dem Einlass über und um eine Oberseite jeder Einlassöffnung und über und um eine Unterseite jeder Einlassöffnung zu dem Kältemittelauslass verläuft. Ein drittes Beispiel des Systems enthält optional eines oder mehrere oder beide des ersten und des zweiten Beispiels und enthält ferner, dass entlang der Oberseite jeder Einlassöffnung der Kältemittelkanal eine Breite aufweist, die sich von einer äußeren Dichtungsfläche jeder Einlassöffnung zu einem Seitenrand einer oberen maschinell bearbeiteten Oberfläche des Zylinderkopfs erstreckt. Ein vierter Beispiel des Systems enthält optional eines oder mehrere oder jedes der ersten bis dritten Beispiele und enthält ferner, dass die äußere Dichtungsfläche jeder Einlassöffnung konfiguriert

ist, an einen jeweiligen Ansaugkanal eines Einlasskrümmers gekoppelt zu sein. Ein fünftes Beispiel des Systems enthält optional eines oder mehrere oder jedes der ersten bis vierten Beispiele und enthält ferner, dass der Einlasskrümmer einen zweiten Kältemittelkanal umfasst, der jeden Ansaugkanal umgibt. Ein sechstes Beispiel des Systems enthält optional eines oder mehrere oder jedes der ersten bis fünften Beispiele und enthält ferner, dass der Kältemittelkanal des Zylinderkopfs und der zweite Kältemittelkanal des Einlasskrümmers konfiguriert sind, so dass sie sich in Fluidverbindung befinden. Ein siebentes Beispiel des Systems enthält optional eines oder mehrere oder jedes der ersten bis sechsten Beispiele und enthält ferner, dass der Einlasskrümmer einen Kopplungsflansch enthält, der einen äußeren Rand jedes Ansaugkanals definiert, wobei der Kopplungsflansch konfiguriert ist, sich mit der äußeren Dichtungsfläche jeder Einlassöffnung in Flächenkontakt zu befinden, und wobei der zweite Kältemittelkanal eine Breite entlang einer Oberseite jedes Ansaugkanals aufweist, die sich von einem inneren Rand des Kopplungsflanschs bis über einen Mittelpunkt jedes Ansaugkanals hinaus erstreckt. Ein achtes Beispiel des Systems enthält optional eines oder mehrere oder jedes der ersten bis siebenten Beispiele und enthält ferner, dass jeder Ansaugkanal eine Unterseite aufweist, wobei der zweite Kältemittelkanal eine Breite entlang der Unterseite jedes Ansaugkanals aufweist, die sich von dem inneren Rand des Kopplungsflanschs bis zu einem Punkt erstreckt, an dem jede Unterseite in einem Körper des Einlasskrümmers aufgeht. Ein neuntes Beispiel des Systems enthält optional eines oder mehrere oder jedes der ersten bis acht Beispiele und enthält ferner, dass die Kältemittelversorgung einen Verdichter einer Klimaanlage umfasst. Ein zehntes Beispiel des Systems enthält optional eines oder mehrere oder jedes der ersten bis neunten Beispiele und enthält ferner, dass der Einlass des Kältemittelkanals über eine Kältemittelzuführleitung fluidtechnisch an den Verdichter gekoppelt ist, wobei der Auslass des Kältemittelkanals über eine Kältemittelrückleitung fluidtechnisch an einen Kondensator der Klimaanlage gekoppelt ist. Ein elftes Beispiel des Systems enthält optional eines oder mehrere oder jedes der ersten bis zehnten Beispiele und enthält ferner einen Controller, der Anweisungen enthält, um das Kältemittel in Reaktion auf eine oder mehrere von einer Umgebungstemperatur, einer Kraftmaschinentemperatur und einer Kraftmaschinennlast von dem Verdichter zum Einlass des Kältemittelkanals zu leiten.

[0066] Ein Verfahren umfasst das Kühlen einer Kraftmaschine durch das Leiten eines Kühlmittels von einem Kühlsystem durch die Kraftmaschine, das Kühlen der Einlassluft stromaufwärts der Kraftmaschine über einen Ladeluftkühler und das selektive erneute Kühlen der Einlassluft an einem Einlasskrümmer und/oder mehreren Einlassöffnungen der

Kraftmaschine über ein Kältemittel von einer Kältemittelversorgung, die von dem Kühlsystem getrennt ist. In einem ersten Beispiel des Verfahrens umfasst das Kühlen der Einlassluft stromaufwärts der Kraftmaschine über den Ladeluftkühler das Kühlen der Einlassluft stromaufwärts der Kraftmaschine durch das Leiten des Kühlmittels von dem Kühlsystem durch den Ladeluftkühler. Ein zweites Beispiel des Verfahrens enthält optional das erste Beispiel und enthält ferner, dass das Kühlen der Einlassluft stromaufwärts der Kraftmaschine über den Ladeluftkühler das Kühlen der Einlassluft stromaufwärts der Kraftmaschine durch das Leiten eines Kältemittels von der Kältemittelversorgung durch den Ladeluftkühler umfasst. Ein drittes Beispiel des Verfahrens enthält optional eines oder mehrere oder beide des ersten und des zweiten Beispiels und enthält ferner, dass das selektive erneute Kühlen der Einlassluft das erneute Kühlen der Einlassluft in Reaktion auf eine Umgebungstemperatur, die größer als eine Schwellentemperatur ist, und/oder eine Kraftmaschinenlast, die größer als eine Schwellenlast ist, umfasst. Ein vierter Beispiel des Verfahrens enthält optional eines oder mehrere oder jedes der ersten bis dritten Beispiele und enthält ferner das Schätzen einer Menge des Kondensats in dem Einlasskrümmer und/oder in mehreren Einlassöffnungen und in Reaktion auf die Menge des Kondensats, die einen Schwellenwert übersteigt, das Vergrößern der Luftströmung zur Kraftmaschine bis zu einem Pegel, der größer als der ist, der durch eine Bedienungsperson eines Fahrzeugs, in dem die Kraftmaschine installiert ist, angefordert ist, ohne das Kraftmaschinendrehmoment durch das Einstellen eines Aktuators der Kraftmaschine, um das Drehmoment aufrechtzuerhalten, zu vergrößern.

[0067] Ein System umfasst einen Zylinderkopf, der mehrere Zylinder definiert, wobei der Zylinderkopf mehrere Einlassöffnungen enthält, wobei jede fluidtechnisch an einen jeweiligen Zylinder gekoppelt ist; einen Einlasskrümmer, der mehrere Ansaugkanäle umfasst, wobei jeder konfiguriert ist, an eine jeweilige der mehreren Einlassöffnungen gekoppelt zu sein; eine Kältemittelzufuhr; einen ersten Kältemittelkanal, der jede Einlassöffnung umgibt und fluidtechnisch an die Kältemittelversorgung gekoppelt ist; und einen zweiten Kältemittelkanal, der jeden Ansaugkanal umgibt und fluidtechnisch an die Kältemittelversorgung gekoppelt ist. In einem ersten Beispiel des Systems umfasst das System ferner einen Controller, der konfiguriert ist, ein Kältemittel in Reaktion auf eine Umgebungstemperatur über einer Schwellentemperatur von der Kältemittelversorgung zu dem ersten Kältemittelkanal und dem zweiten Kältemittelkanal zu leiten. Ein zweites Beispiel des Systems enthält optional das erste Beispiel und enthält ferner, dass die Kältemittelversorgung einen Verdichter einer Klimaanlage umfasst.

[0068] Es sei angegeben, dass die hier enthaltenen beispielhaften Steuer- und Schätzroutinen mit verschiedenen Konfigurationen des Kraftmaschinen- und/oder Fahrzeugsystems verwendet werden können. Die hier offenbarten Steuerverfahren und -routinen können als ausführbare Anweisungen in einem nichtflüchtigen Speicher gespeichert sein und können durch das Steuersystem einschließlich des Controllers in Kombination mit den verschiedenen Sensoren, Aktuatoren und der anderen Kraftmaschinen-Hardware ausgeführt werden. Die hier beschriebenen spezifischen Routinen können eine oder mehrere aus irgendeiner Anzahl von Verarbeitungsstrategien, wie z. B. ereignisgesteuert, unterbrechungsgesteuert, Multitasking, Multithreading und dergleichen, repräsentieren. Als solche können die veranschaulichten verschiedenen Handlungen, Operationen und/oder Funktionen in der veranschaulichten Reihenfolge ausgeführt werden, parallel ausgeführt werden oder in einigen Fällen weggelassen werden. Gleichermaßen ist die Reihenfolge der Verarbeitung nicht notwendigerweise erforderlich, um die Merkmale und Vorteile der hier beschriebenen beispielhaften Ausführungsformen zu erreichen, sondern sie ist für die Leichtigkeit der Veranschaulichung und Beschreibung bereitgestellt. Eine oder mehrere der veranschaulichten Handlungen, Operationen und/oder Funktionen können in Abhängigkeit von der verwendeten besonderen Strategie wiederholt ausgeführt werden. Ferner können die beschriebenen Handlungen, Operationen und/oder Funktionen graphisch darstellen, der in den nichtflüchtigen Speicher des computerlesbaren Speichermediums in dem Kraftmaschinen-Steuersystem zu programmieren ist, wobei die beschriebenen Handlungen durch das Ausführen der Anweisungen in einem System ausgeführt werden, das die verschiedenen Komponenten der Kraftmaschinen-Hardware in Kombination mit dem elektronischen Controller enthält.

[0069] Es ist klar, dass die hier offenbarten Konfigurationen und Routinen beispielhafter Art sind und dass diese spezifischen Ausführungsformen nicht in einem einschränkenden Sinn zu betrachten sind, weil zahlreiche Variationen möglich sind. Die obige Technik kann z. B. auf V-6-, I-4-, I-6-, V-12-, Boxer-4- und andere Kraftmaschinentypen angewendet werden. Der Gegenstand der vorliegenden Offenbarung enthält alle neuartigen und nicht offensichtlichen Kombinationen und Unterkombinationen der verschiedenen Systeme und Konfigurationen und anderen Merkmale, Funktionen und/oder Eigenschaften, die hier offenbart sind.

[0070] Die folgenden Ansprüche legen bestimmte Kombinationen und Unterkombinationen besonders dar, die als neuartig und nicht offensichtlich betrachtet werden. Diese Ansprüche können sich auf "ein" Element oder "ein erstes" Element oder dessen Äquivalent beziehen. Derartige Ansprüche sollten so ver-

standen werden, dass sie die Einbeziehung eines oder mehrerer derartiger Elemente enthalten und zwei oder mehr derartige Elemente weder erfordern noch ausschließen. Weitere Kombinationen und Unterkombinationen der offenbarten Merkmale, Funktionen, Elemente und/oder Eigenschaften können durch Abänderung der vorliegenden Ansprüche oder durch Darstellung neuer Ansprüche in dieser oder einer in Beziehung stehenden Anmeldung beansprucht werden. Derartige Ansprüche, ob ihr Schutzmfang umfassender als der, enger als der oder gleich dem Schutzmfang der ursprünglichen Ansprüche ist oder vom Schutzmfang der ursprünglichen Ansprüche verschieden ist, werden außerdem als im Gegenstand der vorliegenden Offenbarung enthalten betrachtet.

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- US 7658183 [0003]

Patentansprüche

1. System, das Folgendes umfasst:
einen Zylinderkopf, der mehrere Zylinder definiert, wobei der Zylinderkopf mehrere Einlassöffnungen enthält, wobei jede fluidtechnisch an einen jeweiligen Zylinder gekoppelt ist;
eine Kältemittelzufuhr; und
einen Kältemittelkanal, der jede Einlassöffnung umgibt und fluidtechnisch an die Kältemittelversorgung gekoppelt ist, wobei der Kältemittelkanal so geformt ist, dass er einem äußeren Profil jeder Einlassöffnung entspricht.
2. System nach Anspruch 1, wobei die Kältemittelversorgung ein Vakuumgefäß, das ein Kältemittel unterbringt, und eine Kältemittelpumpe umfasst.
3. System nach Anspruch 1 oder 2, wobei der Kältemittelkanal einen Kältemitteleinlass und einen Kältemittelauslass auf einer ersten Seite des Kältemittelkanals aufweist, und wobei der Kältemittelkanal von dem Einlass über und um eine Oberseite jeder Einlassöffnung und über und um eine Unterseite jeder Einlassöffnung zu dem Kältemittelauslass verläuft.
4. System nach Anspruch 3, wobei entlang der Oberseite jeder Einlassöffnung der Kältemittelkanal eine Breite aufweist, die sich von einer äußeren Dichtungsfläche jeder Einlassöffnung zu einem Seitenrand einer oberen maschinell bearbeiteten Oberfläche des Zylinderkopfs erstreckt.
5. System nach Anspruch 4, wobei die äußere Dichtungsfläche jeder Einlassöffnung konfiguriert ist, an einen jeweiligen Ansaugkanal eines Einlasskrümmers gekoppelt zu sein.
6. System nach Anspruch 5, wobei der Einlasskrümmer einen zweiten Kältemittelkanal umfasst, der jeden Ansaugkanal umgibt.
7. System nach Anspruch 6, wobei der Kältemittelkanal des Zylinderkopfs und der zweite Kältemittelkanal des Einlasskrümmers konfiguriert sind, so dass sie sich in Fluidverbindung befinden.
8. System nach Anspruch 6, wobei der Einlasskrümmer einen Kopplungsflansch enthält, der einen äußeren Rand jedes Ansaugkanals definiert, wobei der Kopplungsflansch konfiguriert ist, sich mit der äußeren Dichtungsfläche jeder Einlassöffnung in Flächenkontakt zu befinden, und wobei der zweite Kältemittelkanal eine Breite entlang einer Oberseite jedes Ansaugkanals aufweist, die sich von einem inneren Rand des Kopplungsflanschs bis über einen Mittelpunkt jedes Ansaugkanals hinaus erstreckt.
9. System nach Anspruch 8, wobei jeder Ansaugkanal eine Unterseite aufweist, und wobei der zweite

Kältemittelkanal eine Breite entlang der Unterseite jedes Ansaugkanals aufweist, die sich von dem inneren Rand des Kopplungsflanschs bis zu einem Punkt erstreckt, an dem jede Unterseite in einem Körper des Einlasskrümmers aufgeht.

10. System nach einem der Ansprüche 3 bis 9, wobei die Kältemittelversorgung einen Verdichter einer Klimaanlage umfasst.

11. System nach Anspruch 10, wobei der Einlass des Kältemittelkanals über eine Kältemittelzuführleitung fluidtechnisch an den Verdichter gekoppelt ist und wobei der Auslass des Kältemittelkanals über eine Kältemittelrückleitung fluidtechnisch an einen Kondensator der Klimaanlage gekoppelt ist.

12. System nach Anspruch 11, das ferner einen Controller umfasst, der Anweisungen enthält, um das Kältemittel in Reaktion auf eine oder mehrere von einer Umgebungstemperatur, einer Kraftmaschinentemperatur und einer Kraftmaschinenlast von dem Verdichter zum Einlass des Kältemittelkanals zu leiten.

13. Verfahren, das Folgendes umfasst:
Kühlen einer Kraftmaschine durch das Leiten eines Kühlmittels von einem Kühlsystem durch die Kraftmaschine;
Kühlen der Einlassluft stromaufwärts der Kraftmaschine über einen Ladeluftkühler; und
selektives erneutes Kühlen der Einlassluft an einem Einlasskrümmer und/oder mehreren Einlassöffnungen der Kraftmaschine über ein Kältemittel von einer Kältemittelversorgung, die von dem Kühlsystem getrennt ist.

14. Verfahren nach Anspruch 13, wobei das Kühlen der Einlassluft stromaufwärts der Kraftmaschine über den Ladeluftkühler das Kühlen der Einlassluft stromaufwärts der Kraftmaschine durch das Leiten des Kühlmittels von dem Kühlsystem durch den Ladeluftkühler umfasst.

15. Verfahren nach Anspruch 13, wobei das Kühlen der Einlassluft stromaufwärts der Kraftmaschine über den Ladeluftkühler das Kühlen der Einlassluft stromaufwärts der Kraftmaschine durch das Leiten eines Kältemittels von der Kältemittelversorgung durch den Ladeluftkühler umfasst.

16. Verfahren nach einem der Ansprüche 13 bis 15, wobei das selektive erneute Kühlen der Einlassluft das erneute Kühlen der Einlassluft in Reaktion auf eine Umgebungstemperatur, die größer als eine Schwellentemperatur ist, und/oder eine Kraftmaschinenlast, die größer als eine Schwellenlast ist, umfasst.

17. Verfahren nach einem der Ansprüche 13 bis 16, das ferner das Schätzen einer Menge des Kondensats in dem Einlasskrümmer und/oder in mehreren Einlassöffnungen und in Reaktion auf die Menge des Kondensats, die einen Schwellenwert übersteigt, das Vergrößern der Luftströmung zur Kraftmaschine bis zu einem Pegel, der größer als der ist, der durch eine Bedienungsperson eines Fahrzeugs, in dem die Kraftmaschine installiert ist, angefordert ist, ohne das Kraftmaschinendrehmoment durch das Einstellen eines Aktuators der Kraftmaschine, um das Drehmoment aufrechtzuerhalten, zu vergrößern, umfasst.

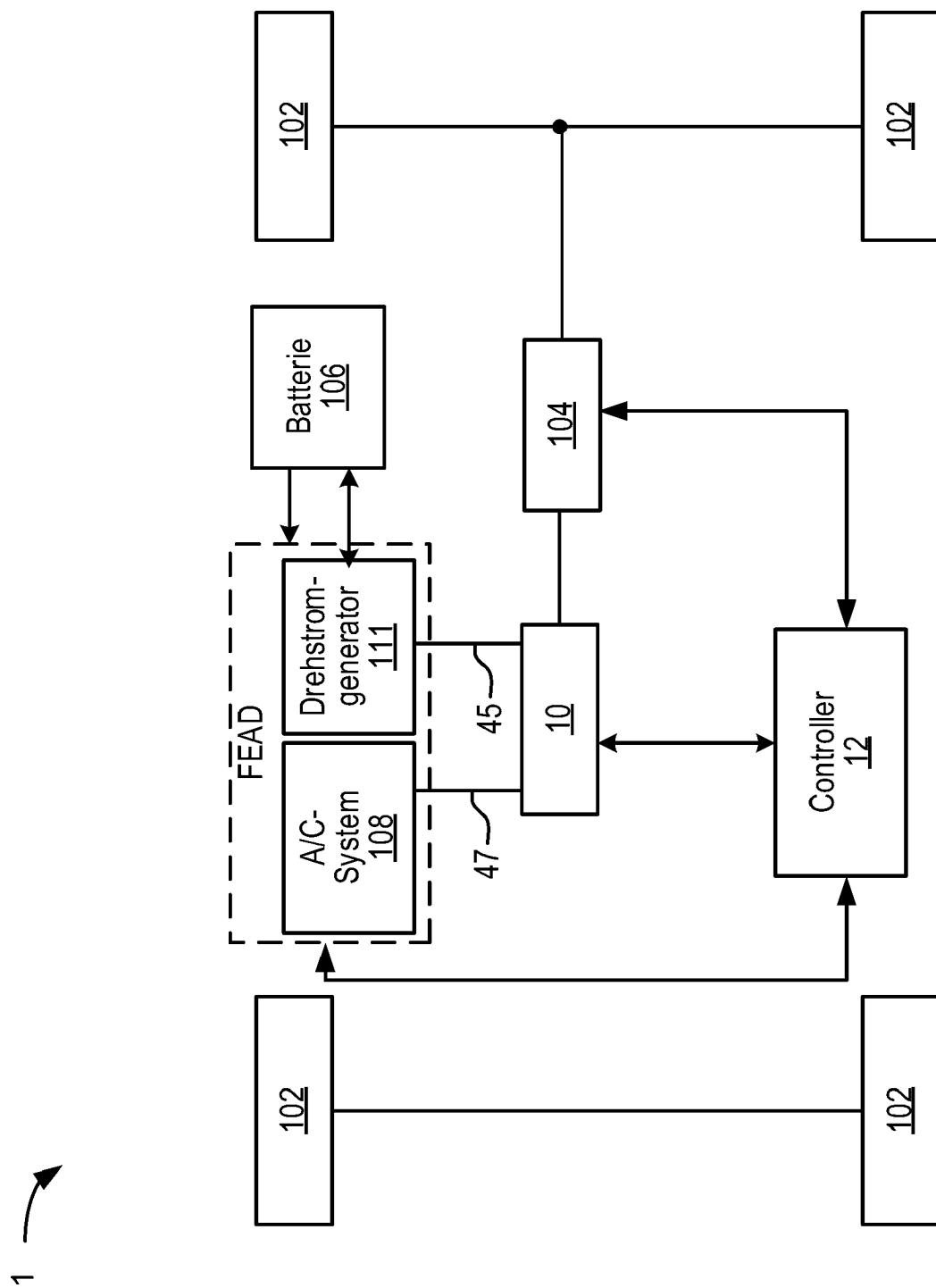
18. System, das Folgendes umfasst
einen Zylinderkopf, der mehrere Zylinder definiert, wobei der Zylinderkopf mehrere Einlassöffnungen enthält, wobei jede fluidtechnisch an einen jeweiligen Zylinder gekoppelt ist;
einen Einlasskrümmer, der mehrere Ansaugkanäle umfasst, wobei jeder konfiguriert ist, an eine jeweilige der mehreren Einlassöffnungen gekoppelt zu sein;
eine Kältemittelzufuhr;
einen ersten Kältemittelkanal, der jede Einlassöffnung umgibt und fluidtechnisch an die Kältemittelversorgung gekoppelt ist; und
einen zweiten Kältemittelkanal, der jeden Ansaugkanal umgibt und fluidtechnisch an die Kältemittelversorgung gekoppelt ist.

19. System nach Anspruch 18, das ferner einen Controller umfasst, der konfiguriert ist, ein Kältemittel in Reaktion auf eine Umgebungstemperatur über einer Schwellentemperatur von der Kältemittelversorgung zu dem ersten Kältemittelkanal und dem zweiten Kältemittelkanal zu leiten.

20. System nach Anspruch 18 oder 19, wobei die Kältemittelversorgung einen Verdichter einer Klimaanlage umfasst.

Es folgen 13 Seiten Zeichnungen

FIG. 1



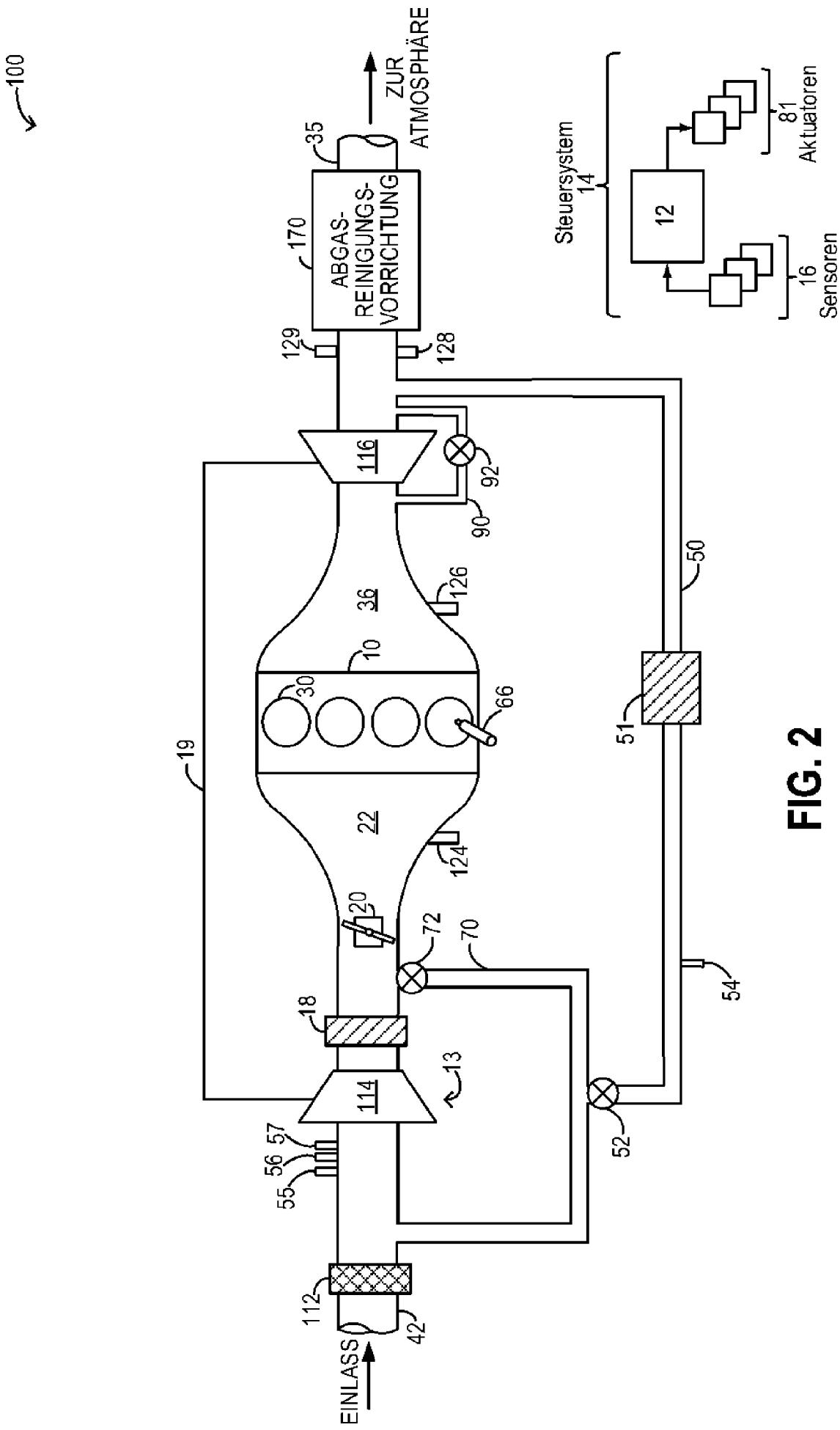
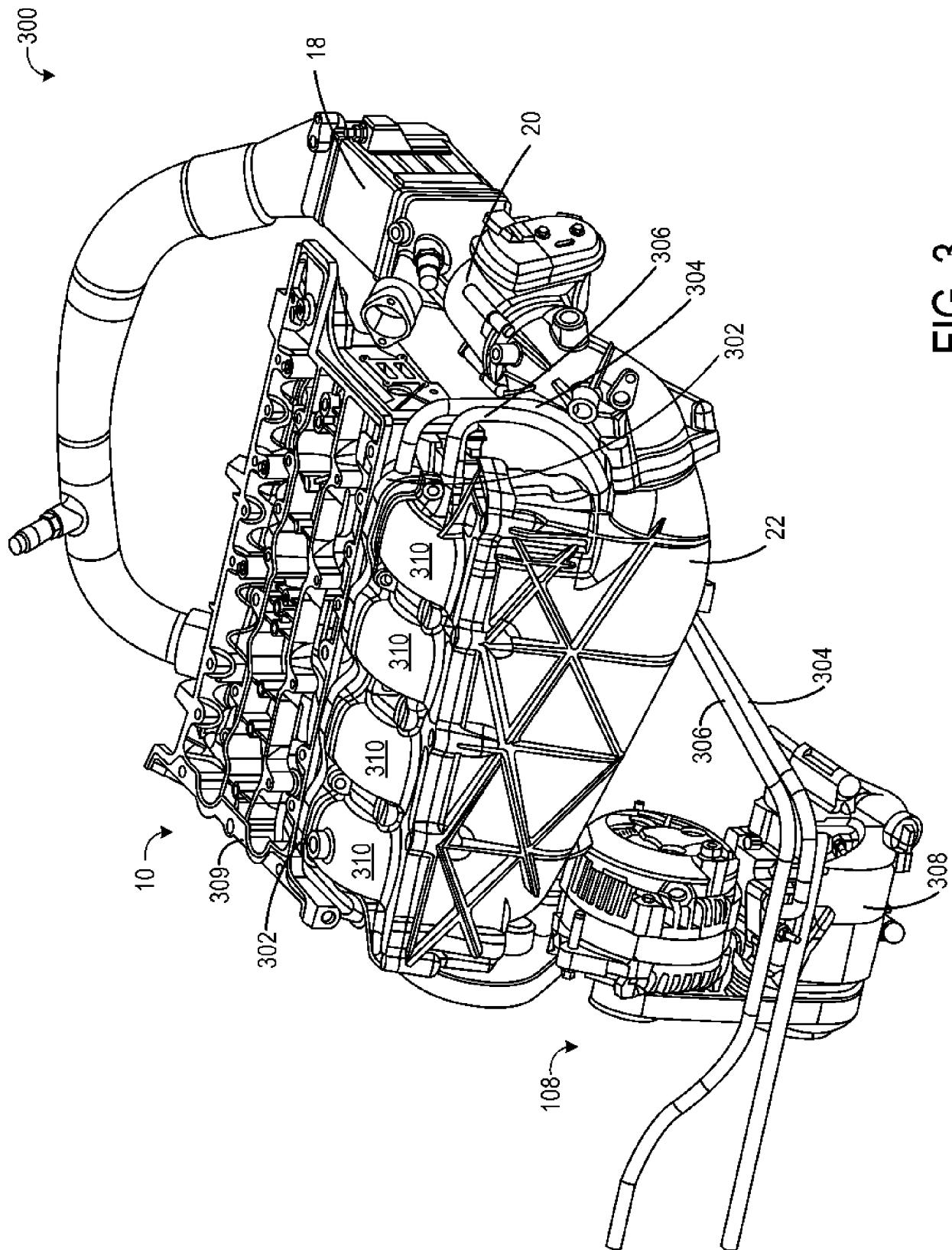
**FIG. 2**

FIG. 3



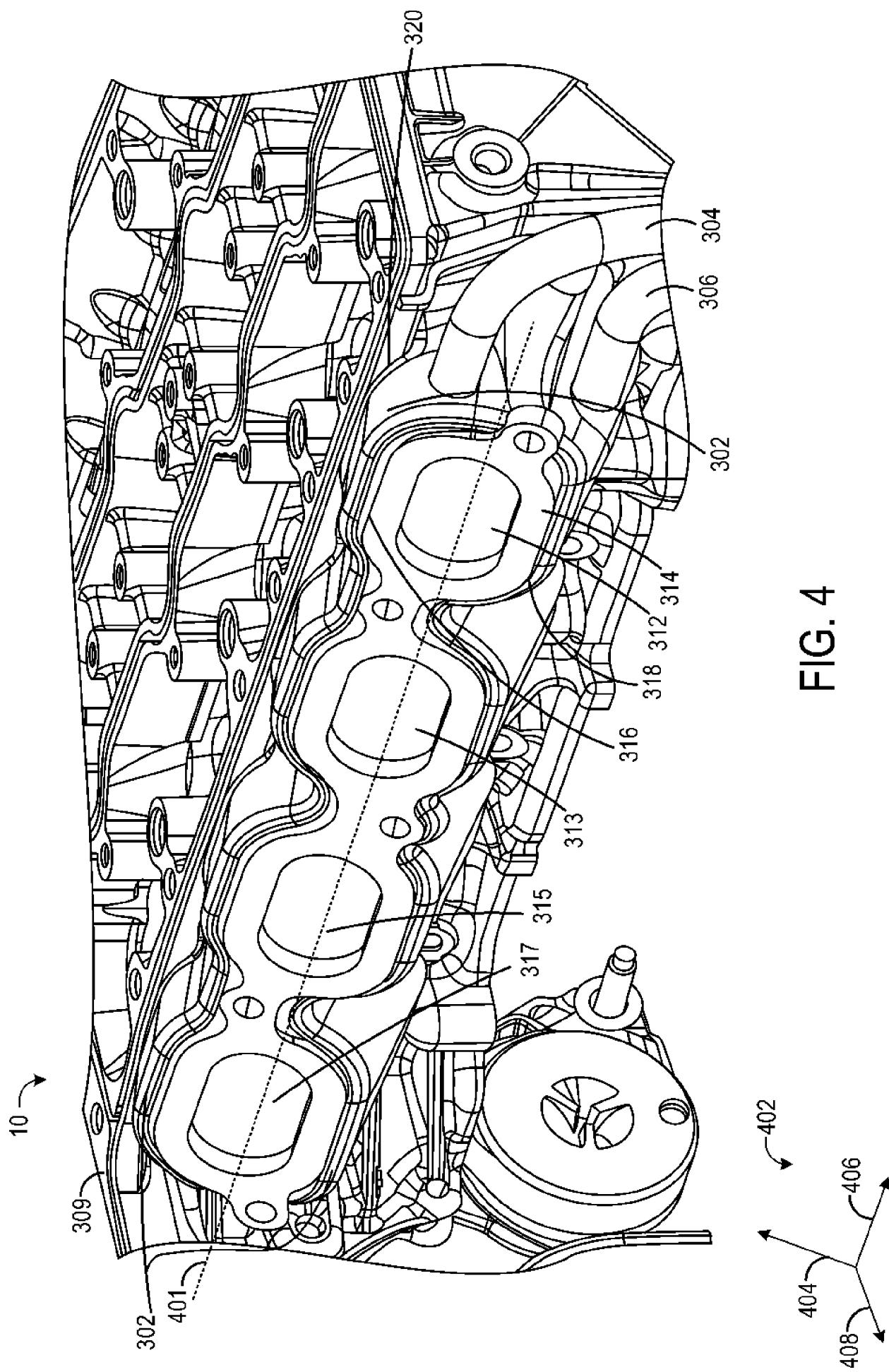


FIG. 4

FIG. 5

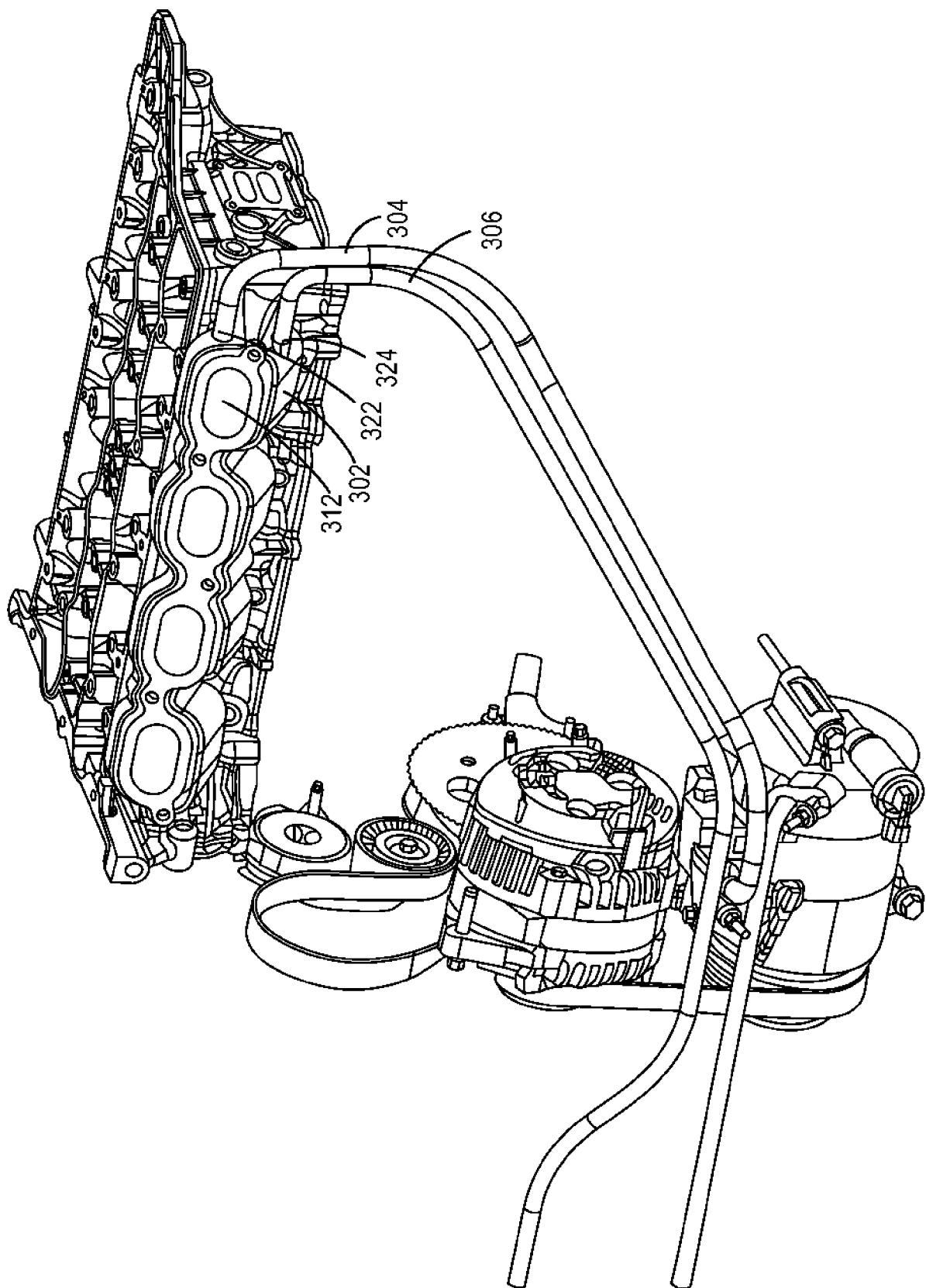
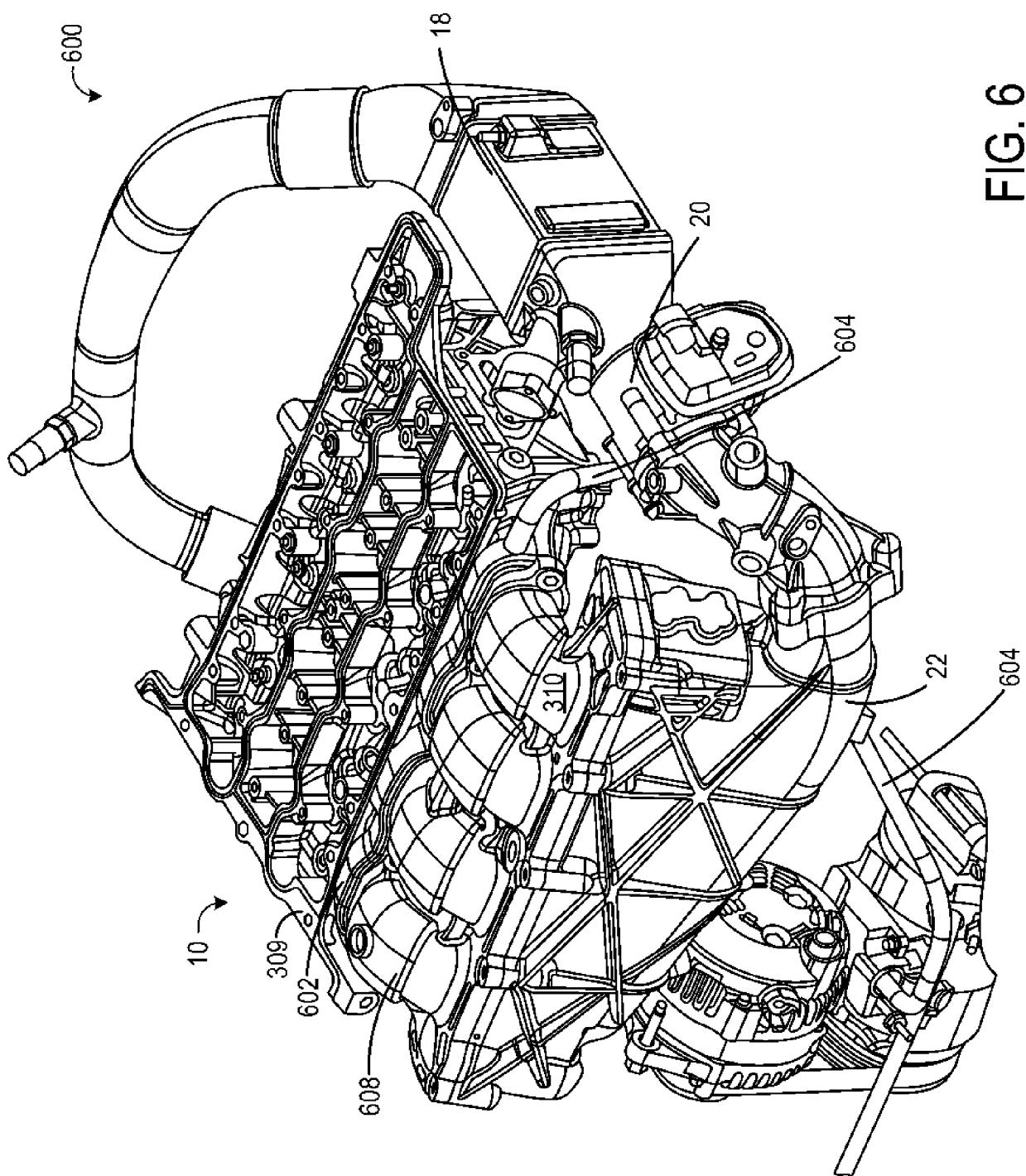


FIG. 6



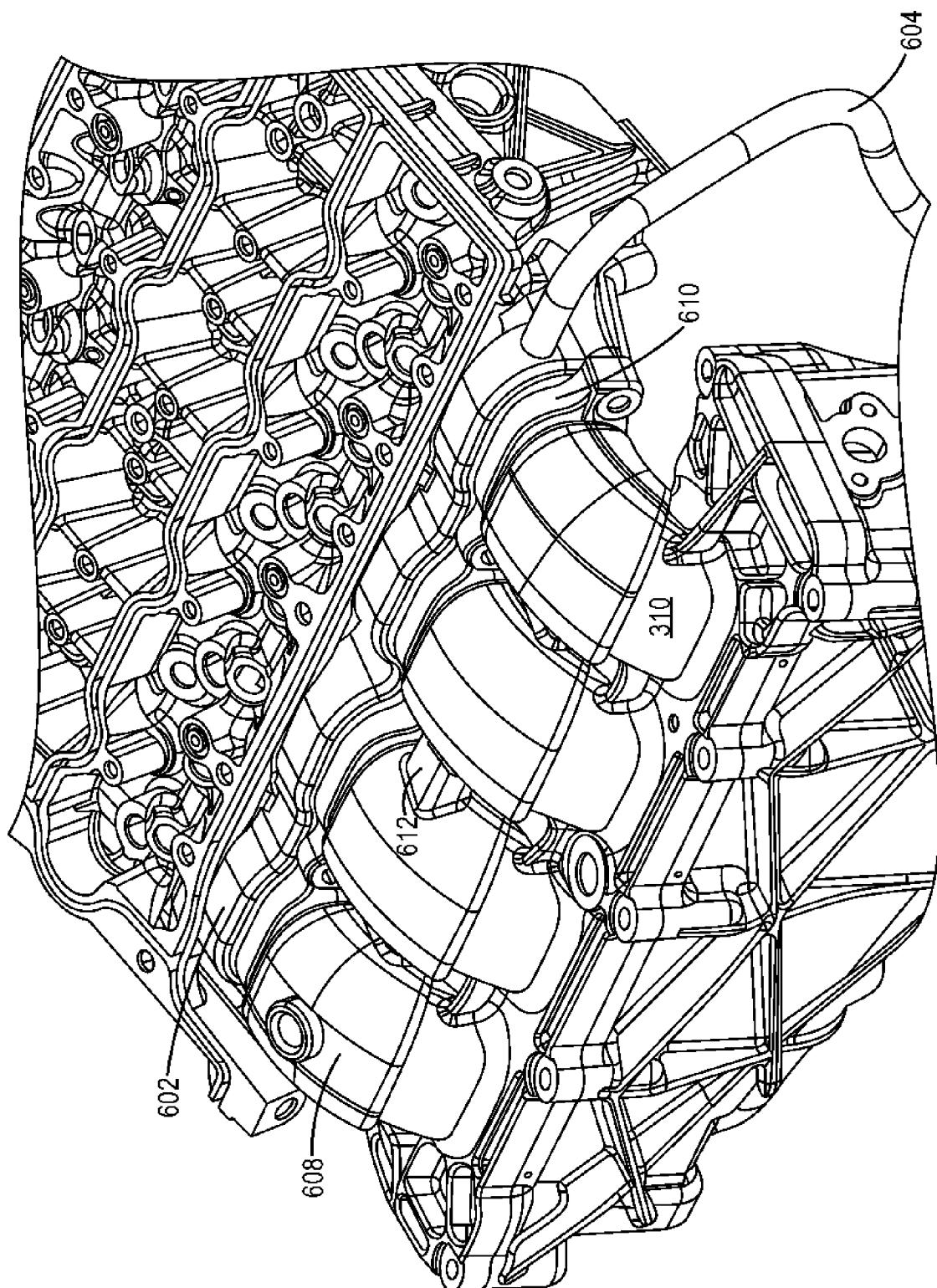
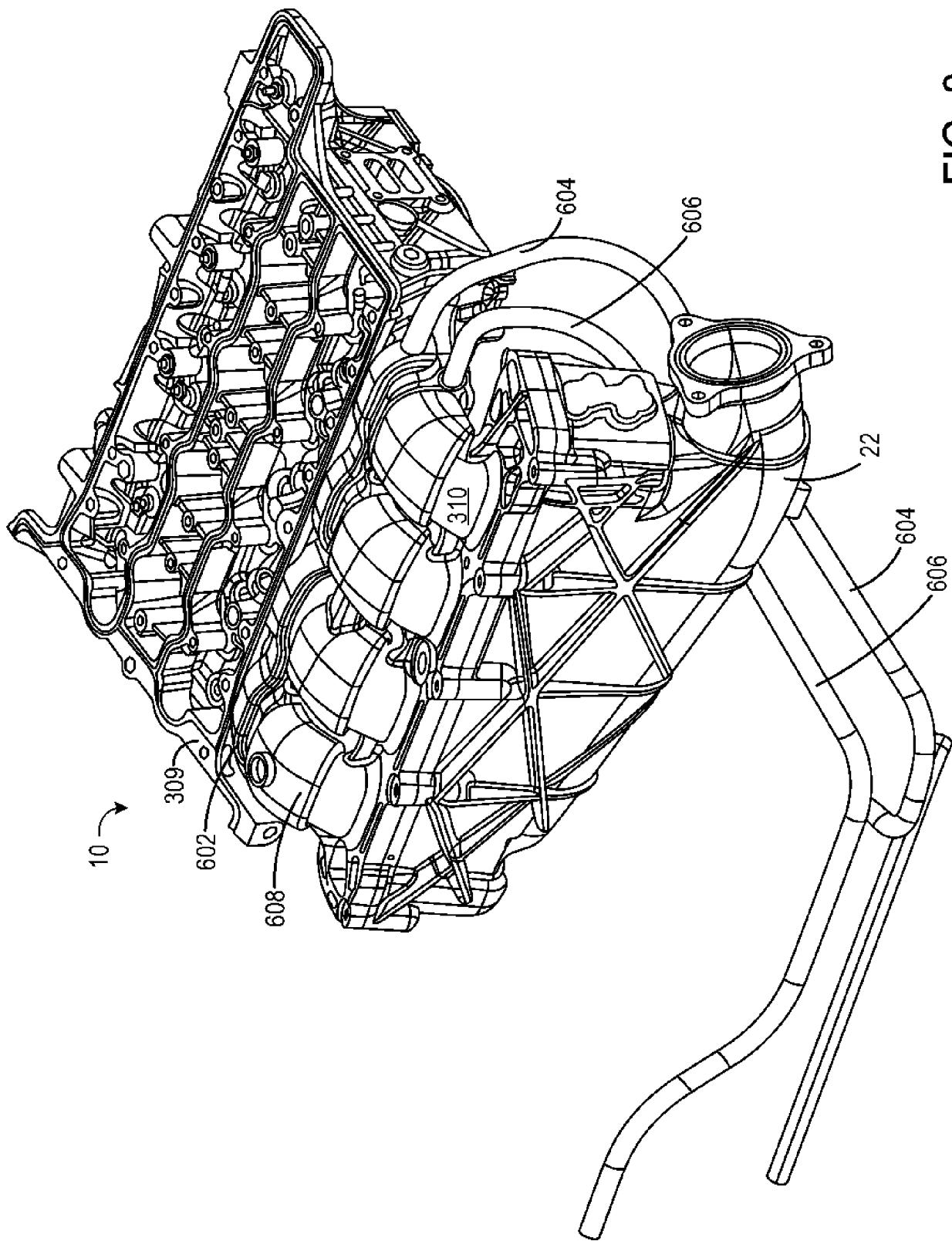


FIG. 7

FIG. 8



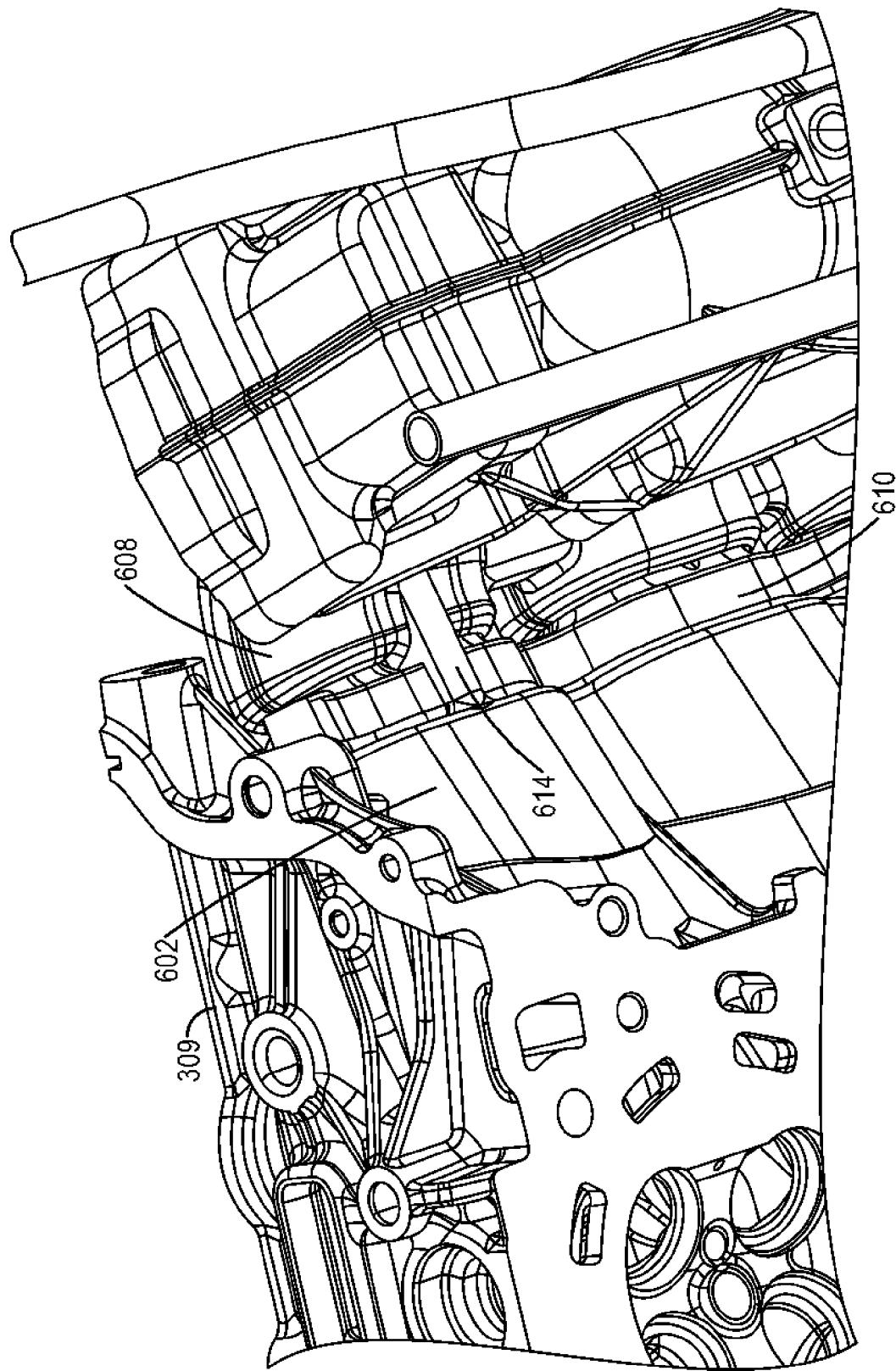
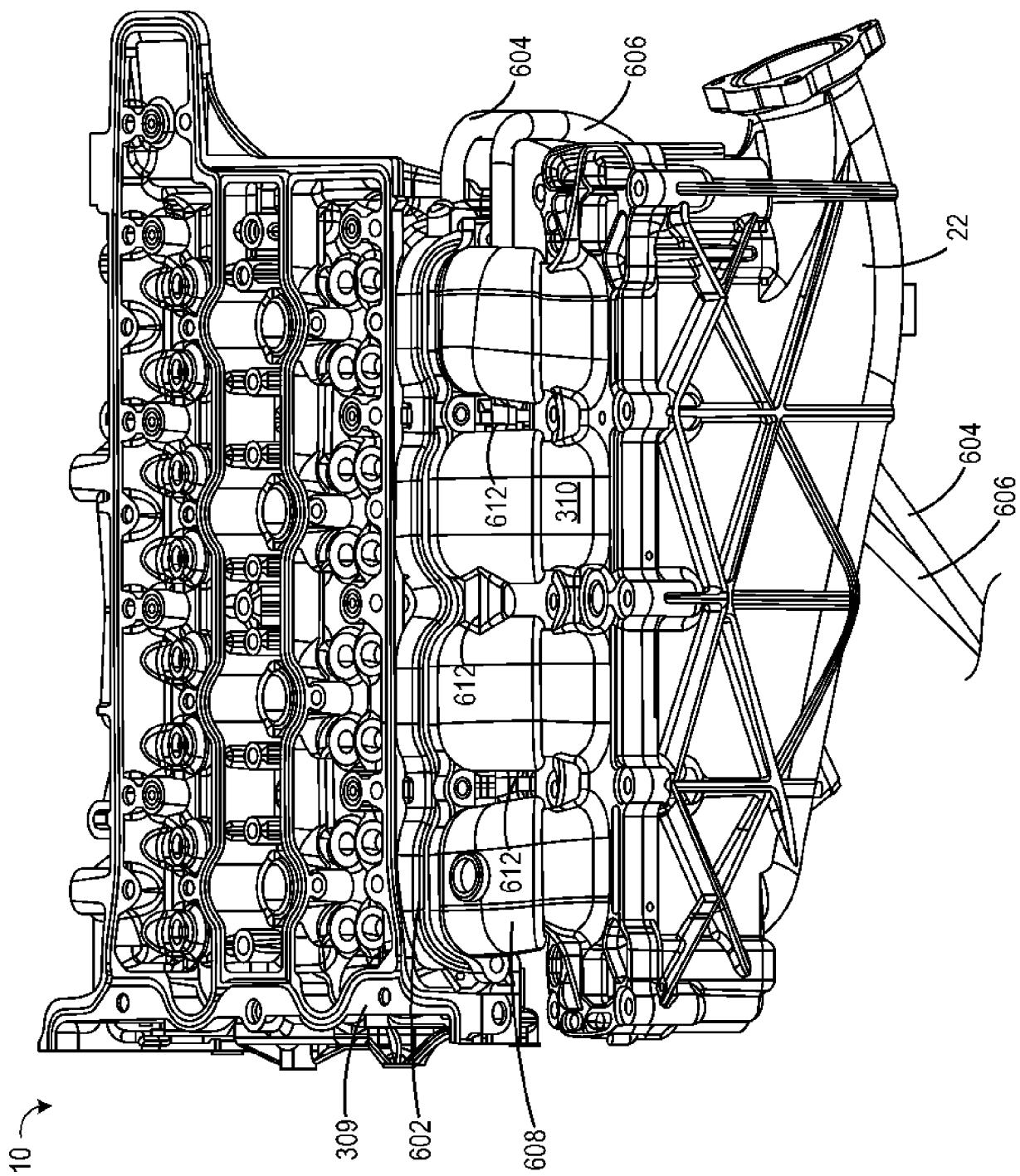


FIG. 9

FIG. 10



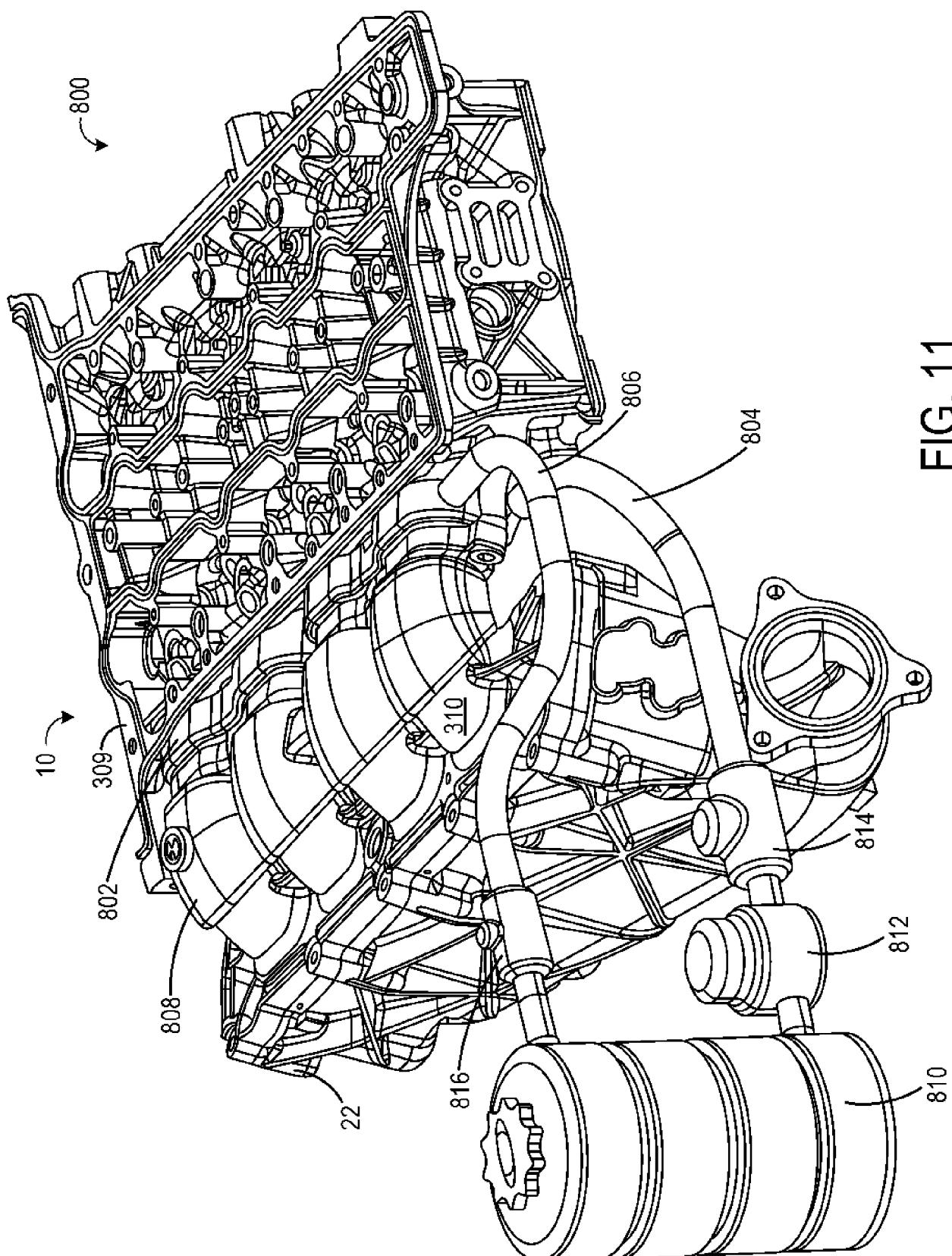
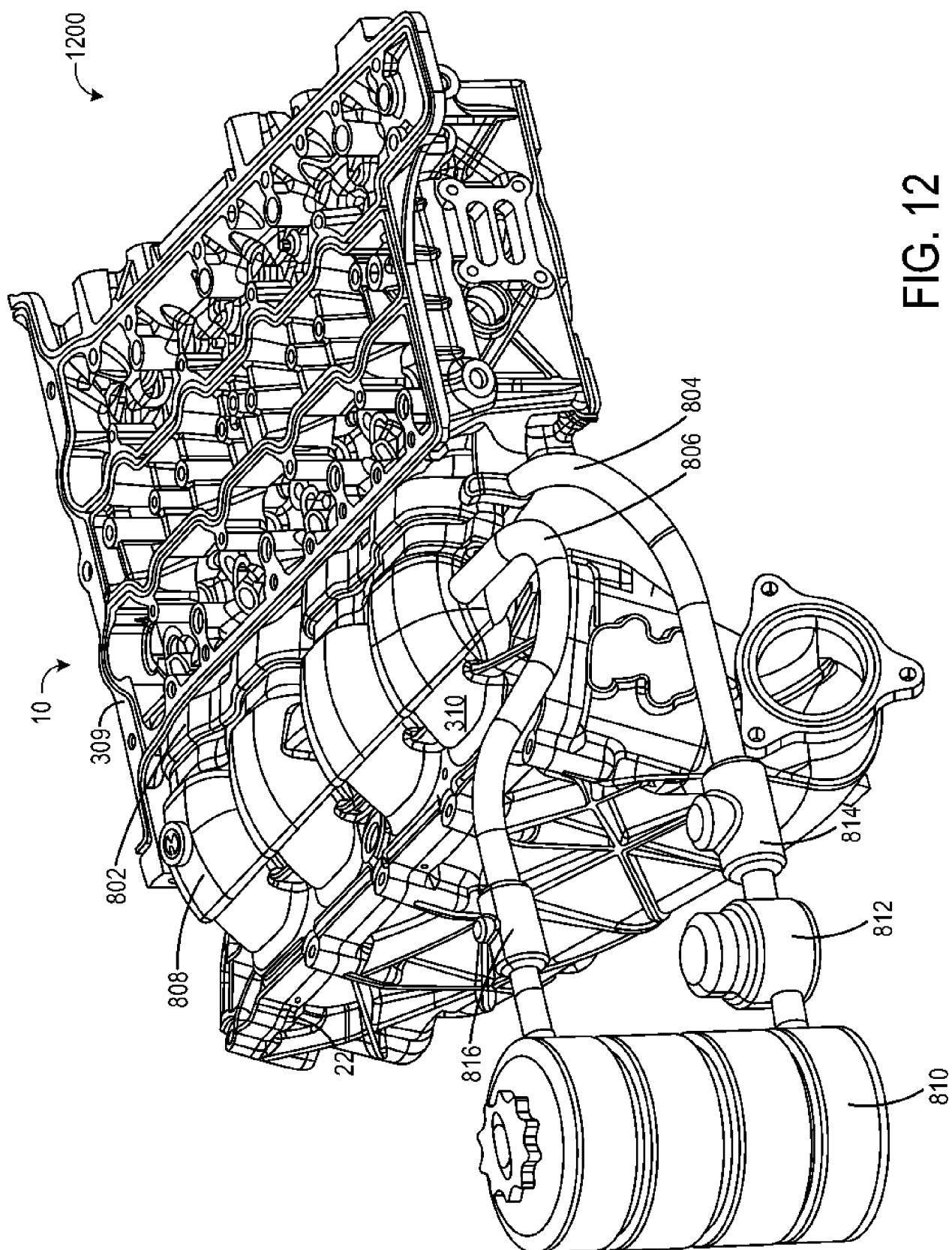


FIG. 11

FIG. 12



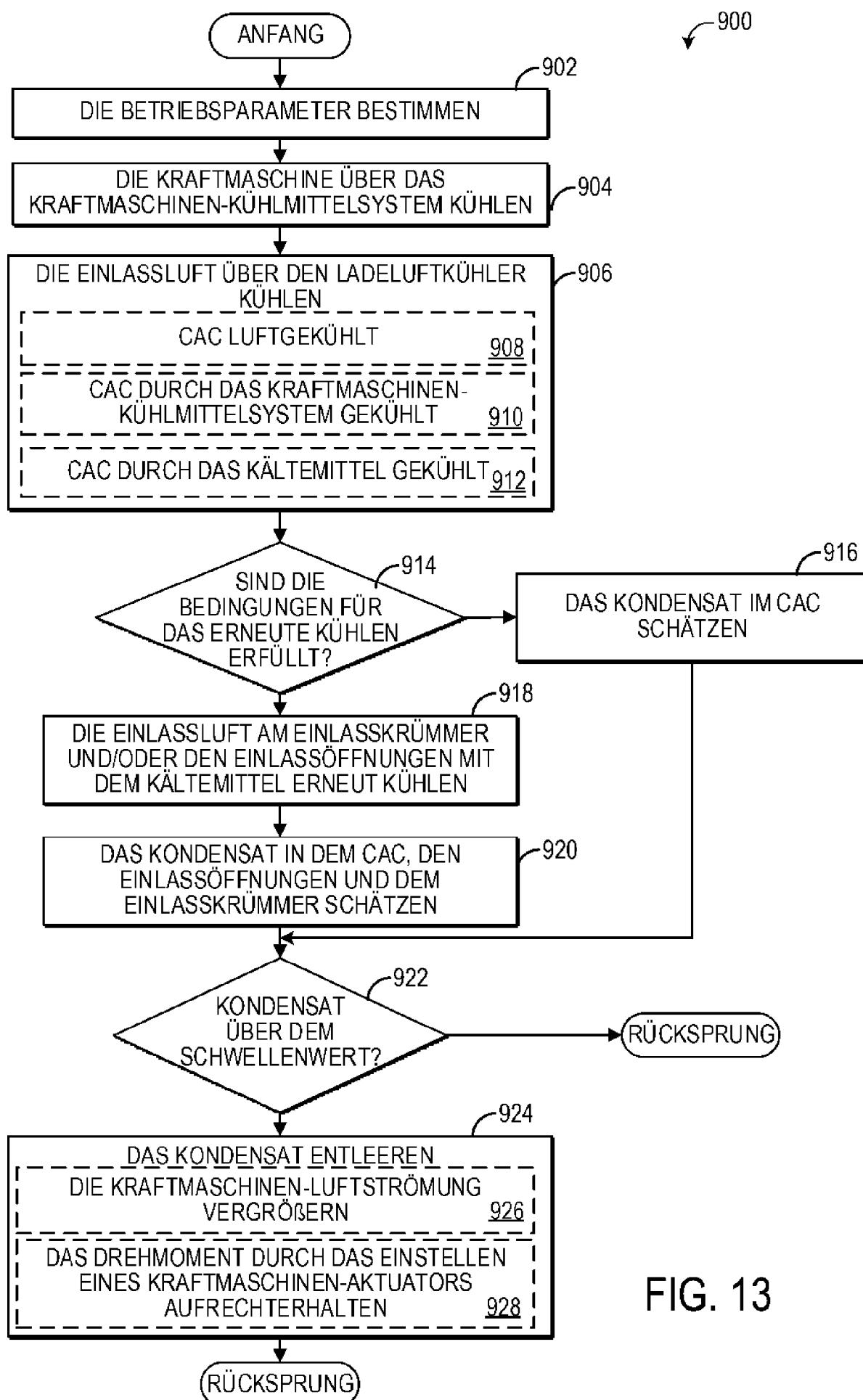


FIG. 13