(19) SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(11) CH 701 615 B1

(51) Int. Cl.: F01N 3/20 (2006.01)
B01D 53/56 (2006.01)

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein
Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(12) PATENTSCHRIFT

(21) Anmeldenummer: 01265/10

(22) Anmeldedatum: 04.08.2010

(43) Anmeldung veröffentlicht: 15.02.2011

(30) Priorität: 07.08.2009 US 12/537,977

(24) Patent erteilt: 30.09.2015

(45) Patentschrift veröffentlicht: 30.09.2015

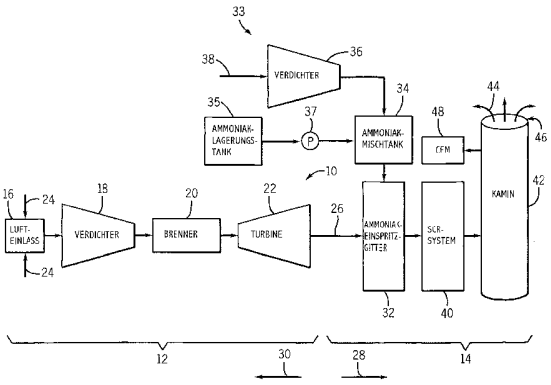
(73) Inhaber:
General Electric Company, 1 River Road
Schenectady, New York 12345 (US)

(72) Erfinder:
Leslie Yung-Min Tong, Roswell, Gerogia 30075 (US)
Hua Zhang, Greer, South Carolina 29650 (US)
Diego Rancruel, Mauldin, South Carolina 29662 (US)

(74) Vertreter:
R. A. Egli & Co. Patentanwälte, Horneggstrasse 4
8008 Zürich (CH)

(54) Ammoniakeinspritzsystem.

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft verbrennungsbasierte Anlagen (10), insbesondere Gasturbinenanlagen, mit einem Ammoniakeinspritzsystem (33). Das Ammoniakeinspritzsystem (33) beinhaltet ein Ammoniakeinspritzgitter (AIG) (32), das zur Einspritzung von Ammoniak in ein Abgas (26) aus einem Verbrennungsprozess konfiguriert ist, einen Ammoniakmischtank (34) in Fluidverbindung mit dem AIG (32) sowie einen Verdichter (36) in Fluidverbindung mit dem Ammoniakmischtank (34), wobei der Verdichter (36) dafür konfiguriert ist, einen Luftstrom mit einer Temperatur zum Verdampfen des Ammoniaks in dem Ammoniakmischtank (34) und mit einem Druck zum Einspritzen des verdampften Ammoniaks in das Abgas (26) über das AIG (32) auszugeben. Dabei ist der Verdichter (36) die einzige Vorrichtung, um die Temperatur des Luftstroms zum Verdampfen des Ammoniaks in dem Ammoniakmischtank (34) zu erhöhen.



Beschreibung

Hintergrund der Erfindung

[0001] Der hierin beschriebene Erfindungsgegenstand betrifft verbrennungsbasierte Anlagen, etwa Gasturbinenanlagen, mit einem Ammoniakeinspritzsystem zur Emissionsreduzierung von Abgasprodukten.

[0002] Die Verbrennung eines Brennstoffs, wie z.B. eines Kohlenwasserstoff-Brennstoffs, erzeugt eine Vielfalt von Abgasprodukten. Beispielsweise emittieren ein Verdichtungszündungs-Motor (z.B. Dieselmotor), ein Funkenzündungs-Verbrennungsmotor und eine Gasturbine typischerweise Kohlendioxid (CO_2), Schwefeloxide (SO_x), Stickstoffoxide (NO_x), Partikel und/oder Kohlenmonoxid (CO). Ferner kann die Menge und/oder Konzentration bestimmter Abgasprodukte durch Vorschriften begrenzt sein. Daher enthalten bestimmte Systeme eine Abgasverarbeitungseinrichtung, die dafür konfiguriert ist, Emissionen von Abgasprodukten auf vorschriftsmässige Werte zu verringern. Leider verbrauchen diese Systeme erheblichen Platz für die zur Reduzierung der Emissionen konfigurierten verschiedenen Komponenten. Des Weiteren verbraucht jede Komponente typischerweise Energie. Somit erhöht der Platz- und Energieverbrauch der verschiedenen Komponenten die Kosten und Komplexität in der Einrichtung.

[0003] In verschiedenen verbrennungsbasierten Systemen bzw. Anlagen, wie z.B. Gasturbinensystemen, wird ein Ammoniakeinspritzsystem verwendet, um Ammoniakdampf in das Abgas einzuspritzen, um dadurch die NO_x-Emissionen zu verringern. Leider ist der Betrieb eines derartigen Ammoniakeinspritzsystems aufgrund der zum Zuführen des Ammoniaks zu dem Abgas verwendeten Energie teuer. Beispielsweise enthalten bestimmte Ammoniakeinspritzsysteme ein Gebläse und einen Wärmetauscher, die dafür konfiguriert sind, Luft unter Druck zu setzen und zu erwärmen. Die Luft wird dann einem Ammoniakmischtank zugeführt, welcher von einem Ammoniaklagerungstank bereitgestelltes Ammoniak enthält. Die heisse unter Druck stehende Luft verdampft das Ammoniak und spritzt es in das Abgas ein. Die Temperatur und der Druck des Luftstroms können speziell so konfiguriert werden, dass sie einen Ammoniakdurchsatz erzeugen, der zum Reduzieren von Emissionen auf vorschriftsmässige Werte ausreicht. Die zum Betreiben des Gebläses und Wärmetauschers genutzte Energie, um einen derartigen Ammoniakdurchsatz zu erzeugen, erhöht signifikant die Kosten in Verbindung mit dem Betrieb eines Gasturbinensystems.

[0004] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, eine verbrennungsbasierte Anlage, beispielsweise eine Gasturbinenanlage, mit einem Ammoniakeinspritzsystem zur Emissionsverringerung von Abgasprodukten dahingehend weiterzubilden, dass der Platz- und Energieverbrauch des Systems gegenüber den bisher bekannten Systemen reduziert wird.

Kurzbeschreibung der Erfindung

[0005] Nach der erfindungsgemässen Lösung enthält die Anlage ein Ammoniakeinspritzsystem, das ein zum Einspritzen von Ammoniak in ein Abgas aus einem Verbrennungsprozess konfiguriertes Ammoniakeinspritzgitter enthält. Das Ammoniakeinspritzsystem enthält auch einen Ammoniakmischtank in Fluidverbindung mit dem Ammoniakeinspritzgitter.

[0006] Das Ammoniakeinspritzsystem enthält ferner einen Verdichter in Fluidverbindung mit dem Ammoniakmischtank. Der Verdichter ist dafür konfiguriert, einen Luftstrom mit einer Temperatur zum Verdampfen des Ammoniaks in dem Ammoniakmischtank und mit einem Druck zum Einspritzen des verdampften Ammoniaks in das Abgas über das Ammoniakeinspritzgitter auszugeben. Dabei ist der Verdichter die einzige Vorrichtung, um die Temperatur des Luftstroms zum Verdampfen des Ammoniaks in dem Ammoniakmischtank zu erhöhen.

Kurzbeschreibung der Zeichnungen

[0007] Diese und weitere Merkmale und Aspekte der vorliegenden Erfindung werden besser verständlich, wenn die nachstehende detaillierte Beschreibung unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen gelesen wird, in welchen gleiche Referenzzeichen gleiche Teile durchgängig durch die Zeichnungen bezeichnen, in welchen:

Fig. 1 eine Blockdarstellung eines Turbinensystems ist, das ein Ammoniakeinspritzsystem enthält, das durch in einem Verdichter erhitzte und unter Druck gesetzte Luft gemäss bestimmten Ausführungsformen der vorliegenden Technik betrieben wird;

Fig. 2 eine Blockdarstellung des Ammoniakeinspritzsystems gemäss Darstellung in Fig. 1 ist, das ein Durchflusssteuerungsventil verwendet, um die Verdichterausgabemenge gemäss bestimmten Ausführungsformen der vorliegenden Technik zu regeln;

Fig. 3 eine Blockdarstellung einer ersten alternativen Ausführungsform des Ammoniakeinspritzsystems von Fig. 2 ist, das ein Einlassdrucksteuerungsventil verwendet, um die Verdichterausgabemenge zu regeln; und

Fig. 4 eine Blockdarstellung einer zweiten alternativen Ausführungsform des Ammoniakeinspritzsystems von Fig. 2 ist, das eine Motorsteuerung verwendet, um die Verdichterausgabemenge zu regeln.

Detaillierte Beschreibung der Erfindung

[0008] Ausführungsformen der vorliegenden Offenlegung können die Betriebskosten des Ammoniakeinspritzsystems durch Verwenden eines Verdichters sowohl zum Erwärmen als auch zum Unter-Druck-Setzen der das Ammoniak zu dem Abgas transportierenden Luft deutlich verringern. In vorteilhafter Weise ersetzt der Verdichter (d.h. nur eine Einheit) sowohl das Gebläse als auch den Wärmetauscher (d.h. zwei unabhängige Einheiten), um den Platzverbrauch und die Komplexität in der Anlage zu verringern, während gleichzeitig auch die Leistung durch Zuführen von unter Druck stehender Luft gesteigert wird. Das Ammoniakeinspritzsystem enthält ein Ammoniakeinspritzgitter, das dafür konfiguriert ist, Ammoniak in das Abgas aus einem Verbrennungsprozess (z.B. dem Betrieb einer Gasturbine) einzuspritzen. Das Ammoniakeinspritzsystem enthält auch einen Ammoniakmischtank in Fluidverbindung mit dem Ammoniakeinspritzgitter sowie einen Verdichter in Fluidverbindung mit dem Ammoniakmischtank, der derartig konfiguriert ist, dass er einen Luftstrom mit einer Temperatur ausgibt, die dafür konfiguriert ist, das Ammoniak in dem Ammoniakmischtank zu verdampfen, und mit einem Druck, der dafür konfiguriert ist, das verdampfte Ammoniak in das Abgas über das Ammoniakeinspritzgitter einzuspritzen. Da der Verdichter die Luft sowohl erwärmt als auch unter Druck setzt, kann die Verwendung eines getrennten Wärmetauschers vermieden werden. Eine derartige Konfiguration kann die Instandhaltungskosten aufgrund der Verringerung der Komponenten reduzieren und erheblich die thermische Verzögerung in Verbindung mit der Erwärmung des Wärmetauschers auf eine Betriebstemperatur verringern oder beseitigen. Ferner kann der Verdichter einen höheren Luftdruck als Konfigurationen liefern, die ein Gebläse verwenden. Die Luft mit höherem Druck kann eine effektive Vermischung von Ammoniak und Abgas mit einem geringeren Durchsatz als von einem Gebläse bereitgestellte Luft ermöglichen. Aufgrund des geringeren Luftdurchsatzes kann weniger Energie zum Erwärmen und Unter-Druck-Setzen der Luft verwendet werden, um dadurch die Betriebskosten zu verringern.

[0009] In den Zeichnungen ist Fig. 1 eine Blockdarstellung eines exemplarischen Turbinensystems bzw. einer Gasturbinenanlage 10, das eine Gasturbine 12 und ein Abgasverarbeitungssystem 14 enthält. In bestimmten Ausführungsformen kann das Turbinensystem 10 ein Energieerzeugungssystem sein. Das Turbinensystem 10 kann Flüssig- oder Gasbrennstoff, wie z.B. Erdgas und/oder ein mit Wasserstoff angereichertes synthetisches Gas, zum Betrieb des Turbinensystems 10 verwenden. In weiteren Ausführungsformen kann das Abgasverarbeitungssystem 14 mit einer anderen Motorkonfiguration (z.B. einem Kolben-Dieselmotor) oder einer anderen Verbrennungsvorrichtung, die Abgas emittiert (z.B. mit einem Brenner), verbunden sein.

[0010] In der vorliegenden Ausführungsform enthält die Gasturbine 12 einen Lufteinsaugbereich 16, einen Verdichter 18, einen Brennerbereich 20 und eine Turbine 22. Die Turbine 22 kann zum Antrieb mit dem Verdichter 18 über eine Welle verbunden sein. Im Betrieb tritt Luft in den Turbinenbereich 12 über den Lufteinlassbereich 16 (dargestellt durch Pfeile 24) ein und wird in dem Verdichter 18 verdichtet. Der Verdichter 18 kann mehrere mit der Welle verbundene Verdichterschaufeln enthalten. Die Rotation der Welle bewirkt eine Rotation der Verdichterschaufeln, um dadurch Luft in den Verdichter 18 zu saugen und die Luft vor dem Eintritt in den Brennerbereich 20 zu verdichten.

[0011] Der Brennerbereich 20 kann einen oder mehrere Brenner enthalten. In einer Ausführungsform können mehrere Brenner in Umfangsrichtung in einer im Wesentlichen kreisförmigen oder ringförmigen Konfiguration um die Welle herum positioniert sein. Während verdichtete Luft den Verdichter 18 verlässt und in den Brennerbereich 20 eintritt, kann die verdichtete Luft mit Brennstoff zur Verbrennung in dem(n) Brenner(n) gemischt werden. Beispielsweise können der bzw. die Brenner eine oder mehrere Brennstoffdüsen enthalten, die ein Brennstoff/Luft-Gemisch in den bzw. die Brenner in einem geeigneten Verhältnis für optimale Verbrennung, Emissionen, Brennstoffverbrauch, Leistungsabgabe usw. einspritzen. Die Verbrennung der Luft und des Brennstoffs kann heisse unter Druck stehende Abgase erzeugen, welche dann zum Antrieb von einer oder mehreren Turbinenschaufeln in der Turbine 22 genutzt werden kann. Im Betrieb strömen die in die und durch die Turbine 22 strömenden Verbrennungsgase gegen und zwischen die Turbinenschaufeln, um dadurch die Turbinenschaufeln anzutreiben und somit die Welle zum Antreiben einer Last, wie z.B. eines elektrischen Generators in einer Energieerzeugungsanlage, in Rotation zu versetzen. Wie vorstehend diskutiert, bewirkt die Rotation der Welle auch, dass die Schaufeln in dem Verdichter 18 durch den Einlass 16 aufgenommene Luft ansaugen und verdichten.

[0012] Die Verbrennungsgase, die durch die Turbine 22 strömen, können die Turbine 22 als ein Abgasstrom 26 verlassen, der im Wesentlichen in einer Stromabwärtsrichtung 28 strömt. Da die Gasturbine 12 im Allgemeinen stromaufwärts (d.h. entlang einer Stromaufwärtsrichtung 30) vor dem Abgasverarbeitungssystem 14 positioniert ist, strömt von der Gasturbine 12 in der Stromabwärtsrichtung 28 ausgestossenes Abgas in das Abgasverarbeitungssystem 14. Vorliegend ist die Turbine 22 fluidführend mit dem Abgasverarbeitungssystem 14 und insbesondere mit einem Ammoniakeinspritzgitter (AIG) 32 eines Ammoniakeinspritzsystems 33 verbunden. Wie vorstehend diskutiert, kann das Abgas 26 als Folge des Verbrennungsprozesses bestimmte Nebenprodukte, wie z.B. Stickstoffoxide (NO_x), Schwefeloxide (SO_x), Kohlenoxide (CO_x) und unverbrannte Kohlenwasserstoffe enthalten. Aufgrund bestimmter Vorschriften kann das Abgasverarbeitungssystem 14 dazu genutzt werden, die Konzentration solcher Nebenprodukte vor der Freisetzung des Abgasstroms an die Atmosphäre wesentlich zu reduzieren.

[0013] Eine Technik zum Entfernen oder Verringern der Menge an NO_x in einem Abgasstrom besteht in der Anwendung eines selektiven katalytischen Reduktions-(SCR)-Prozesses. Beispielsweise wird in einem SCR-Prozess zum Entfernen von NO_x aus dem Abgasstrom 26 Ammoniak (NH_3) in den Abgasstrom über das Ammoniakeinspritzsystem 33 eingespritzt und reagiert mit dem NO_x unter Erzeugung von Stickstoff (N_2) und Wasser (H_2O). Das Ammoniakeinspritzgitter 32 ist da-

für konfiguriert, Ammoniak (NH_3) in den Abgasstrom 26 einzuspritzen. In einer Ausführungsform kann das Ammoniakeinspritzgitter 32 ein Netzwerk von Rohren mit Öffnungen zum Einspritzen von Ammoniak in den Abgasstrom 26 enthalten.

[0014] Wie nachstehend im Detail diskutiert, beinhaltet das Ammoniakeinspritzsystem 33 das AIG 32, einen Ammoniakmischtank 34, einen Ammoniaklagertank 35, eine Pumpe 37 und einen Verdichter 36. Ammoniak aus dem Ammoniaklagertank 35 wird durch die Ammoniakpumpe 37 in den Ammoniakmischtank 34 geleitet. Ferner tritt Luft, gemäss Darstellung durch den Pfeil 38, in den Verdichter 36 ein, wo sie verdichtet wird. Wie bekannt, erhöht der Prozess der Verdichtung der Luft sowohl deren Temperatur als auch Druck. Die von dem Verdichter 36 ausgegebene Luft strömt in den Ammoniakmischtank 34, welcher Ammoniak in wässriger Form enthält. Der Strom der heissen unter Druck stehenden Luft aus dem Verdichter 36 bewirkt eine Verdampfung des Ammoniaks, verdünnt das verdampfte Ammoniak und transportiert den Ammoniakdampf zu dem AIG 32. Erfindungsgemäss ist der Verdichter 36 dafür konfiguriert, einen Luftstrom mit einer Temperatur auszugeben, die zum Verdampfen der gewünschten Menge Ammoniak ohne externe Wärmequelle ausreicht. Beispielsweise kann die Temperatur der von dem Verdichter 36 ausgegebenen Luft angenähert zwischen 149 bis 316 °C (300 bis 600 °F), 177 bis 287 °C (350 bis 287 °F), 204 bis 260 °C (400 bis 500 °F) oder etwa 232 °C (450 °F) betragen. Gemäss einem weiteren Beispiel kann die Temperatur des ausgegebenen Luftstroms grösser als angenähert 149, 177, 204, 232, 260, 287 oder 316 °C (300, 350, 400, 450, 500, 550 oder 600 °F) sein. Die Wechselwirkung zwischen der Hochtemperaturluft und dem Ammoniak bewirkt eine Verdampfung des Ammoniaks und Vermischung mit dem Luftstrom, um dadurch ein verdünntes Gemisch aus Ammoniakdampf und Luft zu erzeugen. Wie bekannt, nimmt aufgrund der Latenzwärme der Verdampfung des wässrigen Ammoniaks die Temperatur des Ammoniak/Luft-Gemisches bei der Verdampfung des Ammoniaks ab. Beispielsweise kann das Ammoniak/Luft-Gemisch, das den Ammoniakmischtank 34 verlässt, angenähert zwischen 93 bis 149 °C, (200 bis 300 °F), 107 bis 135 °C (225 bis 275 °F) oder etwa 121 °C (250 °F) haben. Ein derartiger Temperaturbereich des Ammoniaks im Ammoniak/Luft-Gemisch kann die Reaktion zwischen dem Ammoniak und dem Abgas verbessern. Im Gegensatz dazu kann ein Gebläse nur Luft zwischen etwa 66 bis 121 °C (150 bis 250 °F), 79 bis 107 °C (175 bis 225 °F) oder etwa 93 °C (200 °F) ausgeben. Daher muss ein getrennter Wärmetauscher eingesetzt werden, um die Lufttemperatur auf einen ausreichenden Pegel zum Verdampfen des Ammoniaks und zum Liefern des Ammoniak/Luft-Gemisches an das AIG 32 bei dem gewünschten Temperaturbereich zu heben. Erfindungsgemäss kann, da der Verdichter alleine in der Lage ist, die gewünschte Temperatur des Ammoniak/Luft-Gemisches zu erzeugen, der in ein Gebläse verwendenden Konfigurationen zu findende Wärmetauscher vermieden werden. Demzufolge können die Instandhaltungskosten des Systems aufgrund der Verringerung der Komponenten reduziert werden, und die thermische Verzögerung in Verbindung mit der Erwärmung des Wärmetauschers auf eine Betriebstemperatur kann wesentlich verringert oder beseitigt werden. Zusätzlich kann der Verdichter 36 (d.h., nur eine Komponente) weniger Platz als das Gebläse und der Wärmetauscher (d.h., zwei Komponenten) beanspruchen.

[0015] Zusätzlich kann der Druck des Luftstroms aus dem Verdichter 36 höher als der von Konfigurationen ausgegebene Druck sein, die ein Gebläse verwenden. Beispielsweise kann ein Gebläse Luft bei einem absoluten Druck von angenähert 1,035 bis 1,724 bar (15 bis 25 psi), 1,104 bis 1,517 bar (16 bis 22 psi), 1,172 bis 1,310 bar (17 bis 19 psi) oder etwa 1,172 bar (17 psi) liefern. Im Gegensatz dazu ist der Verdichter 36 dafür konfiguriert, einen absoluten Luftdruck von angenähert 2,069 bis 5,518 bar (30 bis 80 psi), 2,414 bis 4,828 bar (35 bis 70 psi) 2,759 bis 4,138 bar (40 bis 60 psi) oder etwa 1,104 bar (45 psi) auszugeben. Gemäss einem weiteren Beispiel kann der ausgegebene absolute Luftdruck grösser als angenähert 2,069, 2,759, 3,448, 4,138, 4,828 oder etwa 5,518 bar (30, 40, 50, 60, 70 oder 80 psi) sein. Daher liefert der Verdichter 36 einen Ausgabedruck von angenähert dem 1,5, 2, 2,5, 3, 3,5, 4-fachen oder Mehrfachen von dem eines Gebläses. Wie nachstehend im Detail diskutiert, kann der zusätzliche Druck einen gut vermischten Strom von Abgas und Ammoniak in dem AIG 32 erzeugen, wobei weniger Luft als in Ausführungsformen strömt, die ein Gebläse verwenden. Beispielsweise kann zum Erzeugen eines gut vermischten Stroms von Abgas und Ammoniak in dem AIG 32 ein Gebläse einen Massendurchsatz von angenähert 13 620 bis 22 700 kg/h (30 000 bis 50 000 pound/h), 15 890 bis 20 430 kg/h (35 000 bis 45 000 pound/h), 15 890 bis 18 160 kg/h (35 000 bis 40 000 pound/h) oder etwa 17 252 kg/h (38 000 pound/h) liefern. Im Gegensatz dazu kann der Verdichter 36 einen gut vermischten Strom erreichen, während nur ein Luftmassendurchsatz von etwa 6810 bis 11,350 kg/h (15 000 bis 25 000 pound/h), 7718 bis 10 442 kg/h (17 000 bis 23 000 pound/h), 8626 bis 9534 kg/h (19 000 bis 21 000 pound/h), oder etwa 9080 (20 000 pound/h) erzeugt wird. Daher kann der Verdichter 36 wenigstens angenähert eine um einen Faktor 1,5, 2, 2,5, 3, 3,5 bis 4 oder höher verringerte Luftmenge als ein Gebläse strömen lassen.

[0016] Das Ammoniakeinspritzsystem 33 kann einen gut vermischten Strom aus Ammoniak und Abgas in dem AIG 32 unter Anwendung eines niedrigeren Durchsatzes aufgrund des von dem Verdichter 36 gelieferten höheren Drucks erzeugen. In vorteilhafter Weise erhöht die Lieferung eines Ammoniak/Luft-Gemisches bei höherem Druck an das Abgas den Mischwirkungsgrad im Vergleich zu den niedrigeren Drücken in Verbindung mit der durch ein Gebläse gelieferten Luft. Insbesondere verlässt ein Strom mit höherem Druck die Öffnung im AIG für eine vorgegebene Öffnungsgrösse mit höherer Geschwindigkeit, um dadurch die Differenzgeschwindigkeit zwischen dem Abgas und dem Ammoniak/Luft-Gemisch zu erhöhen. Die Differenzgeschwindigkeit kann eine turbulente Strömung erzeugen, die die Massendiffusion zwischen dem Ammoniak und dem Abgas verbessert. Da der Verdichter 36 einen verringerten Luftmassendurchsatz liefert, können weniger Energie zum Verdichten und Erwärmen der Luft (d.h. zum Antrieb des Verdichters 36) verwendet werden und dadurch die Betriebskosten des Ammoniakeinspritzsystems 33 gesenkt werden.

[0017] Zusätzlich kann der höhere Druck eine verbesserte Vermischung des Ammoniaks und des Abgases erzeugen und dadurch die Menge des Ammoniaks verringern, die zum Verringern der Emissionen auf vorschriftsgemässe Werte ausreicht. Beispielsweise können in bestimmten Ausführungsformen und unter Annahme einer vollständigen Vermischung angenähert 136 kg/h (300 pound/h) an Ammoniak in das Abgas eingespritzt werden, um die Vorschriften bezüglich der Abgabe von NO_x zu erfüllen. Jedoch können ein Gebläse verwendende Systeme keine vollständige Vermischung aufgrund einer ineffizienten Massendiffusion zwischen dem Ammoniak und dem NO_x erzielen. Daher muss zusätzliches Ammoniak zur Kompensation in das Abgas eingespritzt werden. Beispielsweise müssen zusätzlich 5%, 10%, 15%, 20%, 25% oder mehr Ammoniak gegenüber den erwünschten 136 kg/h (300 pound/h) mit dem Abgas vermischt werden. Aufgrund der verbesserten Vermischung in Verbindung mit dem höheren Druck aus dem Verdichter 36 kann die vorliegende Ausführungsform weniger Ammoniak (d.h., näher an der gewünschten Menge) verwenden, um eine zulässige Abgabe von Vorschriften unterliegenden Abgasen zu erzielen. Die Verringerung im Ammoniakverbrauch kann sowohl die Kosten verringern als auch Emissionen von nicht ausreagiertem Ammoniak verringern.

[0018] Ferner kann die Luft mit dem höheren Druck aus dem Verdichter 36 die Verwendung von Abstimmventilen vermeiden, die in einer Niederdruckgebläse verwendenden Ausführungsform vorhanden sind. Insbesondere kann aufgrund des von dem Gebläse gelieferten niedrigen Druckes der Luft das Ammoniak/Luft-Gemisch nicht gleichmässig an jede Öffnung des AIG 32 verteilt werden. Daher müssen Ausführungsformen, die ein Gebläse verwenden, Abstimmventile verwenden, um den Strom zu bestimmten Bereichen des AIG 32 zu begrenzen und den Strom zu anderen Bereichen zu erhöhen. In derartigen Ausführungsformen muss ein Bediener periodisch den Strom durch jedes von diesen Abstimmventilen anpassen, um eine gleichmässige Verteilung des Ammoniak/Luft-Gemisches über dem gesamten AIG 32 einzuhalten. In der vorliegenden Ausführungsform kann der Luftstrom mit höherem Druck aus dem Verdichter 36 dazu dienen, das Ammoniak/Luft-Gemisch an jede von den AIG-Öffnungen ohne die Verwendung von Abstimmventilen gleichmässig zu verteilen, und dadurch die Herstellungs- und Betriebskosten verringern.

[0019] Weiter stromabwärts kann ein SCR-System 40 unter Verwendung einer geeigneten Geometrie, wie z.B. einer Waben- oder Plattenkonfiguration, implementiert sein. Das SCR-System 40 wirkt im Wesentlichen als ein Katalysator, an dem das Ammoniak mit dem NO_x in dem Abgasstrom 26 unter Erzeugung von Stickstoff (N_2) und Wasser (H_2O) reagiert, um somit aus dem Abgas 26 vor der Freisetzung an die Atmosphäre über einen Kamin 42 – wie in der Darstellung durch die Strömungspfeile 44 angedeutet – NO_x zu eliminieren. Der Kamin 42 kann in einigen Ausführungsformen einen Geräusch- oder Schalldämpfer enthalten. Beispielsweise und abhängig von derzeitigen Vorschriftenstandards kann das Abgasverarbeitungssystem 14 das SCR-System 40 nutzen, um den Anteil von NO_x in dem mit dem Bezugszeichen 46 bezeichneten Abgasstrom auf angenähert 3 ppm oder weniger zu verringern.

[0020] Zusätzlich dürfte es sich verstehen, dass die hierin offengelegten Ausführungsformen nicht auf die Verwendung von einem SCR-System 40 beschränkt sind, sondern auch mehrere SCR-Systeme 40 beinhalten können. Des Weiteren kann das System auch ein ständiges Emissionsüberwachungs-(CEM)-System 48 enthalten, das ständig die Zusammensetzung des verarbeiteten Abgasstroms 46 überwacht, der den Kamin 42 verlässt. Wenn das CEM-System 48 erkennt, dass die Zusammensetzung des bearbeiteten Abgasstroms 46 eine oder mehrere vorgeschriebene Anforderungen nicht erfüllt, kann das CEM-System 48 eine Meldung an eine geeignete Aufsichtsbehörde (z.B. die Environmental Protection Agency) senden, welche die Aufgabe hat, weitere Aktionen, wie z.B. die Benachrichtigung der Betreiber des Systems 10, in die Wege zu leiten, um Betriebsparameter einzustellen, eine Wartung durchzuführen oder anderweitig den Betrieb des Systems 10 auszusetzen, bis ermittelt werden kann, dass der von dem System 10 erzeugte Abgasstrom 46 den vorgeschriebenen Anforderungen genügt. In einigen Ausführungsformen kann das CEM-System 48 auch Korrekturmassnahmen implementieren, wie z.B. eine Anpassung der Verdichterkapazität (den Grad der Luftverdichtung), der Temperatur, von Durchsätzen usw.

[0021] Fig. 2 ist eine Blockdarstellung des Ammoniakeinspritzsystems 33 gemäss Darstellung in Fig. 1, das ein Durchflusssteuerungsventil zum Regeln des Verdichterausstosses verwendet. Wie zuvor diskutiert, liefert der Verdichter 36 einen Luftstrom an den Ammoniakmischtank 34 mit einer ausreichenden Temperatur zum Verdampfen des Ammoniaks in dem Tank 34 und mit einem ausreichenden Druck, um das verdampfte Ammoniak an das Ammoniakeinspritzgitter 32 strömen zu lassen. Die vorliegende Ausführungsform kann jede geeignete Verdichterkonfiguration verwenden. Beispielsweise können bestimmte Ausführungsformen einen Zentrifugalverdichter, einen Kolbenverdichter, einen Schraubenverdichter, einen Axialverdichter, einen Spiralverdichter oder eine andere Verdichterkonfiguration verwenden. In der vorliegenden Ausführungsform wird der Verdichter 36 rotierend durch einen Elektromotor 50 angetrieben. Alternative Ausführungsformen können andere Antriebseinheiten, wie z.B. einen pneumatischen Motor, hydraulischen Motor oder einen Verbrennungsmotor, verwenden.

[0022] In der vorliegenden Ausführungsform wird der Verdichter 36 so angetrieben, dass er sich im Wesentlichen mit konstanter Drehzahl dreht. Die spezielle Drehzahl kann so gewählt werden, dass der Verdichter 36 einen Luftstrom bei gewünschter Temperatur zur Ammoniakverdampfung erzeugt. Jedoch kann die Verdichtung der Luft zum Erzielen einer gewünschten Temperatur zu einem höheren als gewünschten Druck führen. Daher enthält die dargestellte Ausführungsform ein Durchflusssteuerungsventil 52, das zwischen dem Verdichter 36 und dem Ammoniakmischtank 34 angeordnet ist. Das Durchflusssteuerungsventil 52 ist dafür konfiguriert, den Luftstrom in den Ammoniakmischtank 34 zu begrenzen, um das aus dem Ammoniaklagertank 35 gelieferte Ammoniak ausreichend so zu verdampfen, dass eine geeignete Ammoniakmenge an das AIG 32 geliefert wird. Die geeignete Ammoniakmenge hängt von der Menge der detektierten Emis-

sionen oder der Anlagenbelastung ab. Beispielsweise kann während Perioden höherer Turbinenemissionen (z.B. höherer Belastungen, höherer gemessener Emissionen, höherer Temperaturen usw.) das Durchflusssteuerungsventil 52 einen grösseren Durchsatz ermöglichen, damit dem AIG 32 mehr Ammoniak zugeführt wird. Umgekehrt kann während Perioden geringerer Turbinenemissionen (z.B. niedriger Belastungen, niedriger gemessener Emissionen, niedriger Temperaturen usw.) das Durchflusssteuerungsventil 52 den Durchfluss ausreichend begrenzen, um das an das AIG 32 gelieferte Ammoniak ausreichend zu verdampfen und korrekt zu erwärmen.

[0023] Gemäss Darstellung ist das Durchflusssteuerungsventil 52 zwecks Kommunikation mit der Steuerung 54 verbunden, die dafür konfiguriert ist, den Durchsatz durch das Ventil 52 auf der Basis des gewünschten Ammoniakdurchsatzes anzupassen. Da der Verdichter 36 dafür konfiguriert ist, Luft mit höherem Druck als ein Gebläse verwendende Konfigurationen zu liefern, kann eine verbesserte Vermischung des Ammoniaks und des Abgases in dem AIG 32 erzielt werden. Die verbesserte Vermischung kann die Menge (d.h. den Massendurchsatz) von in das AIG 32 eingespritztem(r) Ammoniak und/oder Luft verringern, um Emissionen auf vorgeschriebene Werte zu verringern. Die Verringerung von Ammoniak kann die Betriebskosten verringern und die Emissionen von unreagiertem Ammoniak reduzieren. Ebenso kann der verringerte Luftdurchsatz weniger Energie zum Erwärmen und Unter-Druck-Setzen im Vergleich zu dem höheren Luftstrom verbrauchen, der in Systemen genutzt wird, die ein Gebläse und einen Wärmetauscher verwenden, um dadurch die Betriebskosten zu verringern.

[0024] Fig. 3 ist eine Blockdarstellung einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform des Ammoniakeinspritzsystems 33, das ein Einlasssteuerungsventil 56 zum Regeln der Verdichterausgabemenge verwendet. In der vorliegenden Konfiguration ist das Einlasssteuerungsventil 56 stromaufwärts vor dem Verdichter 36 angeordnet. In dieser Position verläuft der externe Luftstrom 38 vor dem Eintritt in den Verdichter 36 durch das Ventil 56. Durch Anpassen des Durchflusses durch das Einlasssteuerungsventil 56 kann der Verdichter 36 einen Luftstrom an den Ammoniakmischtank 34 mit einem gewünschten Druck ausgeben. Ähnlich zu der vorstehend beschriebenen Ausführungsform ist eine Steuerung 54 zur Kommunikation mit dem Ventil 56 verbunden. Die Steuerung 54 ist dafür konfiguriert, das Ventil 56 so zu steuern, dass es einen höheren Durchsatz in den Verdichter 36 während Perioden ermöglicht, in denen ein höherer Druck aus dem Verdichter 36 erwünscht ist, und dass es den Durchfluss in dem Verdichter 36 während Perioden verringert, wenn ein geringerer Druck erwünscht ist. Wie vorstehend diskutiert, kann ein höherer Druck während Perioden höherer Turbinenemissionen verwendet werden, und ein niedriger Druck kann während Perioden niedrigerer Turbinenemissionen verwendet werden. Durch Anpassen des Luftstroms in dem Verdichter 36 kann ein gewünschter Durchsatz an erwärmter Luft zur Lieferung von Ammoniak in das AIG 32 erreicht werden.

[0025] Fig. 4 ist eine Blockdarstellung einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform des Ammoniakeinspritzsystems 33, das eine Motorsteuerung 54 zum Regeln der Verdichterausgabemenge verwendet. In der dargestellten Ausführungsform wird der Druck aus dem Verdichter 36 durch Anpassen der Drehzahl des Verdichters 36 geregelt. Wie vorstehend diskutiert, ist der Verdichter 36 mit einer Antriebseinheit, z.B. dem dargestellten Elektromotor 50, verbunden. Durch Verändern der Drehzahl des Elektromotors 50 kann die Steuerung 54 die Leistung (den Grad der Luftverdichtung) des Verdichters 36 steuern. Beispielsweise kann in bestimmten Konfigurationen die Steuerung eine Steuerung mit variabler Frequenz (VFD) sein und der Motor 50 kann ein Induktionsmotor sein. In derartigen Konfigurationen ermöglicht die VFD eine stufenlos veränderliche Einstellung der Motordrehzahl. Beispielsweise kann, wenn der Motor 50 ein achtpoliger Dreiphasen-AC-Induktionsmotor ist und die Frequenz der zugeführten Elektrizität 60 Hz ist, der Motor bei 900 UPM (der Synchrondrehzahl des Motors 50) rotieren. Die VFD kann die Frequenz der dem Motor 50 zugeführten Elektrizität so verändern, dass der Motor 50 bei unterschiedlichen Drehzahlen betrieben werden kann. Die Veränderung der Drehzahl des Motors 50 ändert die Drehzahl des Verdichters 36, um dadurch den Druck und die Temperatur des Luftstroms in den Ammoniakmischtank 34 anzupassen.

[0026] Die vorliegende Erfindung betrifft verbrennungsbasierte Anlagen, insbesondere Gasturbinenanlagen, mit einem Ammoniakeinspritzsystem 33. Das Ammoniakeinspritzsystem 33 beinhaltet ein Ammoniakeinspritzgitter (AIG) 32, das zur Einspritzung von Ammoniak in ein Abgas 26 aus einem Verbrennungsprozess konfiguriert ist, einen Ammoniakmischtank 34 in Fluidverbindung mit dem AIG 32 sowie einen Verdichter 36 in Fluidverbindung mit dem Ammoniakmischtank 34, wobei der Verdichter 36 dafür konfiguriert ist, einen Luftstrom mit einer Temperatur zum Verdampfen des Ammoniaks in dem Ammoniakmischtank 34 und mit einem Druck zum Einspritzen des verdampften Ammoniaks in das Abgas 26 über das AIG 32 auszugeben. Dabei ist der Verdichter 36 die einzige Vorrichtung, um die Temperatur des Luftstroms zum Verdampfen des Ammoniaks in dem Ammoniakmischtank zu erhöhen.

Bezugszeichenliste

[0027]

10 verbrennungsbasierte Anlage

12 Gasturbine

14 Abgasverarbeitungssystem

16 Lufteinlass

18 Verdichter

20 Brenner

22 Turbine

24 Luft

26 Abgas

28 Stromabwärtsrichtung

30 Stromaufwärtsrichtung

32 Ammoniakeinspritzgitter

33 Ammoniakeinspritzsystem

34 Ammoniakmischtank

35 Ammoniaklagerungstank

36 Verdichter

37 Pumpe

38 Luft

40 selektives katalytisches Reduktionssystem

42 Kamin

44 Durchflussrichtung

46 verarbeiteter Abgasstrom

48 ständig arbeitendes Emissionsüberwachungssystem

50 Elektromotor

52 Durchflusssteuerungsventil

54 Steuerung

56 Einlasssteuerungsventil

Patentansprüche

1. Verbrennungsbasierte Anlage (10), insbesondere Gasturbinenanlage, aufweisend:
ein Ammoniakeinspritzsystem (33), aufweisend:
– ein Ammoniakeinspritzgitter AIG (32), das zur Einspritzung von Ammoniak in ein Abgas (26) aus einem Verbrennungsprozess konfiguriert ist;
– einen Ammoniakmischtank (34) in Fluidverbindung mit dem AIG (32); und
– einen Verdichter (36) in Fluidverbindung mit dem Ammoniakmischtank (34), wobei der Verdichter (36) dafür konfiguriert ist, einen Luftstrom mit einer Temperatur zum Verdampfen des Ammoniaks in dem Ammoniakmischtank (34) und mit einem Druck zum Einspritzen des verdampften Ammoniaks in das Abgas (26) über das AIG (32) auszugeben, wobei der Verdichter (36) die einzige Vorrichtung ist, um die Temperatur des Luftstroms zum Verdampfen des Ammoniaks in dem Ammoniakmischtank (34) zu erhöhen.
2. Anlage (10) nach Anspruch 1, wobei der Verdichter (36) derart konfiguriert ist, dass die Temperatur des von dem Verdichter (36) ausgegebenen Luftstroms wenigstens 149 °C, d.h. 300 °F, ist.
3. Anlage (10) nach Anspruch 1, wobei der Verdichter (36) derart konfiguriert ist, dass der Druck des von dem Verdichter (36) ausgegebenen Luftstroms wenigstens 2,069 bar, d.h. 30 psi, ist.
4. Anlage (10) nach Anspruch 1, die ein Durchflusssteuerungsventil (52) aufweist, das zwischen dem Verdichter (36) und dem Ammoniakmischtank (34) angeordnet und dafür konfiguriert ist, den Druck des Luftstroms aus dem Verdichter (36) in den Ammoniakmischtank (34) zu regeln.

5. Anlage (10) nach Anspruch 1, die ein Einlasssteuerungsventil (56) zum Regeln der Verdichterausgabemenge aufweist, das stromaufwärts vor dem Verdichter (36) angeordnet und dafür konfiguriert ist, den Druck des Luftstroms aus dem Verdichter (36) in den Ammoniakmischtank (34) zu regeln.
6. Anlage (10) nach Anspruch 1, die eine Steuerung (54) aufweist, die dafür konfiguriert ist, den Druck des Luftstroms aus dem Verdichter (36) in den Ammoniakmischtank (34) durch Verändern einer Drehzahl des Verdichters (36) zu regeln.
7. Anlage (10) nach Anspruch 1, die ein selektives katalytisches Reduktionssystem (40) aufweist, das stromabwärts von dem Ammoniakeinspritzsystem (33) angeordnet ist.
8. Anlage (10) nach Anspruch 1, die eine Gasturbine (12) aufweist, die dafür konfiguriert ist, das Abgas (26) in das AIG (32) auszugeben.
9. Anlage (10) nach Anspruch 1, wobei der Verdichter einen Zentrifugalverdichter, einen Kolbenverdichter, einen Schraubenverdichter, einen Axialverdichter oder einen Spiralverdichter aufweist.

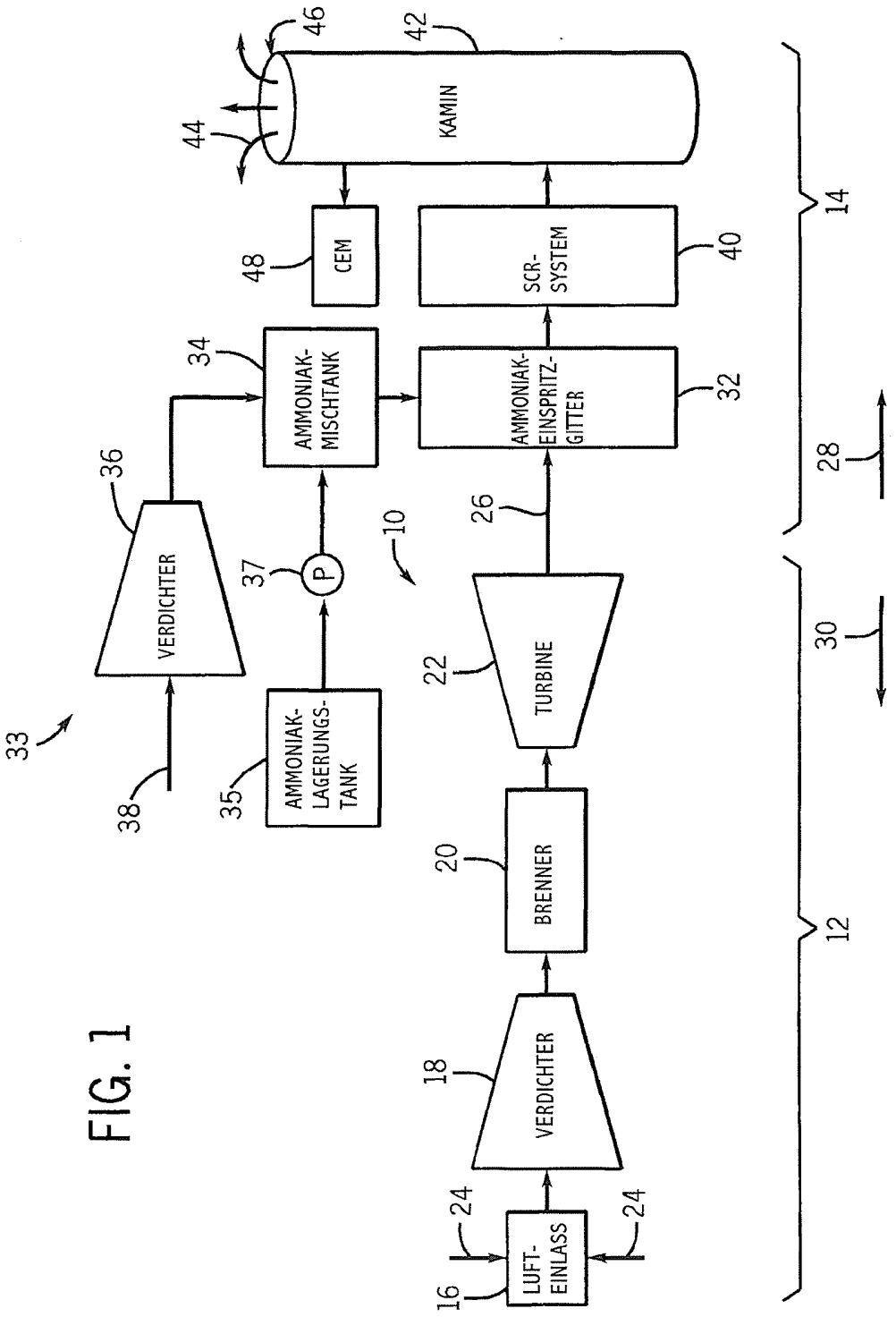

46
42
44
KAMIN
48
CEM
SCR-SYSTEM
40
14
34
AMMONIAK-MISCHTANK
AMMONIAK-EINSPRITZ-GITTER
32
36
VERDICHTER
37
P
10
26
28
33
22
TURBINE
30
38
35
AMMONIAK-LAGERUNGS-TANK
20
BRENNER
18
VERDICHTER
12
24
24
16
LUFT-EINLASS

FIG. 1

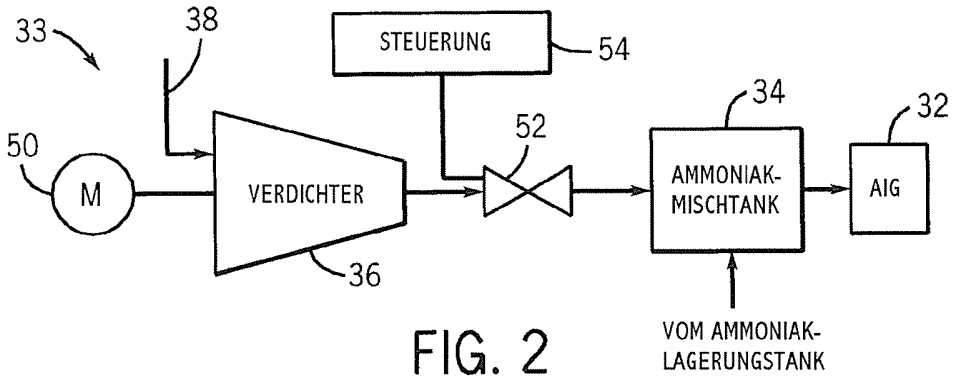


FIG. 2

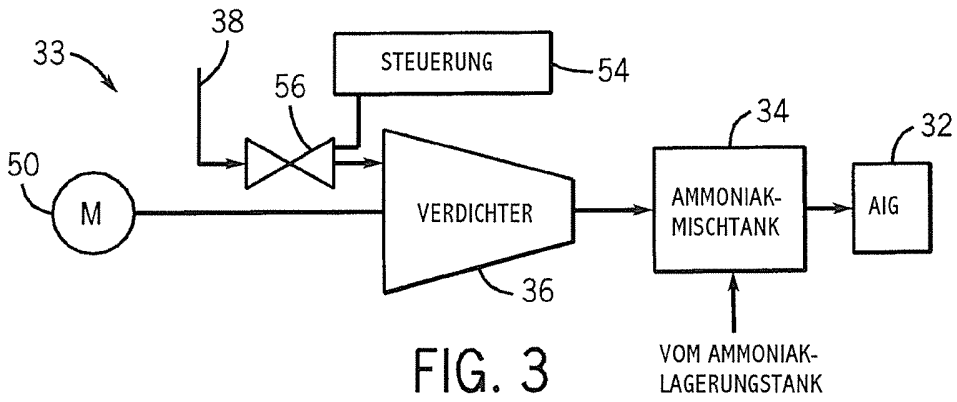


FIG. 3

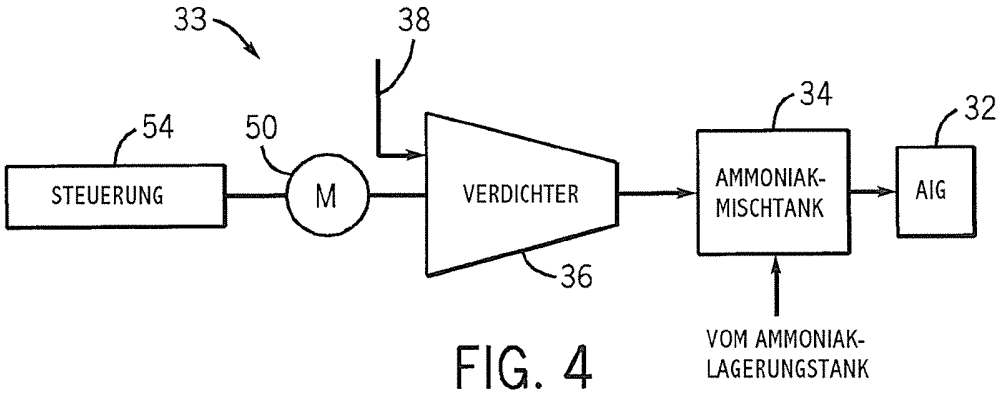


FIG. 4