

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Antriebsanordnung einer mit zwei Konditionierwalzen ausgestatteten Konditioniereinrichtung eines Feldhäckslers, wobei zumindest eine der Konditionierwalzen über einen elektrischen Antriebsstrang drehzahlveränderbar antreibbar ist.

Technologischer Hintergrund

[0002] Feldhäcksler dienen zur Ernte von ganzen Pflanzen oder ihren Teilen, die im Betrieb mittels eines Erntevorsatzes von einem Feld aufgenommen, durch Vorpresswalzen zusammengedrückt und einer Messertrommel zugeführt werden, deren Häckselmesser die Pflanzen im Zusammenwirken mit einem Gegenmesser zerschneiden. Anschließend werden die zerschnittenen Pflanzen oder -teile optional einer Konditioniereinrichtung zugeführt und durch einen Nachbeschleuniger in einen Auswurfkrümmer gefördert, der sie auf ein Transportfahrzeug überlädt. Die geernteten Pflanzen dienen in der Regel als Viehfutter oder zur Biogaserzeugung.

[0003] Die Konditioniereinrichtung umfasst zwei oder mehr gegensinnig angetriebene, zusammenwirkende Walzen, die durch eine Federkraft gegeneinander vorgespannt oder ortsfest zueinander angebracht sind und zwischen denen das Häckselgut hindurchgeführt wird. Die Konditioniereinrichtung wird bei der Maisernte verwendet, um die im Häckselgut enthaltenen Körner anzuschlagen und die Verdaulichkeit des Futters zu verbessern. Die Walzen der Konditioniereinrichtung sind üblicherweise mit sich in axialer Richtung erstreckenden Zähnen oder Kanten versehen, sodass man einen nicht-kreisförmigen, profilierten Querschnitt der Walzen erhält (s. beispielsweise DE 83 02 421 U1).

[0004] Um bei derartigen, im Wesentlichen zylindrischen Konditionierwalzen den Einwirkungsgrad auf das Erntegut zu verändern, wird üblicherweise die Relativedrehzahl beider Konditionierwalzen variiert, wozu im einfachsten Fall Riemenscheiben des gemeinsamen, vom Antrieb eines Nachbeschleunigers abgeleiteten Antriebsstranges (s. DE 10 2010 002 509 A1) einer oder beider Konditionierwalzen gegen Riemenscheiben mit anderem Durchmesser ausgetauscht werden.

[0005] Zur Drehzahländerung bei laufendem Betrieb aus der Kabine des Feldhäckslers heraus wurde vorgeschlagen, eine der Konditionierwalzen mit einem Elektro- oder Hydraulikmotor anzutreiben, während die andere Konditionierwalze über einen rein mechanischen Antriebsstrang angetrieben wird (WO 2001/047342 A1), oder beide Konditionierwalzen mit je einem Elektromotor mit veränderbarer Drehzahl anzutreiben (DE 10 2018 205 221 A1).

Der elektrische Antrieb ermöglicht eine unproblematische Drehzahlverstellung, ohne größeren Aufwand, der ansonsten für mechanische Antriebe mit veränderbarer Übersetzung (vgl. DE 10 2013 110 636 A1, DE 10 2016 211 570 A1, DE 10 2019 123 947 A1) erforderlich ist.

Aufgabe

[0006] Die elektrischen Antriebe einer oder beider Konditionierwalzen ermöglichen, wie oben erwähnt, eine relativ einfach zu bewerkstellende Änderung der Relativedrehzahl beider Konditionierwalzen. Im Stand der Technik ist während des Erntebetriebs vorgesehen, dass der Elektromotor oder die Elektromotoren mit einer einstellbaren Drehzahl laufen, wobei davon ausgegangen wird, dass sie stets eine gewisse Antriebsenergie benötigen.

[0007] Es wurde inzwischen jedoch in überraschender Weise festgestellt, dass es gewisse Betriebsbedingungen gibt, in denen die langsamere Konditionierwalze nicht anzutreiben, sondern abzubremesen ist, um zu verhindern, dass sie schneller als gewünscht läuft. Derartigen Bedingungen ist im bisherigen Stand der Technik nicht Rechnung getragen.

[0008] Die der Erfindung zu Grunde liegende Aufgabe wird darin gesehen, eine Antriebsanordnung zum elektromotorischen, drehzahlveränderbaren Antrieb einer Konditionierwalze einer Konditioniereinrichtung eines Feldhäckslers bereitzustellen, die sich auch in den besagten Betriebsbedingungen durch einen zuverlässigen Betrieb und guten Wirkungsgrad auszeichnet.

Erfindung

[0009] Die vorliegende Erfindung wird durch die Patentansprüche definiert.

[0010] Eine Antriebsanordnung einer mit zwei Konditionierwalzen ausgestatteten Konditioniereinrichtung eines Feldhäckslers, bei der zumindest eine der Konditionierwalzen über einen elektrischen Antriebsstrang drehzahlveränderbar antreibbar ist, zeichnet sich dadurch aus, dass der elektrische Antriebsstrang einen Elektromotor/Generator zum Antrieb der Konditionierwalze umfasst, der zum Bremsen der Konditionierwalze als Generator betreibbar ist, wobei die erzeugte elektrische Energie in das Antriebssystem des Feldhäckslers rückführbar ist.

[0011] Auf diese Weise wird den erwähnten Betriebsbedingungen Rechnung getragen, bei denen die Konditionierwalze abzubremesen ist, um die gewünschte Drehzahl zu erreichen. Durch die Verwendung des Elektromotors/Generators als Generator bei diesen Betriebsbedingungen vermei-

det man, dass die elektrisch angetriebene Konditionierwalze einfach mitgezogen wird und schneller als gewünscht rotiert, was die angestrebte Konditionierung verschlechtert, ohne dass die Bremsenergie in einem Widerstand in Wärme umgewandelt werden müsste, um die Bremswirkung zu erzielen. Stattdessen wird die Bremsenergie direkt oder indirekt in das Antriebssystem des Feldhäckslers zurückgeführt. Somit wird im Ergebnis der als Ganzes betrachtete Wirkungsgrad des elektrischen Antriebsstrangs verbessert.

[0012] Der Elektromotor/Generator kann durch einen Wandler mit elektrischem Strom versorgbar sein und der Wandler mit einer Kontrollelektronik verbunden sein, die ihrerseits mit einem Drehzahlsensor zur Erfassung der Drehzahl der drehzahlveränderbar antreibbaren Konditionierwalze verbunden und konfiguriert ist, den Wandler zu kommandieren, den Elektromotor/Generator mit einer vorgebbaren Soll Drehzahl rotieren zu lassen. Es handelt sich demnach um eine Regelung mit Rückkopplung der erzielten Drehzahl. Der in beliebiger Art ausführbare Drehzahlsensor kann in das Gehäuse des Motors/Generators integriert oder außerhalb davon angeordnet sein und z.B. mit der Welle der Konditionierwalze zusammenwirken. Der Drehzahlsensor kann auch eine Elektronik sein, welche die Drehzahl des Motors/Generators anhand der in seinen Windungen induzierten EMK erfasst, vgl. EP 2 587 662 A2. Bei einer anderen Ausführungsform könnte eine Steuerung mit offener Rückkopplungsschleife verwendet werden, die ohne Rückkopplung der Drehzahl mittels eines Sensors auskommt, d.h. der Elektromotor/Generator wird anhand bekannter Charakteristika derart elektrisch angesteuert, dass sich die gewünschte Drehzahl ergibt.

[0013] Die Kontrollelektronik kann konfiguriert sein, anhand von elektrischen Betriebswerten des Elektromotors/Generators und/oder des Signals des Drehzahlsensors zu erkennen, dass zum Einhalten der Soll Drehzahl ein Bremsen der Konditionierwalze erforderlich ist und in diesem Fall den Wandler zu kommandieren, den Elektromotor/Generator als Generator zu betreiben. Mit anderen Worten erkennt die Kontrollelektronik anhand ihr vom Wandler zurückgeführter Betriebswerte, z.B. der aufgenommenen Stromstärke und/oder der Drehzahl der Konditionierwalze, falls der Elektromotor/Generator die Konditionierwalze nicht aktiv antreibt, sondern die Konditionierwalze frei mitläuft oder sogar selbst vom Erntegutstrom angetrieben wird. Zumindest im zweiten Fall wird der beschriebene Bremsmodus aktiviert, um die gewünschte Drehzahl der Konditionierwalze zu erreichen und die Bremsenergie dem Antriebssystem des Feldhäckslers zurückzuführen.

[0014] Der elektrische Antriebsstrang der Konditionierwalze kann einen mit dem Elektromotor/Generator

über eine Stromleitung verbundenen Generator umfassen, welcher in Antriebsverbindung mit einem Verbrennungsmotor steht. Der Generator kann an einer beliebigen Stelle des Antriebssystems des Feldhäckslers angeordnet sein, z.B. an einer Nachbeschleunigerantriebswelle oder an der Welle der jeweils anderen Konditionierwalze.

[0015] Der Antrieb der jeweils anderen Konditionierwalze kann über einen mechanischen Antriebsstrang erfolgen. Bei dieser Ausführungsform kann der Generator ein Generator/Elektromotor sein, der im Bremsbetrieb des Elektromotors/Generators als Elektromotor betreibbar ist, der durch die rekupe-rierte Bremsenergie des Elektromotors/Generators antreibbar ist und die Bremsenergie (auf direktem Wege) dem Antriebssystem des Feldhäckslers zurückführt.

[0016] Bei einer anderen Ausführungsform kann der Antrieb der anderen Konditionierwalze über einen elektrischen Antriebsstrang erfolgen, dem im Bremsbetrieb des Elektromotors/Generators die rekupe-rierte Bremsenergie des Elektromotors/Generators zuführbar ist. Das Antriebssystem des Feldhäckslers muss bei dieser Ausführungsform dann, wenn die bremsende Konditionierwalze zum Rekupe-rieren genutzt wird, dem elektrischen Antriebsstrang der anderen Konditionierwalze weniger Leistung zuführen als ohne zugeführte Rekupe-rierungsleistung, was letztlich die Bremsenergie (auf indirektem Wege) dem Antriebssystem des Feldhäckslers zurückführt.

[0017] Die Kontrollelektronik kann mit einer zur Eingabe einer Drehzahldifferenz der Konditionierwalzen eingerichteten Bedienerschnittstelle verbunden und konfiguriert sein, die Soll Drehzahl der über den elektrischen Antriebsstrang angetriebenen Konditionierwalze anhand der eingegebenen Drehzahldifferenz und einer sensorisch erfassten Drehzahl der anderen Konditionierwalze zu berechnen.

[0018] Alternativ oder zusätzlich kann die Kontroll-elektronik mit einer Sensorik zur Erkennung aufgeschlossener Körner und/oder von Ernteguteigen-schaften, wie Feuchtigkeit, Durchsatz und/oder Körnergehalt, verbunden und konfiguriert sein, die Soll Drehzahl der über den elektrischen Antriebs-strang angetriebenen Konditionierwalze anhand des Ausgangssignals der Sensorik zu berechnen.

Figurenliste

[0019] Anhand der Abbildungen werden zwei Ausführungsbeispiele der Erfindung erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische seitliche Ansicht eines Feldhäckslers,

Fig. 2 eine schematische Draufsicht auf eine erste Ausführungsform eines Antriebssystems

des Feldhäckslers und dessen Konditioniereinrichtung,

Fig. 3 eine schematische Draufsicht auf eine zweite Ausführungsform eines Antriebssystems des Feldhäckslers und dessen Konditioniereinrichtung.

[0020] In der **Fig. 1** ist selbstfahrender Feldhäcksler 10 in schematischer Seitenansicht dargestellt. Der Feldhäcksler 10 baut sich auf einem tragenden Fahrgestell 12 auf, welches von vorderen angetriebenen Rädern 14 und lenkbaren rückwärtigen Rädern 16 getragen wird. Die Bedienung des Feldhäckslers 10 erfolgt von einer Fahrerkabine 18 aus, von der aus ein an einem Einzugsgehäuse 36 lösbar befestigter Erntevorsatz 20 in Form eines Mähvorsatzes für die Maisernte einsehbar ist. Mittels des Erntevorsatzes 20 abgeschnittenes Erntegut, z. B. Mais oder dergleichen, wird an der Frontseite des Feldhäckslers 10 über einen im Einzugsgehäuse 36 angeordneten Einzugsförderer mit Vorpresswalzen 30,32 einer Häckseltrommel 22 zugeführt, die es im Zusammenwirken mit einer Gegenschneide 46 in kleine Stücke häckselnd und es einer Konditioniereinrichtung 28 mit zusammenwirkenden Konditionierwalzen 38, 40 aufgibt, von der aus es zu einer Fördervorrichtung 24 gelangt. Die Konditionierwalzen 38, 40 können als zylindrische, in Umfangsrichtung verzahnte Walzen hergestellt oder in axialer Richtung wellenförmig gestaltet sein. Das Gut verlässt den Feldhäcksler 10 zu einem nebenher fahrenden Transportfahrzeug über einen um eine etwa vertikale Achse drehbaren und in der Neigung verstellbaren Auswurfkrümmer 26. Die Messer der Häckseltrommel 22 können durch eine Schleifeinrichtung 42 geschliffen werden. Im Folgenden beziehen sich Richtungsangaben, wie seitlich, unten und oben, auf die Vorwärtsbewegungsrichtung V des Feldhäckslers 10, die in der **Fig. 1** nach links verläuft.

[0021] Die **Fig. 2** zeigt eine Draufsicht auf eine erste Ausführungsform eines Antriebssystems des Feldhäckslers 10. Im rückwärtigen Bereich des Feldhäckslers 10 befindet sich ein Verbrennungsmotor 34 insbesondere in Form eines Dieselmotors. Der Verbrennungsmotor 34 erstreckt sich in der Vorwärtsrichtung der Erntemaschine 10 und umfasst eine Kurbelwelle 44, die sich nach vorn aus dem Gehäuse des Verbrennungsmotors 34 heraus erstreckt. Der Verbrennungsmotor 34 treibt im Betrieb mit seiner Kurbelwelle 44 eine erste Längswelle an, die mit dem ersten Kegelzahnrad 50 eines Winkelgetriebes verbunden ist. Das zweite Kegelzahnrad 48 des Winkelgetriebes ist mit einer Querschwelle 54 verbunden, welche mit einer Riemenscheibe 56 des Hauptriementriebes gekoppelt ist, welcher über einen Riemen 58 eine Riemenscheibe 60 und eine Riemenscheibe 62 antreibt. Die Riemenscheibe 62 treibt die Welle der Häckseltrommel 22 an, während die Riemenscheibe 60 eine Nachbes-

chleunigerantriebswelle 66 antreibt, die ihrerseits den Nachbeschleuniger 24 und (über eine erfindungsgemäße Antriebsanordnung) die Konditionierwalzen 38, 40 antreibt. Der Antrieb der Vorpresswalzen 30, 32 erfolgt über ein Getriebe 64, das vom Verbrennungsmotor 34 über einen hydraulisch, elektrisch und/oder mechanisch ausgeführten Antriebsstrang angetrieben werden kann.

[0022] Die vordere, obere Konditionierwalze 38 wird über einen Riementrieb von der Nachbeschleunigerantriebswelle 66 her angetrieben, der sich - wie in der **Fig. 2** gezeigt - auf der vom Riemen 58 abgewandten Seite des Nachbeschleunigers 24 befinden kann, jedoch auch auf der dem Riemen 58 benachbarten Seite des Nachbeschleunigers 24 angeordnet sein könnte. Dieser Riementrieb umfasst eine mit der Nachbeschleunigerantriebswelle 66 drehfest verbundene Riemenscheibe 70, um die ein Riemen 72 umläuft, der eine Riemenscheibe 74 antreibt, welche ihrerseits in Antriebsverbindung mit der vorderen, oberen Konditionierwalze 38 steht. Der Riemen 58 könnte durch eine nicht gezeigte Spannrolle gestrafft werden. Da der Nachbeschleuniger 24 und die vordere, obere Konditionierwalze 38 unterschlächtig fördern und sich somit in dieselbe Richtung (in **Fig. 1** im Gegenuhrzeigersinn) drehen, erübrigt sich bei diesem Riemenantrieb eine Drehrichtungsumkehr, im Gegensatz zur hinteren, unteren Konditionierwalze 40.

[0023] Der Antrieb der unteren, hinteren Konditionierwalze 40 erfolgt durch einen Elektromotor/Generator 80 und einen Generator/Elektromotor 76, von denen letzterer mit der Nachbeschleunigerantriebswelle 66 in drehmomentübertragender Verbindung steht. Der Generator 76 könnte auch an einer beliebigen, anderen Stelle des dargestellten Antriebsstrangs direkt oder indirekt mit der Kurbelwelle 44 in Antriebsverbindung stehen, z.B. mit der Welle der vorderen, oberen Konditionierwalze 38, und auf derselben Seite der Konditionierwalze 38 angeordnet sein, an der sich auf der Elektromotor/Generator 80 befindet. Der Generator/Elektromotor 76 könnte auch Bestandteil des Bordnetzes oder eines anderen elektrischen Netzwerks des Feldhäckslers 10 sein, z.B. zum Antrieb des Getriebes 64 der Vorpresswalzen 30, 32, das durch einen Akkumulator abgepuffert sein könnte. Der Generator/Elektromotor 76 ist elektrisch mit einem ersten Wandler 90 verbunden, der durch eine Stromleitung 92 mit einem zweiten Wandler 88 verbunden ist. Der zweite Wandler 88 ist seinerseits elektrisch mit dem Elektromotor/Generator 80 verbunden. Die Antriebsleistung für den Elektromotor/Generator 80 wird durch die Stromleitung 92 elektrisch übertragen. Hierbei kann es sich um Gleichstrom einer bestimmten Spannung oder um Wechsel- oder Drehstrom einer bestimmten Spannung und Frequenz handeln. Die Stromleitung wird fachsprachlich auch als „Bus“ bezeichnet. Eine Kon-

trollelektronik 78 ist mit einem ersten Drehzahlsensor 82 zur Erfassung der Drehzahl der Nachbeschleunigerantriebswelle 66, einem zweiten Drehzahlsensor 84 zur Erfassung der Drehzahl des Elektromotor/Generators 80 und einer Bedienerschnittstelle 86 zur Eingabe einer gewünschten Drehzahldifferenz zwischen den Konditionierwalzen 38, 40 verbunden.

[0024] Die Funktionsweise des Antriebsstrangs der Konditionierwalzen 38, 40 ist folgendermaßen: Im Erntebetrieb treibt der Verbrennungsmotor 34 die Nachbeschleunigerantriebswelle 66 an. Über den Riementrieb mit dem Riemen 72 wird die vordere, obere Konditionierwalze 38 mit einer bestimmten Drehzahl angetrieben, die von der Drehzahl der Kurbelwelle 44 des Verbrennungsmotors 34 abhängt und durch den ersten Drehzahlsensor 82 erfasst wird. Der Generator/Elektromotor 76 wird anfangs, d.h. beim Hochlaufen der unteren, hinteren Konditionierwalze 40, als Generator betrieben, d.h. er liefert elektrischen Strom, der durch den ersten Wandler 90 in eine Form gebracht wird, die durch die Stromleitung 92 übertragbar ist. Der zweite Wandler 88 erhält diesen elektrischen Strom über die Stromleitung 92 und wandelt diesen in elektrischen Strom in einer Form um, die vom Elektromotor/Generator 80 aufnehmbar ist. Der zweite Wandler 88 versorgt demnach den Elektromotor/Generator 80 mit elektrischem Strom zu dessen aktivem Antrieb oder erhält, wenn der Elektromotor/Generator 80 als Generator dient, elektrischen Strom von diesem.

[0025] Beim Generator/Elektromotor 76 und beim Elektromotor/Generator 80 handelt es sich um elektrische Maschinen, die sowohl als Elektromotor als auch als Generator genutzt werden können, z.B. um Gleichstrommotore oder um Drehstrommotore mit rotierenden Permanentmagneten (IPM-Motor).

[0026] Der erste und zweite Wandler 90, 88 werden von der Kontrollelektronik 78 basierend auf den Signalen von den Drehzahlsensoren 82 und 84 und der über die Bedienerschnittstelle 86 eingegebenen, gewünschten Drehzahldifferenz derart angesteuert, dass der Elektromotor/Generator 80 die untere, hintere Konditionierwalze 38 beim Hochlaufen mit einer zunächst anwachsenden Drehzahl aktiv antreibt, bis eine Soll Drehzahl erreicht ist. Diese Soll Drehzahl entspricht der Drehzahl der oberen, vorderen Konditionierwalze 38 abzüglich der gewünschten, z.B. durch die Bedienerschnittstelle 86 eingegebenen Drehzahldifferenz. Die untere, hintere Konditionierwalze 40 wird somit mit geringerer Drehzahl angetrieben als die obere, vordere Konditionierwalze 38. Bei Konditionierwalzen 38, 40 unterschiedlichen Durchmessers wäre die Umfangsgeschwindigkeit der unteren, hinteren Konditionierwalze 40 geringer als die Umfangsgeschwindigkeit der oberen vorderen Konditionierwalze 38.

[0027] Solange kein Erntegut durch den Feldhäcksler 10 läuft, ist die untere, hintere Konditionierwalze 40 aktiv anzutreiben, mit relativ geringer Leistung. Wenn nun Erntegut durch den Feldhäcksler 10 und zwischen den Konditionierwalzen 38, 40 hindurchläuft, kann eine Betriebsbedingung eintreten, in welcher die untere, hintere Konditionierwalze 40 nicht aktiv anzutreiben ist, sondern abgebremst werden muss. Das liegt daran, dass die obere, vordere Konditionierwalze 38 relativ stark auf das Erntegut einwirkt und es mitzieht und ein aktiver Antrieb der unteren, hinteren Konditionierwalze 40 nicht mehr erforderlich ist, sondern diese vielmehr abzubremsen ist, wenn die gewünschte Drehzahl aufrecht erhalten werden soll.

[0028] Die Kontrollelektronik 78 erkennt diese Bedingung, bei der der Elektromotor/Generator 80 zur Erzielung der gewünschten Drehzahl nicht mehr aktiv anzutreiben ist, sondern frei mitläuft oder sogar zu bremsen ist, anhand der elektrischen Betriebswerte des Elektromotor/Generators 80, z.B. anhand der von diesem aufgenommenen Stromstärke (die vom zweiten Wandler 88 an die Kontrollelektronik 78 zurückgemeldet wird) und/oder der mit dem Drehzahlsensor 84 erfassten Drehzahl. Sobald die besagte Bedingung erkannt wird, d.h. dass die gewünschte Drehzahl überschritten wird und ein Herabregeln der oder des dem Elektromotor/Generator 80 zugeführten Versorgungsspannung oder -stroms nicht zur gewünschten Drehzahl führt, schaltet die Kontrollelektronik 78 in einen Bremsmodus um, in welchem die Kontrollelektronik 78 die Wandler 90, 88 kommandiert, den Elektromotor/Generator 80 als Generator zu betreiben und den Generator/Elektromotor 76 als Motor zu betreiben. Die Energieübertragung erfolgt im Bremsmodus somit in umgekehrter Richtung als beim Hochlaufen der unteren, hinteren Konditionierwalze 40, nämlich nunmehr von der Konditionierwalze 40 zur Nachbeschleunigerantriebswelle 66. Die durch die notwendige Bremsung der Konditionierwalze 40 freiwerdende Leistung wird rekuperiert und dem Antriebsstrang des Feldhäckslers 10 zurückgeführt (sie könnte jedoch auch in einer Batterie zwischengespeichert werden), was den Kraftstoffverbrauch des Verbrennungsmotors 34 vermindert und die für die Häckseltrommel 22 und andere anzutreibende Elemente zur Verfügung stehende Antriebsleistung gegenüber einer ansonsten zur Einhaltung der gewünschten Drehzahl der Konditionierwalze 40 erforderlich werdenden Umwandlung der Bremsenergie in einem Widerstand in Wärme vergrößert. Der elektrische Antriebsstrang der Konditionierwalze 40 der **Fig. 2** erreicht somit im Wesentlichen dieselbe Energiebilanz wie ein rein mechanischer Antriebsstrang, ermöglicht aber eine freie Wahl der Drehzahl der Konditionierwalze 40 und somit des Einwirkungsgrades auf das Erntegut und daher auch des Körneraufschlusses.

[0029] Die Motorfunktion des Elektromotor/Generators 80 wird gemäß der vorstehenden Beschreibung zum Hochfahren der Drehzahl der Konditionierwalze 40 benötigt. Es wäre zwar denkbar, darauf zu verzichten und die Konditionierwalze 40 nur frei mitlaufen zu lassen bzw. zu bremsen, jedoch könnten sich dadurch anfangs, d.h. bei Aufnahme des Erntebetriebs, bei stehender Konditionierwalze 40 und dort anfangs einlaufendem Erntegut Staus ergeben. Zudem kann bei bestimmten Durchsatzmengen und Drehzahldifferenzen auch ein aktiver Antrieb der Konditionierwalze 40 erforderlich sein, um die gewünschte Drehzahl der Konditionierwalze 40 zu erreichen.

[0030] Die Ausführungsform nach **Fig. 3** entspricht bezüglich der unteren, hinteren Konditionierwalze 40 jener nach **Fig. 2**, verwendet jedoch auch für die obere, vordere Konditionierwalze 38 einen elektrischen Antrieb. Somit ist die Stromleitung 92 auch mit einem dritten Wandler 94 verbunden, der einen Elektromotor 98 versorgt, welcher die Konditionierwalze 38 antreibt. Ein dritter Drehzahlsensor 96 erfasst die Drehzahl des Elektromotors 98. Die Kontrolleinheit 78 steuert im Erntebetrieb den dritten Wandler 94 derart an, dass eine fest vorgegebene oder über die Bedieneingabeeinrichtung 86 eingebare Drehzahl der Konditionierwalze 38 erreicht wird, unter Verwendung der Signale des dritten Drehzahlsensors 96. Die Drehzahlregelung der unteren, hinteren Konditionierwalze 40 erfolgt in der bezüglich der **Fig. 2** beschriebenen Weise. Im Bremsmodus der Konditionierwalze 40 wird die zurückgewonnene, rekuperierte Leistung der Konditionierwalze 40 dem Elektromotor 98 zugeführt. Bei der Ausführungsform nach **Fig. 3** könnte der erste Drehzahlsensor 82 grundsätzlich entfallen. Der Elektromotor 98 ist hier nicht als Generator zu nutzen, sodass es sich hier um einen reinen Motor handeln kann und der Wandler 94 nicht rekuperationsfähig zu sein braucht. Zudem kann bei dieser Ausführungsform der Generator/Elektromotor 76 der **Fig. 2** als reiner Generator 76' ausgeführt sein, da die Rekuperationsleistung hier (nur) dem Elektromotor 98 zugeführt wird. Somit braucht der erste Wandler 90 hier auch nicht dafür eingerichtet zu sein, den Generator 76' als Elektromotor zu betreiben.

[0031] Es sei noch angemerkt, dass verschiedene Abwandlungen möglich sind. So könnten die Antriebe der Konditionierwalzen 38 und 40 bei den Ausführungsformen nach **Fig. 2** und **Fig. 3** vertauscht werden. In diesem Falle wäre die untere, hintere Konditionierwalze 40 die schneller (mit größerer Umfangsgeschwindigkeit) angetriebene und die obere, vordere Konditionierwalze 38 würde ggf. gebremst mit Rekuperation der Bremsenergie. Bei mechanischem Antrieb der Konditionierwalze 40 wäre hier in den Riementrieb noch ein Getriebe zur

Drehrichtungsumkehr einzufügen (vgl. DE 10 2016 211 570 A1).

[0032] Zudem besteht die Möglichkeit, die Drehzahldifferenz nicht durch den Bediener eingeben zu lassen, sondern stromab der Konditionierwalzen 38, 40 mittels einer Sensorik die aufgeschlossenen Kerne und/oder an beliebiger Stelle des Erntegutflusses im Feldhäcksler 10 bestimmte Ernteguteigenschaften (wie Feuchte, Durchsatz und/oder Körneranteil) zu erkennen und zur Regelung der Drehzahldifferenz zu nutzen. Hierzu sei auf die EP 2 232 978, A1, EP 2 982 232 A2, EP 3 646 703 A1, DE 10 2018 213 215 A1 und EP 3 704 930 A1 zur Erkennung der aufgeschlossenen Körner und die DE 100 30 505 A1, DE 10 2007 018 885 A1, EP 2 361 495 A1 und EP 3 542 610 A1 zur Berücksichtigung von Ernteguteigenschaften verwiesen, deren sämtlichen Offenbarungen durch Verweis mit in die vorliegenden Unterlagen aufgenommen werden. Zudem kann bei der Ausführungsform nach **Fig. 3** die Drehzahl der Konditionierwalze 38 von der Drehzahl der Häckseltrommel 22 abhängen, wozu auf die Offenbarung der DE 10 2018 205 221 A1 verwiesen sei. Unabhängig hiervon ermöglicht es der elektrische Antrieb beider Konditionierwalzen 38, 40 bei der Ausführungsform nach **Fig. 3**, die Drehzahl der Konditionierwalzen 38, 40 und ihren Drehzahlunterschied unabhängig von der Drehzahl des Verbrennungsmotors 34 zu wählen. In dieser Anordnung ist somit eine dem Durchsatz angepasste gleichmäßige Beschleunigung des Erntegutes in der Konditioniereinrichtung 28 unabhängig von der Drehzahl des Verbrennungsmotors 34 möglich.

[0033] Eine Messung der Betriebswerte des Elektromotors 98 und des Elektromotors/Generators 80 ermöglicht bei der Ausführungsform nach **Fig. 3** bei Kenntnis des Abstandes der Konditionierwalzen 38, 40 eine genaue Bestimmung des jeweiligen Masseflusses.

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

- DE 8302421 U1 [0003]
- DE 102010002509 A1 [0004]
- WO 2001/047342 A1 [0005]
- DE 102018205221 A1 [0005, 0032]
- DE 102013110636 A1 [0005]
- DE 102016211570 A1 [0005, 0031]
- DE 102019123947 A1 [0005]
- EP 2587662 A2 [0012]
- EP 2232978 [0032]
- EP 2982232 A2 [0032]
- EP 3646703 A1 [0032]
- DE 102018213215 A1 [0032]
- EP 3704930 A1 [0032]
- DE 10030505 A1 [0032]
- DE 102007018885 A1 [0032]
- EP 2361495 A1 [0032]
- EP 3542610 A1 [0032]

Patentansprüche

1. Antriebsanordnung einer mit zwei Konditionierwalzen (38, 40) ausgestatteten Konditioniereinrichtung (28) eines Feldhäckslers (10), wobei zumindest eine der Konditionierwalzen (40) über einen elektrischen Antriebsstrang drehzahlveränderbar antreibbar ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass der elektrische Antriebsstrang einen Elektromotor/Generator (80) zum Antrieb der Konditionierwalze (40) umfasst, der zum Bremsen der Konditionierwalze (40) als Generator betreibbar ist, wobei die erzeugte elektrische Energie in das Antriebssystem des Feldhäckslers (10) rückführbar ist.

2. Antriebsanordnung nach Anspruch 1, wobei der Elektromotor/Generator (80) durch einen Wandler (88) mit elektrischem Strom versorgbar ist und der Wandler (88) mit einer Kontrollelektronik (78) verbunden ist, die ihrerseits mit einem Drehzahlsensor (84) zur Erfassung der Drehzahl der drehzahlveränderbar antreibbaren Konditionierwalze (40) verbunden und konfiguriert ist, den Wandler (88) zu kommandieren, den Elektromotor/Generator (80) mit einer vorgebbaren Solldrehzahl rotieren zu lassen.

3. Antriebsanordnung nach Anspruch 2, wobei die Kontrollelektronik (78) konfiguriert ist, anhand von elektrischen Betriebswerten des Elektromotors/Generators (80) und/oder des Signals des Drehzahlsensors (84) zu erkennen, dass zum Einhalten der Solldrehzahl ein Bremsen der Konditionierwalze (40) erforderlich ist und in diesem Fall den Wandler (88) zu kommandieren, den Elektromotor/Generator (80) als Generator zu betreiben.

4. Antriebsanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der elektrische Antriebsstrang der Konditionierwalze (40) einen mit dem Elektromotor/Generator (80) über eine Stromleitung (92) verbundenen Generator umfasst, welcher in Antriebsverbindung mit einem Verbrennungsmotor (34) steht.

5. Antriebsanordnung nach Anspruch 4, wobei der Antrieb der anderen Konditionierwalze (38) über einen mechanischen Antriebsstrang erfolgt und der Generator ein Generator/Elektromotor (76) ist, der im Bremsbetrieb des Elektromotors/Generators (80) als Elektromotor betreibbar ist, der durch die rekuperierte Bremsenergie des Elektromotors/Generators (80) antreibbar ist und die Bremsenergie dem Antriebssystem des Feldhäckslers (10) zurückführt.

6. Antriebsanordnung nach Anspruch 4, wobei der Antrieb der anderen Konditionierwalze (38) über einen elektrischen Antriebsstrang erfolgt, dem im Bremsbetrieb des Elektromotors/Generators (80)

die rekuperierte Bremsenergie des Elektromotors/Generators (80) zuführbar ist.

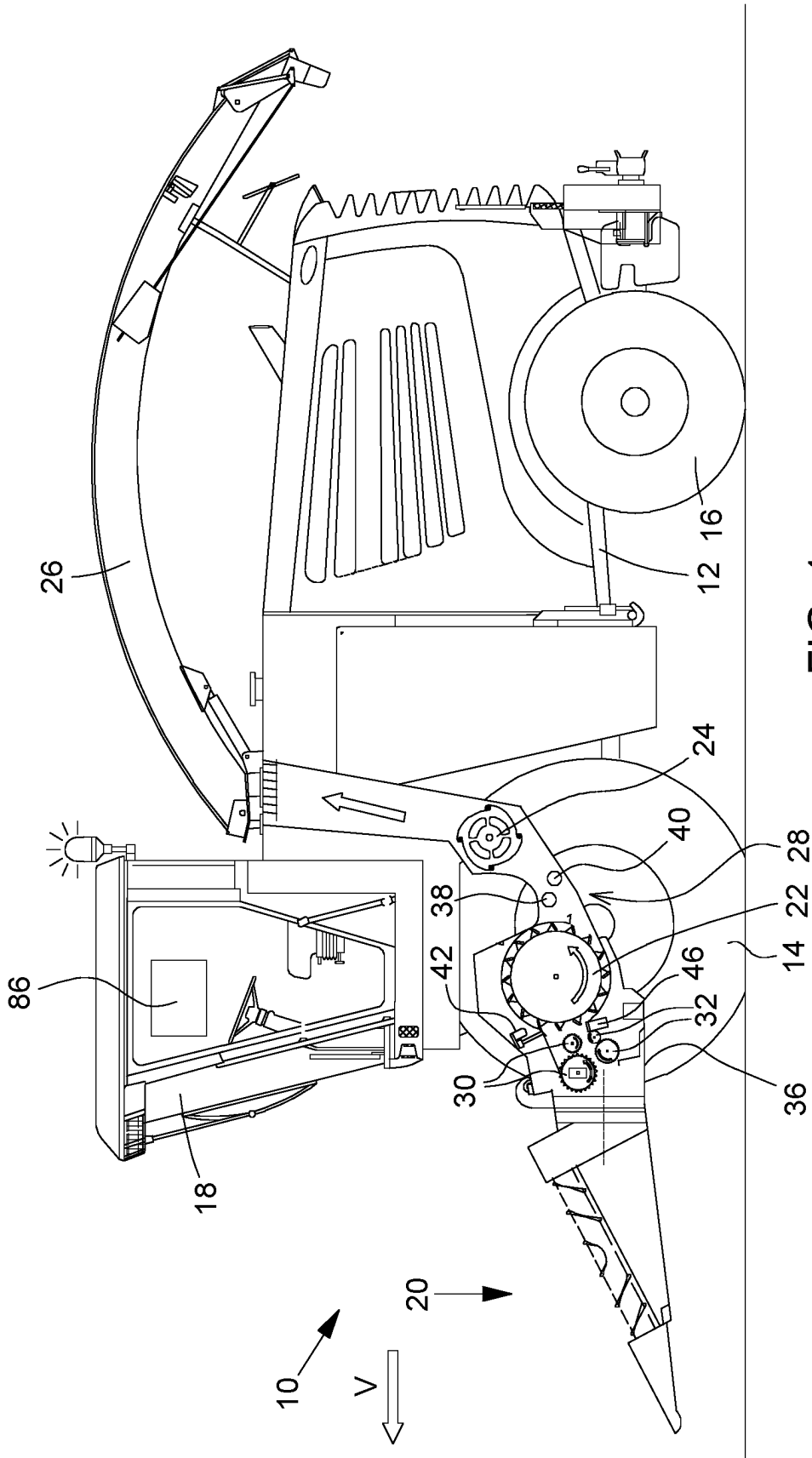
7. Antriebsanordnung nach einem der Ansprüche 2 bis 6, wenn zurückbezogen auf Anspruch 2, wobei die Kontrollelektronik (78) mit einer Bedienerchnittstelle (86) zur Eingabe einer Drehzahldifferenz der Konditionierwalzen (38, 40) verbunden und konfiguriert ist, die Solldrehzahl der über den elektrischen Antriebsstrang angetriebenen Konditionierwalze (40) anhand der eingegebenen Drehzahldifferenz und einer sensorisch erfassten Drehzahl der anderen Konditionierwalze (38) zu berechnen.

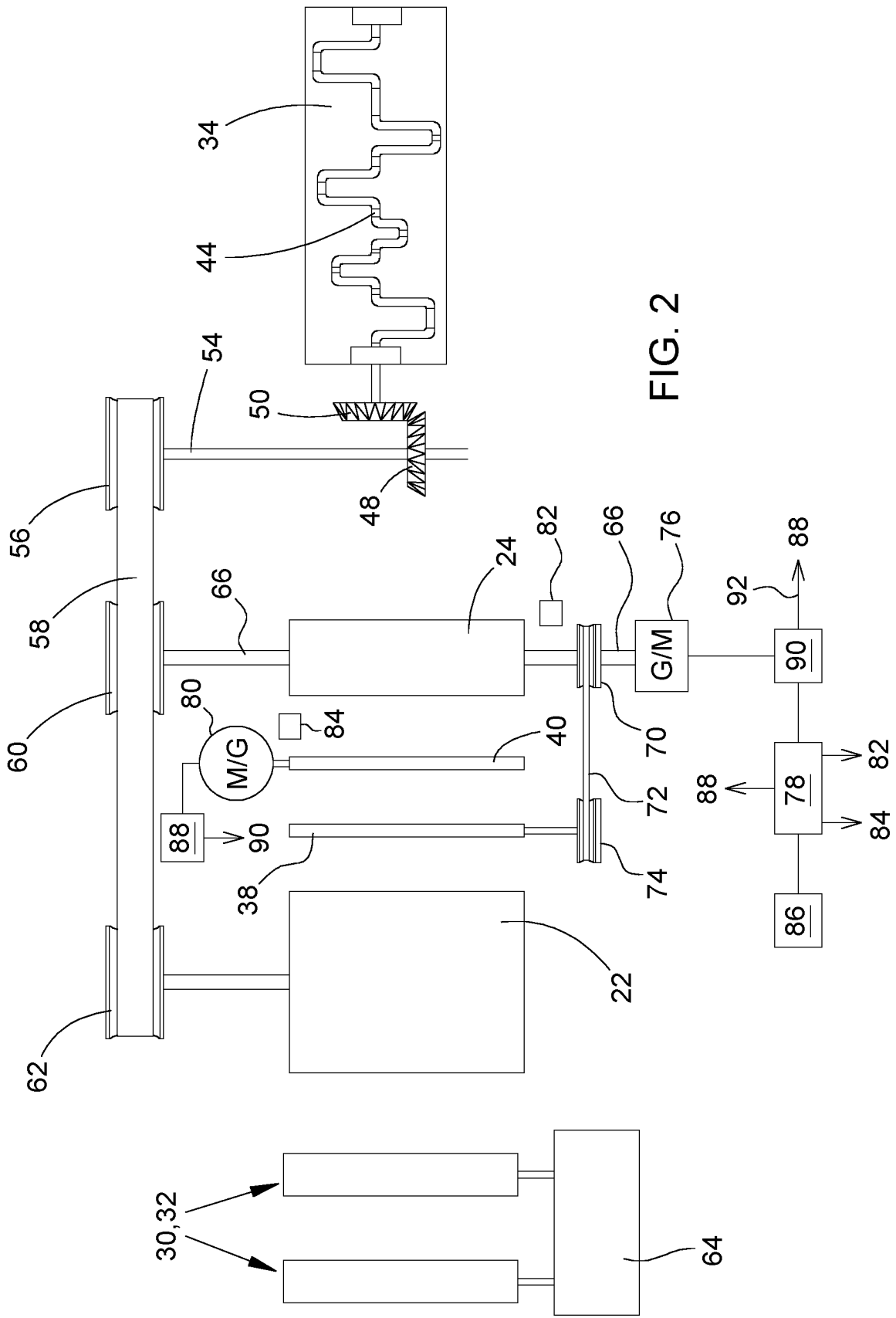
8. Antriebsanordnung nach einem der Ansprüche 2 bis 6, wenn zurückbezogen auf Anspruch 2, wobei die Kontrollelektronik (78) mit einer Sensorik zur Erkennung aufgeschlossener Körner und/oder von Ernteguteigenschaften verbunden und konfiguriert ist, die Solldrehzahl der über den elektrischen Antriebsstrang angetriebenen Konditionierwalze (40) anhand des Ausgangssignals der Sensorik zu berechnen.

9. Feldhäckslers (10) mit einer Konditioniereinrichtung (28) und einer Antriebsanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche.

Es folgen 3 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen





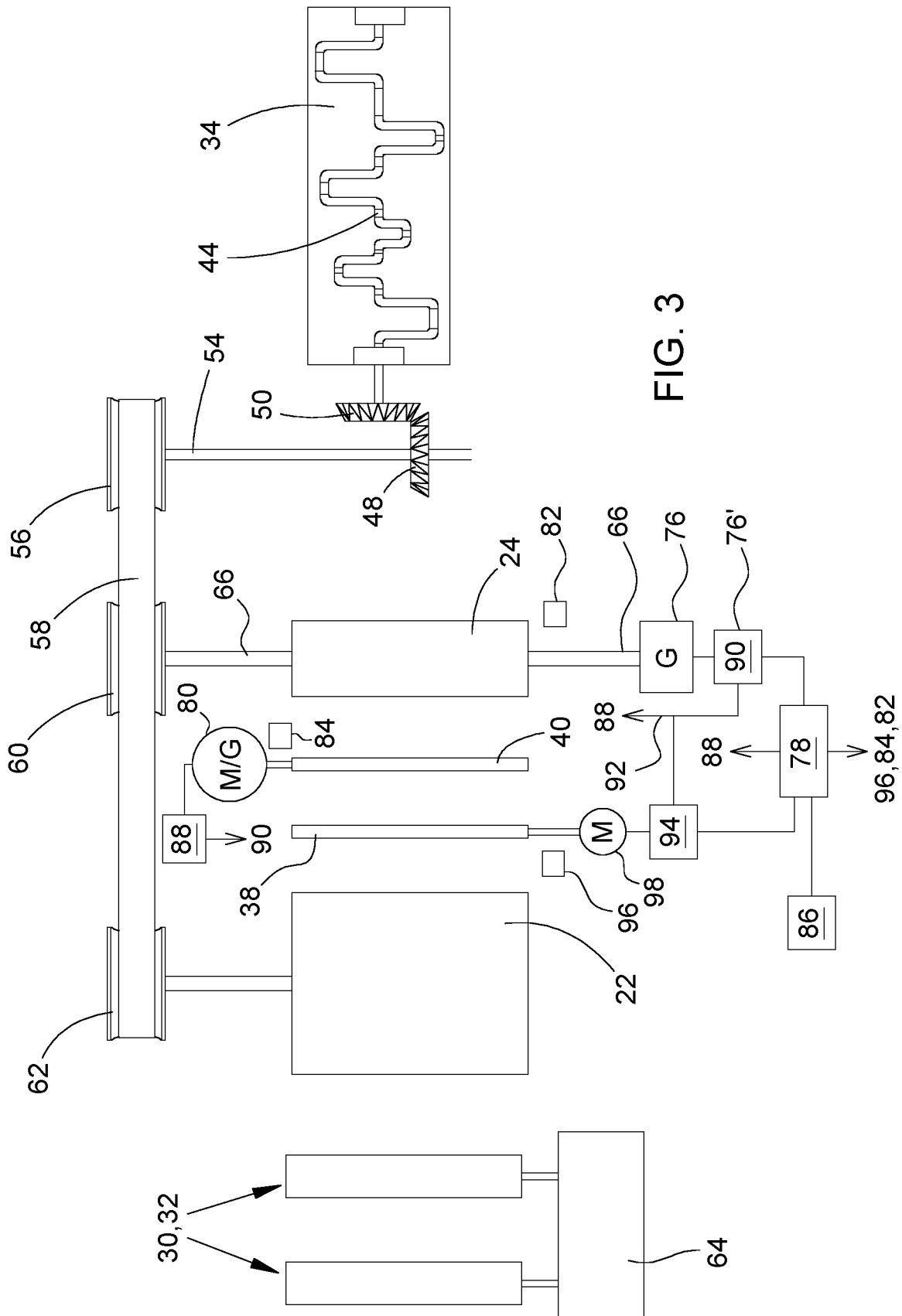


FIG. 3