

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公 開 特 許 公 報(A)

(11) 特許出願公開番号
特開2007-320502
(P2007-320502A)

(43) 公開日 平成19年12月13日(2007. 12. 13)

(51) Int.Cl.			F I			テーマコード (参考)		
B 6 2 D	11/08	(2006.01)	B 6 2 D	11/08	X	3 D 0 4 1		
B 6 0 W	10/00	(2006.01)	B 6 0 K	41/28		3 D 0 4 6		
B 6 0 W	10/04	(2006.01)	B 6 0 K	41/00	3 0 1 A	3 D 0 5 2		
B 6 0 W	10/18	(2006.01)	B 6 0 K	41/00	3 0 1 F	3 D 2 3 2		
B 6 0 W	10/20	(2006.01)	B 6 0 K	41/00	3 0 1 G			
審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 25 頁) 最終頁に続く								

(21) 出願番号	特願2006-155161 (P2006-155161)	(71) 出願人	000001236
(22) 出願日	平成18年6月2日(2006. 6. 2)		株式会社小松製作所
			東京都港区赤坂二丁目3番6号
		(74) 代理人	110000279
			特許業務法人ウィルフォート国際特許事務所
			所
		(72) 発明者	松田 智夫
			石川県小松市符津町ツ2 3 株式会社小松
			製作所粟津工場内
		Fターム(参考)	3D041 AA40 AB01 AC01 AC26 AD50
			AD51 AE02 AE41 AF01
			3D046 AA04 BB32 CC03 HH00 HH08
			HH21 HH22 HH36 JJ06 KK11
			LL02 LL14 LL22 LL41
			最終頁に続く

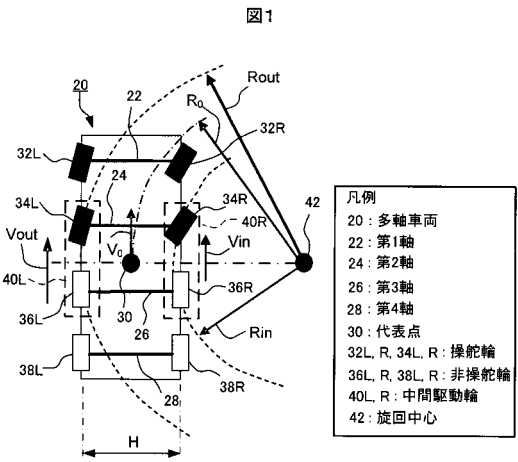
(54) 【発明の名称】 多軸車両及びその操舵制御装置

(57) 【要約】

【課題】 6輪車両や8輪車両のように3軸以上の車軸を有する多軸車両において、簡単な構成で小回り性能を向上させる。

【解決手段】 前方車軸22と後方車軸28の間に配置された1以上の中間車軸24、26に設けられた中間駆動輪34L、R、36L、Rを使って旋回を行なう。旋回を行う時、旋回外側の中間駆動輪34L、36Lの速度Voutを車速V0より高く制御し、かつ、旋回内側の中間駆動輪34R、36Rの速度Vinを車速V0より低く制御し、同時に、旋回内側の後方又は前方車輪36R又は32Rに制動をかける。旋回時、中間駆動輪34L、R、36L、R以外の駆動輪32L、R、38L、Rへの動力伝達を切って、これらの駆動輪を遊動状態にする。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

1以上の前方車軸（22）と1以上の後方車軸（28）と1以上の中間車軸（24、26）とを含む3以上の車軸を備えた多軸車両（20）において、

前記1以上の前方車軸（22）に設けられた1対以上の前方車輪（32L、32R）と

、

前記1以上の後方車軸（28）に設けられた1対以上の後方車輪（38L、38R）と

、

前記1以上の中間車軸（24、26）に設けられた1対以上の中間駆動輪（34L、34R、36L、36R）と

を備え、

前記前方車輪（32L、32R）と前記後方車輪（38L、38R）のうちの少なくとも1対の車輪（32L、32R）は操舵輪（32L、32R、34L、34R）であり、

旋回運動を行うときに、旋回の内側の中間駆動輪（34R、36R）の速度（ V_{in} ）を外側の中間駆動輪（34L、36L）の速度（ V_{out} ）より低くなるように制御するとともに、旋回の内側の後方又は前方車輪（34R又は32R）に選択的に制動をかける操舵制御装置（180）を更に備えた多軸車両。

10

【請求項 2】

請求項1記載の多軸車両（20）において、

前記前方車輪（32L、32R）と前記後方車輪（38L、38R）の少なくとも一部（32L、32R、38L、38R）は駆動輪であり、

20

前記操舵制御装置（180）は、

旋回運動を行うときに、前記前方車輪（32L、32R）及び前記後方車輪（38L、38R）の全てが遊動輪となるように、前記中間駆動輪以外の駆動輪（32L、32R、38L、38R）への駆動力の伝達を断つ動力伝達制御手段（192、64、74）を有する多軸車両。

【請求項 3】

請求項1記載の多軸車両において、

前から順に第1軸（22）、第2軸（24）、第3軸（26）及び第4軸（28）からなる、軸間距離がほぼ均等な、4つの車軸を備え、

30

前記第2軸（24）と第3軸（26）に設けられた2対の車輪（34L、34R、36L、36R）が前記中間駆動輪に相当し、

少なくとも前記第1軸（22）に設けられた少なくとも1対の車輪（32L、32R、34L、34R）が前記操舵輪に相当する多軸車両。

【請求項 4】

請求項1から3のいずれか一項記載の多軸車両において、

前記操舵制御装置（180）は、

前記操舵輪の操舵角（ ψ ）を検出する操舵角検出手段（186）と、

前記多軸車両の運転速度（ V_0 、 V_L 、 V_R ）を検出する運転速度検出手段（188、204、182L、182R、184L、184R）と、

40

前記操舵角検出手段によって検出される前記操舵角（ ψ ）と、前記運転速度検出手段によって検出される前記運転速度（ V_0 、 V_L 、 V_R ）とに基づき、前記内側の中間駆動輪の速度（ V_{out} ）と前記外側の中間駆動輪の速度（ V_{in} ）を制御する中間駆動輪速度制御手段（200、202、206）と

を有する多軸車両。

【請求項 5】

請求項4記載の多軸車両において、

中間駆動輪速度制御手段（200、202、206）は、前記操舵角検出手段によって検出された前記操舵角度（ ψ ）と、前記運転速度検出手段によって検出された前記運転速度（ V_0 、 V_L 、 V_R ）とに基づき、前記操舵輪による舵きりだけで旋回する場合の旋回半

50

径 (R) より小さい旋回半径 (R_{0S}) で旋回運動を行えるように、左側の中間駆動輪の目標速度 (V_{LS}) と右側の中間駆動輪の目標速度 (V_{RS}) を決定し、前記左側と右側の中間駆動輪の目標速度 (V_{LS} 、 V_{RS}) のうちの少なくとも一方に基づいて、前記内側と外側の中間駆動輪のそれぞれの速度 (V_{out} 、 V_{in}) を制御する多軸車両。

【請求項 6】

請求項 5 項記載の多軸車両において、

前記運転速度検出手段は、前記左側の中間駆動輪の速度 (V_L) と前記右側の中間駆動輪の速度 (V_R) をそれぞれ検出する中間駆動輪速度検出手段 ($182L$ 、 $182R$ 、 $184L$ 、 $184R$) を含み、

中間駆動輪速度制御手段は、旋回運動を行うとき、前記中間駆動輪速度検出手段により検出された前記左側と右側の中間駆動輪の速度 (V_L 、 V_R) のうちの前記外側の中間駆動輪の速度 (V_{out}) に相当する一方と、前記左側と右側の中間駆動輪の目標速度 (V_{LS} 、 V_{RS}) のうちの前記外側の中間駆動輪の目標速度 (V_{outS}) に相当する一方とに基づいて、前記内側と外側の中間駆動輪のそれぞれの速度 (V_{out} 、 V_{in}) を制御する多軸車両。 10

【請求項 7】

請求項 5 記載の多軸車両において、

前記運転速度検出手段は、前記多軸車両の代表点 (30) の速度 (V_0) を検出する手段 (188 、 204) を含み、

前記中間駆動輪速度制御手段は、旋回運動を行うとき、前記運転速度検出手段により検出された前記代表点の速度 (V_0) に基づいて、前記内側の中間駆動輪の速度 (V_{in}) が前記代表点の速度 (V_0) より低く且つ前記外側の中間駆動輪の速度 (V_{out}) が前記代表点の速度 (V_0) より高くなるように、前記内側と外側の中間駆動輪の速度 (V_{out} 、 V_{in}) を制御する多軸車両。 20

【請求項 8】

1 以上の前方車軸 (22) と 1 以上の後方車軸 (28) と 1 以上の中間車軸 (24 、 26) とを含む 3 以上の車軸と、前記 1 以上の前方車軸 (22) に設けられた 1 対以上の前方車輪 ($32L$ 、 $32R$) と、前記 1 以上の後方車軸 (28) に設けられた 1 対以上の後方車輪 ($38L$ 、 $38R$) と、前記 1 以上の中間車軸 (24 、 26) に設けられた 1 対以上の中間駆動輪 ($34L$ 、 $34R$ 、 $36L$ 、 $36R$) とを備え前記前方車輪 ($32L$ 、 $32R$) と前記後方車輪 ($38L$ 、 $38R$) のうちの少なくとも 1 対の車輪 ($32L$ 、 $32R$) は操舵輪である多軸車両 (20) のための操舵制御装置 (180) において、 30

前記多軸車両が旋回運動を行うときに、旋回の内側の中間駆動輪 ($34R$ 、 $36R$) の速度 (V_{in}) を外側の中間駆動輪 ($34L$ 、 $36L$) の速度 (V_{out}) より低くなるように制御する中間駆動輪速度制御手段と、

前記多軸車両が旋回運動を行うときに、旋回の内側の後方又は前方車輪 ($34R$ 又は $32R$) に選択的に制動をかける前後輪制動制御手段とを備えた、多軸車両の操舵制御装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、6 輪車両や 8 輪車両のように 3 軸以上の車軸を有する多軸車両に関し、特に多軸車両を小半径で旋回させるための操舵制御技術に関する。本発明は、例えば、軸間距離がほぼ均等な 4 車軸を有する 8 輪車両に好適である。

【背景技術】

【0002】

従来より、車両の旋回半径を小さくするための操舵装置が開発されている。特許文献 1 には、4 輪車両において、進行方向に対する前側旋回内輪に制動をかけることが開示されている。また、特許文献 2 には、同じく 4 輪車両において、進行方向に対する後側旋回内輪に制動をかけることが開示されている。

【0003】

ところで、6輪車両や8輪車両のように3軸以上の車軸を持つ多軸車両では、小半径での回転は4輪車より困難である。一例として、4車軸をもつ8輪車両を例に取って説明する。

【0004】

8輪車両では、通常、第1軸と第2軸からなる前2軸に結合された4輪が操舵輪であり、第3軸と第4軸からなる後2軸の4輪は非操舵輪である。前2軸の操舵輪の向きを変えることで、旋回が行なわれる。旋回中心は、前方の操舵輪である第1軸の内輪の中心軸の延長線と、非操舵輪である第3軸と第4軸間の中線の延長線の交点となるが、両線間のスパンが大きいため、旋回中心は車体からかなり離れ、よって、最小旋回半径が大きい。このような8輪車両に特許文献1, 2に開示された技術を応用して、旋回時に前2軸または後2軸の内輪に制動をかけたとしても、4輪車のように効果的に旋回半径が小さくならない。

10

【0005】

8輪車に関して、別の原理に基づく操舵装置が、例えば、非特許文献1の第34頁に開示されている。この記事によれば、ドイツで1975年に開発されたダイムラーベンツ社製の8輪車両「ルクス」に採用された操舵装置は、時速30km以下で操舵する時には、前2軸を転舵するだけでなく、後2軸を逆位相に転舵する。このように前2軸と後2軸を逆位相に転舵する操舵装置は、8WS(Eight Wheel Steering System)と呼ばれる。

【0006】

8WSを採用することにより、前2軸だけで操舵する場合と比べて、旋回中心が車体により近づき、最小旋回半径が小さくなる。

20

【特許文献1】特開平11-49019号公報(例えば、請求項1)

【特許文献2】特開平11-49020号公報(例えば、請求項1)

【非特許文献1】雑誌「PANZER」、2005年7月号、アルゴノート社(例えば、第34頁)

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

しかし、8WSでは、前2軸と後2軸を逆位相で転舵するための操舵装置の構造が複雑であり、また、車体の後2軸が配設された場所に操舵機構を収容する空間を設ける必要があるから、車体後部の乗員席や貨物室の容量が低減する虞がある。この問題に鑑み、本願の出願人は、先に特願2005-244283号「多軸車両及びその操舵制御装置」を出願し、そこには、4車軸を持ち、第2軸と第3軸の車輪が駆動輪(以下、「中間駆動輪」という)であり、第1軸と第4軸の車輪が遊動輪である8輪車両において、旋回運動を行うときに、旋回の内側の中間駆動輪にブレーキを作用させることで、小半径での旋回を可能にすることが提案されている。しかし、路面の摩擦係数がある程度以上に高くなると、旋回半径が期待するほどに小さくならないという問題がある。

30

【0008】

その原因は、次の通りと考えられる。内側の中間駆動輪にブレーキをかけて旋回をしようとするとき、路面の摩擦係数が高いほど、外側の中間駆動輪に供給されるトルクは大きくなる。ディフェレンシャルギアの働きにより旋回の外側と内側の中間駆動輪には同じ大きさのトルクが供給されるから、外側の中間駆動輪に供給されるトルクが大きくなると、内側の中間駆動輪に供給されるトルクも大きくなる。他方、発生できる最大のブレーキ力には限界がある。そのため、路面の摩擦係数が或る程度以上に高くなると、内側の中間駆動輪に供給されるトルクに比べてそこに加えられるブレーキ力が不足し、内側の中間駆動輪が十分に減速されない。

40

【0009】

本発明の目的は、6輪車両や8輪車両のように3軸以上の車軸を有する多軸車両において、効果的に小回り性能を向上させることにある。

50

【課題を解決するための手段】

【0010】

本発明は、本願と同じ出願人の先願である特願2005-244283号「多軸車両及びその操舵制御装置」にかかる発明に、さらに改良を加えたものである。本発明の一つの側面に従えば、多軸車両は、1以上の前方車軸と1以上の後方車軸と1以上の中間車軸とを含む3以上の車軸と、前方車軸に設けられた1対以上の前方車輪と、後方車軸に設けられた1対以上の後方車輪と、中間車軸に設けられた1対以上の中間駆動輪とを備え、前方車輪と後方車輪のうちの少なくとも1対の車輪は操舵輪であり、そして、旋回運動を行うときに、旋回の内側の中間駆動輪の速度を外側の中間駆動輪の速度より低くなるように制御するとともに、旋回の内側の後方又は前方車輪に選択的に制動をかける操舵制御装置を更に備える。 10

【0011】

この多軸車両によれば、前方車軸と後方車軸との間に配置された1以上の中間車軸に設けられた1対以上の中間駆動輪を使って、前進時にも後退時にも旋回運動を行なうことができる。旋回外側の中間駆動輪と内側の中間駆動輪の速度をどのように異ならせるかを制御することで、旋回半径の大きさが制御できる。そのため、操舵輪による舵きりだけで旋回する場合より小さい旋回半径で旋回することが可能である。また、旋回の内側の後方又は前方車輪に選択的に制動をかけることにより、車体のヨー方向の旋回モーメントが増大するので、路面と車輪との間の摩擦力が大きい場合にも、小さい旋回半径で旋回することが可能である。 20

【0012】

中間駆動輪以外に、前方車輪と後方車輪の内の少なくとも一部の車輪が駆動輪である場合には、前記操舵制御装置は、旋回運動を行うときに、前記中間駆動輪以外の駆動輪への駆動力の伝達を断ち、それにより、前方車軸及び後方車軸の双方に設けられた車輪が遊動輪となるように制御することができる。これにより、制動をかけられてない前方車輪及び後方車輪の全てが、中間駆動輪による旋回運動の支障を与えることが防止されるので、小半径での旋回がより容易になる。

【0013】

好適な実施形態では、前から順に第1軸、第2軸、第3軸及び第4軸からなる、軸間距離がほぼ均等な、4つの車軸を備えた8輪車両に、本発明が適用される。この8輪車両では、4対の車輪の全部が駆動輪であり、第1軸と第2軸の2対の車輪が操舵輪であり、第2軸と第3軸の2対の車輪が中間駆動輪である。そして、その2対の中間駆動輪を使って小半径の旋回を行なうことができ、かつ、2対の中間駆動輪で旋回を行なっている間、第1軸と第4軸の2対の駆動輪は、そこへの動力伝達が切断されて、遊動状態になる。 30

【0014】

このような4軸車両だけでなく、3軸車両や、5軸以上の車軸を持つ車両にも、本発明は適用可能である。

【0015】

本発明に従う多軸車両の操舵制御装置は、操舵輪の操舵角を検出する操舵角検出手段と、多軸車両の運転速度を検出する運転速度検出手段と、操舵角検出手段によって検出される操舵角と、運転速度検出手段によって検出される運転速度とに基づき、内側の中間駆動輪の速度と外側の中間駆動輪の速度を制御する中間駆動輪速度制御手段とを有することができる。この構成によれば、前進・後退にかかわらず検出された操舵角度や車速（車両代表点速度）などの現在の運転状態に応じて、内側と外側の中間駆動輪の速度が制御されるので、現在の運転状態に適した旋回半径やヨー角速度などの旋回条件で旋回運動を行なうことが可能であり、よって、旋回時における操作性、操縦性ならびに安定性を得ることができる。 40

【0016】

上述したように検出された現在の運転条件（操舵角度や運転速度など）に基づいて内側と外側の中間駆動輪の速度を制御する場合、その運転条件の下で操舵輪による舵きりだけ 50

で旋回したとした場合の旋回半径（通常旋回半径）より小さい旋回半径で旋回運動が行えるように、左側と右側の中間駆動輪のそれぞれの目標速度を決定し、それぞれの目標速度を使って内側と外側の中間駆動輪のそれぞれの速度を制御するようにすることができる。例えば、好適な実施形態では、検出された運転条件から定まる通常旋回半径に、1.0より小さい係数（例えば、0.8程度）を乗算して目標旋回半径を決定し、その小さい目標旋回半径で旋回できるように左側と右側の中間駆動輪のそれぞれ目標速度が決定される。その結果、操舵輪による舵きりだけで旋回する場合より小さい旋回半径での旋回が自動的に実現される。

【0017】

好適な実施形態では、運転速度検出手段は、左側の中間駆動輪の速度と右側の中間駆動輪の速度をそれぞれ検出する。そして、中間駆動輪速度制御手段は、旋回運動を行うとき、検出された左側と右側の中間駆動輪の速度のうち、外側の中間駆動輪の速度に相当する一方が、上述した左側と右側の中間駆動輪の目標速度のうち、外側の中間駆動輪の目標速度に相当する一方とに基づいて、旋回内側と外側の中間駆動輪のそれぞれの速度を制御する。この構成によれば、特に極低速で旋回する場合、所望精度で車輪速度を検出するための所要時間が長くなって制御応答性が低下しても、左右の駆動輪のうちより高速である方の旋回外側の駆動輪の検出速度に基づいて制御が行なわれるので、制御応答性の低下の問題を緩和することができる。

【0018】

また、好適な実施形態では、上記運転速度検出手段は、多軸車両の代表点の速度を検出する手段を含み、中間駆動輪速度制御手段は、旋回運動を行うとき、検出された代表点の速度に基づいて、内側の中間駆動輪の速度が代表点の速度より低く且つ外側の中間駆動輪の速度が代表点の速度より高くなるように、内側と外側の中間駆動輪の速度を制御する。この構成により、検出された代表点の速度（現在の車速）に適した旋回半径やヨー角速度などの旋回条件で旋回運動を行なうことが可能であり、旋回時における操作性、操縦性ならびに安定性を得ることができる。

【0019】

本発明に従う多軸車両は、左側の中間駆動輪と右側の中間駆動輪と左側の後方車輪（または前方車輪）と右側の後方車輪（または前方車輪）をそれぞれ独立して制動する制動手段を備え、操舵制御装置は、その制動手段を制御する制動力制御手段を有するように構成されてもよい。制動力制御手段は、旋回運動を行なうとき、左側と右側の中間駆動輪にそれぞれ加えられる制動力を調整することができ、また、旋回方向内側の後方車輪（または前方車輪）にも制動力を加えて、その制動力も調整することができる。この構成によれば、前進・後退にかかわらず、左右の中間駆動輪への制動力の調整により、旋回運動を、例えば次のように制御することができる。

【0020】

すなわち、好適な実施形態では、内側と外側の中間駆動輪がディファレンシャルギアを介して結合されている。そして、上記制動力制御手段は、旋回運動を行なうとき、内側と外側の中間駆動輪の速度を異ならせるために、内側の中間駆動輪に制動力を与えるよう前記制動手段を制御する。この構成によれば、内側の中間駆動輪に制動力を与えることで、内側の中間駆動輪の速度を落とし、同時に外側の中間駆動輪の速度を上げて、旋回半径を小さくすることができる。

【0021】

さらに、好適な実施形態では、上記制動力制御手段が、内側の中間駆動輪がロックしたことを検出する内輪ロック検出手段と、旋内側の中間駆動輪のロックが検出されたとき、内側の中間駆動輪の制動を緩和するとともに、外側の中間駆動に制動力を与えるよう制動手段を制御する内輪ロック解除手段とを有する。この構成によれば、外側の中間駆動輪に制動力を与えることで、内側の駆動輪に生じた車輪ロックを解除することができる。これにより、旋回中に車輪に無理な横力が働くのを防止するとともに、路面状況に応じて旋回半径が大きくばらつくことを予防できる。

【 0 0 2 2 】

このように、本発明にかかる多軸車両の好適な実施形態は、上述した制動力制御手段の働きによって、安定な走行状態を保ちながら旋回半径を小さくすることができるとともに、路面と車輪との間の摩擦力が大きい場合にも、旋回半径を小さくすることができる。

【 0 0 2 3 】

また、上述した制動力制御手段は、内側と外側の中間駆動輪にそれぞれ加えられる制動力を制御するために、内側と外側の中間駆動輪をそれぞれ制動する時間を制御するように構成されてよい。その場合、制動力制御手段は、パルス幅制御の方法により周期的に制動と非制動を交互に繰り返し、内側と外側の中間駆動輪の速度を制御するために1周期内の制動時間のデューティ比を制御し、また、中間駆動輪のロックを防止するために各周期の長さを制御するように構成されてよい。このようなパルス幅制御の方法を採用し、中間駆動輪の速度制御をデューティ比の調整で行い、ロック防止を周期の調整で行なうことにより、安定した制御を実現することができる。

10

【 0 0 2 4 】

本発明の別の側面に従えば、上述したよう多軸車両における操舵制御装置が提供される。

【 発明の効果 】

【 0 0 2 5 】

本発明によれば、3軸以上の車軸を有する多軸車両において効果的に小回り性能を向上させることができる。

20

【 発明を実施するための最良の形態 】

【 0 0 2 6 】

以下、図面を参照して、本発明の実施形態にかかる多軸車両の操舵制御装置について説明する。

【 0 0 2 7 】

まず、図1を参照して、本発明の実施形態にかかる多軸車両における操舵制御の概要を説明する。

【 0 0 2 8 】

図1に示すように、この実施形態にかかる多軸車両20は、前から順に第1軸22、第2軸24、第3軸26及び第4軸28からなる4車軸を備えた8輪車両である。4車軸22、24、26、28の軸間距離はほぼ均等であって、第1、2軸22、24間距離が短く、第2、3軸24、26間距離が長く、かつ第3、4軸26、28間距離が近いというような車軸配置ではない。必ずしも、軸間距離がほぼ均等であるという車軸配置でなければ本発明が適用できないわけではないが、この車軸配置は、本発明による小回り性能の向上という効果を得るために好ましいものである。

30

【 0 0 2 9 】

第1軸22と第2軸24からなる前2軸に設けられた2対の車輪32L、32R、34L、34Rは、アッカーマンリンク（図示せず）に結合された方向可変の操舵輪である。他方、第3軸26と第4軸28からなる後2軸に設けられた2対の車輪36L、36R、38L、38Rは、方向不変の非操舵輪である。また、第2軸24と第3軸26とからなる中間2軸に設けられた2対の車輪34L、34R、36L、36Rは、エンジン（図示せず）からの駆動力を受ける駆動輪である（以下、「中間駆動輪」という）。また、前方の第1軸22の左右車輪（以下、「前方車輪」という）32L、32Rと、後方の第4軸28の左右車輪（以下、「後方車輪」という）38L、38Rは、いずれも、後に説明するクラッチにより、駆動輪と遊動輪とに切り替えることができる。

40

【 0 0 3 0 】

この実施形態にかかる多軸車両20に搭載された、本発明の原理に従う旋回制御装置は、操舵輪32L、32R、34L、34Rの旋回操舵が行なわれると（つまり、旋回運動を行うとき）、左側の中間駆動輪34L、36Lと右側の中間駆動輪34R、36Rの内の旋回内側の方に制動をかけることにより、旋回内側の中間駆動輪の速度が旋回外側の

50

中間駆動輪の速度より低くなるように制御する。左側の中間駆動輪 34 L、36 L と右側の中間駆動輪 34 R、36 R との間の速度差により、強制的に多軸車両 20 の進路が変更されるので、操舵輪 32 L、32 R、34 L、34 R の舵きりのみで旋回する場合より小さい半径で、多軸車両 20 が旋回する。

【0031】

一例として、右方向に旋回する場合を想定して、より具体的に説明する。この場合、旋回内側（右側）の中間駆動輪 34 R、36 R に制動がかけられ、それにより、旋回外側（左側）の中間駆動輪 34 L、36 L は高い走行速度 V_{out} で走行するように回転速度が制御され、これに対し、旋回内側（右側）の中間駆動輪 34 R、36 R は低い走行速度 V_{in} で走行するように回転速度が制御される。ここで、旋回外側の 2 つの中間駆動輪 34 L、36 L は、まとめて、巨大な 1 つの中間駆動輪 40 L とみなすことができ、同様に、旋回内側の 2 つの中間駆動輪 34 R、36 R も、まとめて、巨大な 1 つの中間駆動輪 40 R とみなすことができる。従って、外側と内側の巨大な中間駆動輪 40 L と 40 R がそれぞれ異なる走行速度 V_{out} と V_{in} で走行するとみなすことができ、旋回外側の中間駆動輪 34 L、36 L（40 L）が描く旋回半径は概ね図示のような大半径 R_{out} となり、旋回内側の中間駆動輪 34 R、36 R（40 R）が描く旋回半径は概ね図示のような小半径 R_{in} となる。

【0032】

ここで、多軸車両 20 の代表点 30 を多軸車両 20 の車体の長さの中央付近に設けた場合、この代表点 30 の走行速度 V_0 と旋回半径 R_0 と旋回のヨー角速度 ω について、次の関係式 100 が近似的に成立する。式 100 において、記号 H は、左右の中間駆動輪 40 L、40 R 間の距離を表し、この距離 H は概略的には車体の幅にほぼ相当する（以下、この距離 H を「車幅」という）。

【数 1】

$$\frac{V_{out}}{R_{out}} = \frac{V_{in}}{R_{in}} = \frac{V_0}{R_0} = \frac{V_{out} - V_{in}}{H} = \omega \quad (100)$$

【0033】

ここで、代表点 30 は車体の中央付近に配置されているから、代表点 30 の旋回半径 R_0 は、次式 102 で表される。

【数 2】

$$R_0 = \frac{R_{out} + R_{in}}{2} \quad (102)$$

【0034】

よって、次の関係式 104 が近似的に成立する。

【数 3】

$$\frac{V_{out} + V_{in}}{2} = V_0 \quad (104)$$

【0035】

この実施形態にかかる多軸車両 20 では、左側の中間駆動輪 34 L、36 L と右側の中間駆動輪 34 R、36 R がそれぞれディファレンシャルギヤで連結され、それらのディファレンシャルギヤの入力軸にトランスミッションの出力軸の回転速度が与えられる。この場合、多軸車両 20 が直進走行する時の走行速度 V_d は下式 106 で与えられる。

【数 4】

$$\frac{V_{out} + V_{in}}{2} = V_d \quad (106)$$

【0036】

上記の式 104 と式 106 から、 $V_0 = V_d$ であり、代表点 30 の走行速度 V_0 は、トランスミッションの出力軸の回転速度から読み取ることができる。

【0037】

代表点 30 の走行速度（以下、「代表速度」という） V_0 が或る値である時、旋回外側の中間駆動輪 34 L、36 L の走行速度（以下、「外側中間駆動輪速度」という） V_{out} を代表速度 V_0 より大きい或る値になるよう制御すれば、旋回内側の中間駆動輪 34 R、36 R の走行速度（以下、「内側中間駆動輪速度」という） V_{in} は、上記式 2 に従って自動的に、代表速度 V_0 より低い或る値に決まる。或いは、旋回内側の中間駆動輪 34 R、36 R に制動力を加えて、内側中間駆動輪速度 V_{in} を代表速度 V_0 より低い値に制御すれば、自動的に、外側中間駆動輪速度 V_{out} は、上記式 104 に従って自動的に、代表速度 V_0 より高い値に制御される。

【0038】

このように旋回時に内側中間駆動輪速度 V_{in} と外側中間駆動輪速度 V_{out} を異なる値に制御することにより、式 100 と式 102 により導かれる次の式 108 により決まる旋回半径 R_0 に近い半径で、多軸車両 20 が旋回する。

【数 5】

$$\begin{aligned} R_0 &= \frac{H(V_{out} + V_{in})}{2(V_{out} - V_{in})} \\ &= \frac{H \cdot V_0}{2(V_{out} - V_0)} \quad (108) \\ &= \frac{H \cdot V_0}{2(V_0 - V_{in})} \end{aligned}$$

【0039】

さて、上述したように旋回内側の中間駆動輪に制動をかけることで、旋回半径を小さくすることができる。しかし、路面と車輪との間の摩擦力が程度に大きい場合には、小半径での旋回に必要な内側中間駆動輪への制動力が不足して、旋回半径を小さくしていくという問題が生じる。この問題を解消するために、この実施形態では、旋回制御装置は、旋回を行なう時、旋回内側の中間駆動輪に制動をかけるだけでなく、この制動動作とほぼ同時に、前方車輪 32 L、32 R 又は後方車輪 38 L、38 R の内の旋回内側の車輪（例えば、後方車輪 38 L、38 R の旋回内側車輪にのみ）にも選択的に制動をかけて、旋回内側の車輪の速度を旋回外側の車輪の速度より低く制御する。例えば、右方向へ旋回する場合には、右側の前方車輪 32 R 又は後方車輪 38 R（例えば、右側の後方車輪 38 R）に選択的に制動をかける。これにより、旋回内側の中間駆動輪にのみ制動をかける場合よりも、車体のヨー方向の旋回モーメントが増大するので、路面と車輪との間の摩擦力が大きい場合であっても、小さい半径で旋回することが容易になる。尚、車体の安定性や制御の容易性などの観点から、旋回内側の前方車輪と後方車輪の内、後方車輪にのみ制動をかけることが望ましいが、必ずしもそうしなければならないわけではなく、旋回内側の前方車輪にのみ制動をかけてもよいし、或いは、旋回内側の前方車輪と後方車輪の双方に制動をかけてもよい。

【 0 0 4 0 】

ところで、上述した内側の中間駆動輪 3 4 R、3 6 R に制動力を加える制御において、中間駆動輪 3 4 R、3 6 R に制動をかけすぎてその車輪速度 V_{in} がその目標値より低下してロックしそうな場合、ディファレンシャルギアの作用で、外側中間駆動輪速度 V_{out} がその目標値を超過してしまい、適正な半径と角度速度での旋回ができないことになる。この問題を解決するため、この実施形態にかかる多軸車両 20 の操舵制御装置は、外側中間駆動輪速度 V_{out} がその目標値を大きく超過してしまった場合（或は、内側中間駆動輪速度 V_{in} が車輪ロックが生じそうなほどに低下した場合）には、外側の中間駆動輪 3 4 L、3 6 L に制動力を与えることで、ディファレンシャルギアから内輪側に加速トルクを与え、下がり過ぎた内側中間駆動輪速度 V_{in} を上昇させて目標値へ戻すことができる。

10

【 0 0 4 1 】

このように、この実施形態にかかる多軸車両 20 の操舵制御装置は、内側の中間駆動輪 3 4 R、3 6 R と外側の中間駆動輪 3 4 L、3 6 L のそれぞれに独立して制動力を加えることにより、所望の旋回半径と角速度での旋回を可能にする。

【 0 0 4 2 】

中間駆動輪速度 V_{in} 、 V_{out} を検出するための速度センサの構成には、種々のバリエーションが採用できる。この実施形態にかかる多軸車両 20 では、一例として、各間駆動輪に取り付けた磁性体の歯車の回転を、磁気回路等を用いた電磁ピックアップでパルス信号として取り込み計数するという構成の磁気式の回転数センサを採用する。この磁気式の回転数センサは、光学的なロータリエンコーダを用いた光学式の回転数センサに比した場合、堅牢であるという利点を持つが、反面、構造的に角度分解能を非常に高くすることが難しい。そのため、磁気式の回転数センサによると、車輪の速度が低下するほど、パルス信号の発生間隔が長くなり、十分な精度で速度を検出するために必要な数のパルス信号を計数する所要時間が長くなり、操舵制御装置の応答時間が長くなる。この問題を軽減するため、この実施形態にかかる多軸車両 20 の操舵制御装置は、左側の中間駆動輪 3 4 R、3 6 R と右側の中間駆動輪 3 4 L、3 6 L の双方にそれぞれ取り付けられた速度検出装置を備え、そして、旋回時には、旋回方向に応じて（例えば、操舵輪の操舵角に基づいて）、左側の中間駆動輪 3 4 R、3 6 R と右側の中間駆動輪 3 4 L、3 6 L のうちから外側の中間駆動輪（つまり、より高速に回転する方の駆動輪）を選択し、その外側の中間駆動輪に設けられた速度検出装置からのパルス信号に基づいて計算される外側の中間駆動輪速度 V_{out} を用いて、上述したような操舵制御を行なう。これにより、低速運転時の制御応答性の低下を軽減することができる。

20

30

【 0 0 4 3 】

さらに、滑りやすいなどの路面状況下では、内側中間駆動輪に過剰な制動力をかけると内側中間駆動輪がロックしてしまう。そこで、この実施形態にかかる多軸車両 20 の操舵制御装置は、内側中間駆動輪速度 V_{in} を、内側中間駆動輪のロック状態を検出するために利用する。そして、中間駆動輪のロックが検出された場合には、操舵制御装置は、内側中間駆動輪の制動を一時的に中止するとともに、外側中間駆動輪に一時的に制動力を加えることで、ディファレンシャルギアからのトルクによって、内側中間駆動輪のロックを解除する。

40

【 0 0 4 4 】

車輪のブレーキの構成には、種々のバリエーションが採用できる。この実施形態にかかる多軸車両 20 では、一例として、乾式のエアブレーキを使用する。乾式のエアブレーキの場合、ブレーキ内部の摩擦係数がブレーキの発熱によって変化して制動力を線形に制御することが難しく、また、エア配管の圧力伝達に応答遅れが存在する。そのため、制動力そのものをフィードバック制御すると、制御が発散するおそれがある。そこで、この実施形態にかかる多軸車両 20 の操舵制御装置は、回転数センサからのフィードバックに基づいて、適当なタイミングでブレーキを ON-OFF 制御するための構成を備える。具体的には、エア圧を増圧するための電磁弁を励磁する時間 T_{on} （つまり、ブレーキを ON にする時間であり、以下、「ブレーキオン時間」という）と、励磁を行なわない時間 T_{off} （つまり、

50

ブレーキをOFFにする時間であり、以下、「ブレーキオフ時間」という)との間のデューティ比 $S = T_{on} / (T_{on} + T_{off})$ と、ON-OFF周期 $T = (T_{on} + T_{off})$ とが、フィードバック制御により自動調整される。

【0045】

次に、本発明の一実施形態にかかる多軸車両20及び操作制御装置について、より具体的に説明する。

【0046】

図2は、本発明の一実施形態にかかる多軸車両20の車輪駆動機構の構成を示す平面図である。図3A~図3Cは、この多軸車両20の旋回時(右旋回時)の車輪駆動機構の状態を示す。

10

【0047】

図2に示すように、エンジン(図示省略)により駆動されるトランスミッション50の出力軸52が分配ギヤ54に接続され、分配ギヤ54の2つの出力軸56、58がそれぞれ第2軸24と第3軸26のディファレンシャルギヤ60、70に接続される。ここで、分配ギヤ54の構成には、ディファレンシャルギヤあるいは単なる等速分配ギヤを用いることができるが、この実施形態では説明を簡単にするため、入力軸52と2つの出力軸56の回転数が等しい等速分配ギヤを用いるものとする。

【0048】

分配ギヤ54の出力軸56は、第2軸24のディファレンシャルギヤ60に接続されてこれを駆動するだけでなく、第2軸24のディファレンシャルギヤ60を貫通して、第1軸駆動クラッチ64の入力軸62に接続され、第1軸駆動クラッチ64の出力軸66は、第1軸22のディファレンシャルギヤ68に接続される。同様に、分配ギヤ54の出力軸58は、第3軸26のディファレンシャルギヤ70に接続されるだけでなく、第3軸26のディファレンシャルギヤ70を貫通して、第4軸駆動クラッチ74の入力軸72に接続され、第4軸駆動クラッチ74の出力軸76は第4軸28のディファレンシャルギヤ78に接続される。

20

【0049】

従って、第2軸24と第3軸26は常に分配ギヤ54からの動力により駆動されるので、第2軸24と第3軸26に結合された4つの中間駆動輪34L、34R、36L、36Rは常に駆動輪である。これに対し、第1軸24に結合された前方車輪32L、32Rは、第1軸駆動クラッチ64が接続されているときは駆動輪であるが、第1軸駆動クラッチ64が切り離されているときには遊動輪である。同様に、第4軸28に結合された後方車輪38L、38Rも、第4軸駆動クラッチ74が接続されているときは駆動輪であるが、第4軸駆動クラッチ74が切り離されているときには遊動輪である。

30

【0050】

この実施形態にかかる多軸車両20の操舵制御装置は、中間駆動輪34L、34R、36L、36Rの内の旋回内側の車輪、例えば右旋回の場合は右側中間駆動車輪34R、36Rに制動をかけることにより、上記の原理により旋回運動を行う。このように旋回運動を行なっている間、操舵制御装置は、第1軸駆動クラッチ64と第4軸駆動クラッチ74の双方を切り離して、図3Aに示すように、前方車輪32L、32Rと後方車輪38L、38Rの全てを遊動状態にするともに、旋回内側の後方車輪、例えば右旋回の場合は右側後方車輪38R、に制動をかける。つまり、旋回内側の中間駆動車輪34R、36Rと後方車輪38Rに同時に制動がかけられるとともに、前方車輪32L、32Rと後方車輪38L、38Rの全てが遊動輪に切替えられる。制動をかけられた右側後方車輪38Rは、車体を後方へ引くので、車体のヨー方向の旋回モーメントが増大する。また、遊動状態にある前方車輪32L、32Rと旋回外側の後方車輪38Lは、エンジンの回転数に拘束されず、路面から受ける力で自由に回転できるので、車体の旋回運動を妨げない。尚、変形例として、図3Bに示すように、旋回内側の中間駆動車輪34R、36Rと前方車輪32Rに同時に制動をかけるようにしてもよいし、或いは、図3Cに示すように、旋回内側の中間駆動車輪34R、36Rと前方車輪32Rと後方車輪38Rとに同時に制動をかけるように

40

50

してもよい。

【0051】

図4は、この実施形態にかかる多軸車両20に搭載されたエアブレーキの配管システムのうち、本発明の説明に必要な部分だけを示す。

【0052】

図4に示すように、8つの車輪のブレーキシリンダ110L、R～116L、Rは、1つのブレーキペダル118により操作されるブレーキバルブ120の出力である2系統のブレーキ配管140、150のいずれかに接続されている。運転者がブレーキペダル118を踏めば、エアタンク（図示せず）から供給された元配管160の高圧空気が8つのブレーキシリンダ110L、R～116L、Rの全てに供給されて、8車輪全てに制動力が加えられ、他方、運転者がブレーキペダル118から足を離せば、8つのブレーキシリンダ110L、R～116L、R内の高圧空気がブレーキバルブ120を通じて大気へ放出されて（点線矢印参照）、8車輪全ての制動力が消失する。

10

【0053】

8つの車輪のブレーキシリンダ110L、R～116L、Rへの配管には、それぞれ、自動増圧制御弁121L、R～126L、R、自動増圧チェックバルブ141L、R～146L、R、手動増圧チェックバルブ151L、R～156L、Rならびに減圧絞り161L、R～166L、Rが設けられている。上述したブレーキペダル118の操作に応答したエア供給とは独立して、自動増圧制御弁121L、R～124L、Rの各々の開閉によっても、元配管160の高圧空気が8つのブレーキシリンダ110L、R～116L、Rの各々へ供給されるようになっている。すなわち、自動増圧制御弁121L、R～126L、Rの各々を他の自動増圧制御弁から独立して励磁することにより、8つの車輪の各々に他の車輪から独立して制動力を加えることができる。

20

【0054】

以下、第2軸右側車輪34R用のブレーキ系統を例にとり、図5～図8を用いて、自動増圧制御弁の働きを説明する。

【0055】

図5と図6は、ブレーキペダル118が踏まれていないときに自動増圧制御弁122Rを開閉した場合の動作を示す。

【0056】

ブレーキペダル118が踏まれていないときに、自動増圧制御弁122Rが励磁されて開くと、図5に示すように、元配管160からの高圧空気が自動増圧制御弁122Rと自動増圧チェックバルブ142Rを通過してブレーキシリンダ112Rに流入する（矢印170）とともに、その一部が減圧絞り162Rとブレーキバルブ120を通過して大気に放出される（矢印172）。自動増圧制御弁122Rの配管抵抗は減圧絞りに比べて十分低いので、自動増圧制御弁122Rを励磁し続けられれば、ブレーキシリンダ112Rにはエアタンクの高圧空気とはほぼ同じ圧力を加えることができる。その後、自動増圧制御弁122Rが遮断されると、図6に示すように、ブレーキシリンダ中112Rの高圧空気が減圧絞り162Rとブレーキバルブ120を通過して大気に放出される（矢印172）。

30

【0057】

図7は、自動増圧制御弁の励磁に伴うブレーキシリンダ内の圧力変化と制動力の時間的な関係を示したものである。

40

【0058】

図7に示すように、時刻t0で自動増圧弁の励磁がオンされると、配管中の空気の伝播遅れ時間（例えば、約20～30ミリ秒）後に、ブレーキシリンダ圧力が上昇し始める（時刻t1）。ブレーキシリンダ圧力が所定のオフセット圧よりも高くなると、ブレーキ内部でバネを開放しようとする内蔵バネの力に打ち勝ってブレーキが閉まり、制動力が発生し始める（時刻t2）。

【0059】

その後、時刻t3で自動増圧弁の励磁がオフされると、配管中の空気の伝播遅れ時間後、

50

ブレーキシリンダ圧力が低下し始める(時刻 t_4)。これは、ブレーキシリンダ中の高圧空気が減圧絞りとブレーキバルブを通して大気に放出されるために圧力が低下するものである。ブレーキシリンダ中の圧力がオフセット圧を下回ったとき(時刻 t_5)、ブレーキ内部の内蔵バネの力に負けてブレーキが開放され、制動力が消失する。

【0060】

図8は、自動増圧制御弁の励磁のオンとオフを交互に繰り返した場合の制動力の推移を示したものである。

【0061】

図8において、異なる長さのオン時間 T_{on1} と T_{on2} の時の制動力平均値 $F1$ と $F3$ を比較すればわかるように、オン時間 T_{on} を延ばせば制動力の平均値は上昇し、制動力の最大値に近づく。また、オン時間 T_{on1} とオフ時間 T_{off1} の時の制動力平均値 $F1$ と $F2$ を比較すればわかるように、オフ時間 T_{off1} を延ばせば制動力の平均値は減少し、ゼロに近づく。

10

【0062】

このように、励磁電流のパルス幅としてのオン時間 T_{on} とオフ時間 T_{off} を調整することにより単位時間あたりの制動力の平均値を制御することができる。すなわち、自動増圧制御弁の励磁タイミングの調節によって、単位時間あたりの制動力の平均値を制御することができる。

【0063】

次に、以上のような構成の車輪駆動機構を備えた多軸車両20に搭載された操舵制御装置について、詳細に説明する。

20

【0064】

図9は、この多軸車両20に搭載された操舵制御装置180の、本発明の原理に従う操舵制御に直接関わる部分の構成を示す。

【0065】

図9に示すように、操舵制御装置180は、例えばプログラムされたマイクロコンピュータを用いた電子制御ユニット(以下、「ECU」という)192を備える。ECU192は、4つの中間駆動輪34L、R、36L、R、にそれぞれ設けられた回転数センサ182L、R、184L、Rから、4つの中間駆動輪34L、R、36L、Rの速度、すなわち、第2軸左車輪速度 V_{2L} 、第2軸右車輪速度 V_{2R} 、第3軸左車輪速度 V_{3L} 、第3軸右車輪速度 V_{3R} をそれぞれ表す信号を入力する。また、ECU192は、多軸車両20の運転席内の操舵ハンドル(図示せず)又は4つの操舵輪32L、R、34L、Rなどに設けられた操舵角センサ186から、操舵輪32L、R、34L、Rの操舵角度 ψ を表す信号を入力する。さらに、ECU192は、トランスミッションの出力軸52に設けられた回転数センサ188から、トランスミッション出力軸回転数 N_0 を表す信号を入力する。

30

【0066】

さらに、ECU192には、運転席内に設けられた制御選択スイッチ190が接続される。制御選択スイッチ190は、運転者により操作されて、本発明の原理に従う操舵制御をオンにするかオフにするかの選択信号を、ECU192に与える。ECU192は、制御選択スイッチ190から制御オン指令を受けた場合には、本発明の原理に従って中間駆動輪を使うことにより、操舵輪の舵きりだけに従う旋回半径より小さい旋回半径で旋回を行なう運転モードを選択する(以下、この運転モードを「機動モード」という)が、他方、制御オフ指令を受けた場合には、旋回半径を小さくする制御を実行せず、操舵輪の舵きりに従った旋回半径で旋回する運転モードを選択する(以下、この運転モードを「通常モード」という)。

40

【0067】

ECU192は、8つの車輪32L、R~38L、Rに対する制動力を個別にオンオフ制御するための4つの自動増圧制御弁121L、R~126L、R(すなわち、第1軸左自動増圧制御弁121L、第1軸右自動増圧制御弁121R、第2軸左自動増圧制御弁122L、第2軸右自動増圧制御弁122R、第3軸左自動増圧制御弁124L、第3軸右自動増圧制御弁124R第4軸左自動増圧制御弁126Lおよび第4軸右自動増圧制御弁126

50

R)へ、個別に励磁信号を出力する。ECU 192は、また、第1軸駆動クラッチ64および第4軸駆動クラッチ74に対して、それを接続したり切り離したりするためのクラッチ制御信号を出力する。

【0068】

ECU 192は、上述した各種の入力信号に基づいて、旋回運動時における中間駆動輪34L、R、36L、Rのそれぞれの最適速度を計算し、そして、中間駆動輪34L、R、36L、Rの実際の速度がそれぞれの最適速度になるように、上記励磁信号を用いて、中間駆動輪34L、R、36L、Rへの制動を制御する。特に機動モードが選択されている場合、ECU 192は、旋回時には、操舵輪32L、R、34L、Rの舵きりだけで旋回するときよりも小さい旋回半径で旋回するように、中間駆動輪34L、R、36L、Rの速度を制御すると共に、その旋回に支障を与えないよう、第1、4軸駆動クラッチ64、74を切り離して第1軸と第4軸の車輪32L、R、38L、Rを遊動状態にする。加えて、ECU 192は、旋回運動時には、上記励磁信号を用いて、旋回内側の後方車輪（または、旋回内側の前方車輪、または、旋回内側の前方車輪と後方車輪の双方）へ制動力を加える。

10

【0069】

図10は、ECU 192に組み込まれた中間駆動輪の最適速度を演算する部分の機能的な構成を示す。図10に示す演算は、ECU 192内でマイクロプロセッサがコンピュータプログラムを実行することにより行なわれてもよいし、或は、ECU 192内に組み込まれる専用ハードウェアロジック回路により行なわれてもよい。

20

【0070】

図10において、左最適速度 $V_{L\ S}$ は、左側の2つの中間駆動輪34L、36Lに共通に適用される速度目標値としての最適車輪速度を示す。同様に、右最適速度 $V_{R\ S}$ は、右側の2つの中間駆動輪34R、36Rに共通に適用される速度目標値としての最適車輪速度を示す。

【0071】

図10に示すように、運転者がステアリングハンドルを操作することにより生じた操舵角度 ψ は、操舵輪32L、R、34L、Rのアッカーマンリンクの構造にもとづく変換関数（例えば、変換テーブル）を有する変換計算部200により、旋回半径 R に変換される。変換された旋回半径 R は、操舵輪32L、R、34L、Rの舵きりだけで旋回するときの旋回半径に相当し、以下、これを「通常旋回半径」という。乗算部202により、通常旋回半径 R に所定の縮小係数 d が乗算されて、多軸車両20の代表点30の旋回半径の目標値 $R_{0\ S}$ が算出される。ここで、縮小係数 d は、機動モードが選択されているときには1.0より小さい値、例えば0.8であり、通常モードが選択されている時には、1.0である。従って、代表点旋回半径目標値 $R_{0\ S}$ は、機動モードのときには、通常旋回半径 R よりも小さい半径に設定され、通常モードのときには、通常旋回半径 R と同じ半径に設定される。

30

【0072】

また、係数部204において、トランスミッション出力軸回転数 N_0 に所定の係数 k が乗算されて、代表点30の速度 V_0 が算出される。ここで、係数 k の値は、車両が直進しているときのトランスミッション出力軸回転数 N と代表点30の速度 V （車速計で測定される速度）との間の比 $k = V/N$ として、予め求めておくことができる。

40

【0073】

最適速度計算部206にて、代表点旋回半径目標値 $R_{0\ S}$ 、代表点速度 V_0 および車幅 H から、下記の近似演算式110によって、左最適速度 $V_{L\ S}$ と右最適速度 $V_{R\ S}$ が算出される。ここで、左最適速度 $V_{L\ S}$ は、左側の2つの中間駆動輪34L、36Lに共通に適用される速度目標値である。同様に、右最適速度は、右側の2つの中間駆動輪34R、36Rに共通に適用される速度目標値である。下式110は、上述した式108から導かれるものであり、その中で、代表点旋回半径 R_0 は、旋回中心が車体の右側にある（ $V_{L\ S} = V_{out}$ 、 $V_{R\ S} = V_{in}$ ）ときは正の値をとり、左側にある（ $V_{L\ S} = V_{in}$ 、 $V_{R\ S} = V_{out}$ ）ときには負の

50

値をとる。

【数 6】

$$\left. \begin{aligned} v_{RS} &= v_0 \left(1 - \frac{H}{2R_0} \right) \\ v_{LS} &= v_0 \left(1 + \frac{H}{2R_0} \right) \end{aligned} \right\} (110)$$

10

【0074】

ECU192は、以上のようにして左右の最適速度 V_{LS} 、 V_{RS} を決定し、そして、左右の中間駆動輪速度 V_L 、 V_R が左右の最適速度 V_{LS} 、 V_{RS} にそれぞれなるように、左右の中間駆動輪の制動を制御する。

【0075】

図11は、操舵制御装置180のECU192で実行される、左右の中間駆動輪及び後方車輪の制動の制御のための処理の流れを示す。

【0076】

図11において、ステップ300～304は、既に図10を参照して説明した、左右の最適速度 V_{LS} 、 V_{RS} を決定する処理である。ステップ306では、多軸車両20が行なうべき運動がほぼ直進か、左旋回か、右旋回かが判断され、その結果、左旋回又は右旋回の場合にはステップ308又は310で制動制御が行なわれる。ステップ306、308及び310は、例えば次の(1)～(3)に述べるようにして行なうことができる。

(1) $V_{LS} = V_{RS}$ の場合

【0077】

算出された左車輪速度 V_{LS} と右最適速度 V_{RS} とが比較される。両速度がほぼ等しければ、概ね直進すべきと判断される。この場合には、中間駆動輪34L、R、36L、Rの自動的な制動は行わない。

(2) $V_{LS} > V_{RS}$ 場合

【0078】

この場合には、右旋回すべきと判断される。この場合、左側（つまり、旋回外側）の中間駆動輪34L、36Lの平均速度 V_L が左最適速度（目標値） V_{LS} を下回ったかどうかチェックされ、下回ったならば、右側（つまり、旋回内側）の第2軸と第3軸の自動増圧制御弁122R、124Rを励磁して右側中間駆動輪34R、36Rを制動し、ほぼ同時に右側の第4軸の自動増圧制御弁126Rを励磁して右側後方車輪38Rを制動する。既に説明したように、右側中間駆動輪34R、36Rを制動すれば、ディファレンシャルギヤの作用により、自動的に左側中間駆動輪34L、36Lが加速されて左最適速度 V_{LS} に近づく。また、右側後方車輪38Rを制動すれば、車体の右方向ヨーの旋回モーメントが増大し、左側中間駆動輪34L、36Lと右側中間駆動輪34R、36間の速度差による右旋回をより容易にする。

(3)

$V_{LS} < V_{RS}$ の場合

【0079】

この場合には、左旋回すべきと判断される。この場合、右側（つまり、旋回外側）の中間駆動輪34R、36Rの平均速度 V_R が右最適速度（目標値） V_{RS} を下回ったかどうかチェックされ、下回ったならば、左側（つまり、旋回内側）の自動増圧制御弁122L、124Lを励磁して左側中間駆動輪34L、36Lを制動し、ほぼ同時に左側の第4軸の自動増圧制御弁126Lを励磁して左側後方車輪38Lを制動する。既に説明したように、左側中間駆動輪34L、36Lを制動すれば、ディファレンシャルギヤの作用により、自動的に右側中間駆動輪34R、36Rが加速されて右最適速度 V_{RS} に近づく。また、左側

20

30

40

50

後方車輪 3 8 L を制動すれば、車体の左方向ヨーの旋回モーメントが増大し、左側中間駆動輪 3 4 L、3 6 L と右側中間駆動輪 3 4 R、3 6 R の速度差による左旋回をより容易にする。

【 0 0 8 0 】

図 1 2 は、右旋回を例にとり、右側（旋回内側）自動増圧制御弁 1 2 2 R、1 2 4 R の励磁に伴う車輪速度の変化例を示す。

【 0 0 8 1 】

図 1 2 に示す例において、時刻 t_1 以前は制御選択スイッチ 1 9 0 がオフになっており、通常モードが選択されている。このときは、左側中間駆動輪 3 4 L、3 6 L 及び右側中間駆動輪 3 4 R、3 6 R は、それぞれ、そのときの代表点速度 V_0 と、操舵角度 ψ に従うアッ 10
カーマンリンクの作用で決まる走行速度でそれぞれ回転する。

【 0 0 8 2 】

時刻 t_1 において制御選択スイッチ 1 9 0 がオンになって、機動モードが選択される。機動モードにおいて、 $V_{LS} > V_{RS}$ であれば、右旋回を行うべきと判断され、外側（左側）の中間駆動輪速度 V_L が左最適速度 V_{LS} と比較される。図示の例では、時刻 t_1 において、外側（左側）の中間駆動輪速度 V_L が左最適速度 V_{LS} を下回っているので、内側（右側）の自動増圧制御弁 1 2 2 R、1 2 4 R の励磁がオンにされる。それにより、内側（右側）の中間駆動輪速度 V_R が低下し、同時に、外側（左側）の中間駆動輪速度 V_L が上昇する。

【 0 0 8 3 】

励磁を開始してから時間が T_{on1} だけ経過した時刻 t_2 のとき、外側（左側）の中間駆動 20
輪速度 V_L が左目標速度 V_{LS} に到達すると、その瞬間に内側（右側）の自動増圧制御弁 1 2 2 R、1 2 4 R の励磁がオフにされる。しかし、エアブレーキの動作遅れのため、すぐには内側（右側）の中間駆動輪 3 4 R、3 6 R の制動が解除されず、外側（左側）の中間駆動輪速度 V_L は目標速度 V_{LS} を若干超過することになる。その後、内側（右側）の中間駆動輪 3 4 R、3 6 R の制動が解除されると、トルクが減少した外側（左側）の中間駆動輪速度 V_L はゆるやかに低下しはじめる。時刻 t_3 のとき再び外側（左側）の中間駆動輪速度 V_L が左目標速度 V_{LS} を下回ると、上記と同様にして、それが左目標速度 V_{LS} に戻るまで再び内側の内側（右側）の自動増圧制御弁 1 2 2 R、1 2 4 R の励磁がオンにされる。

【 0 0 8 4 】

このようにして、機動モードにおける旋回時には、より高速である外側中間駆動輪の速 30
度が最適速度であるか否かがチェックされ、その結果に応じて、内側中間駆動輪を制動する合計時間が増減され、その結果、内側と外側の中間駆動輪の速度が、それぞれの最適速度の近傍に制御される。

【 0 0 8 5 】

ところで、路面の摩擦係数が低く、制動力を与えた車輪がロックする場合には、操舵制御装置 1 8 0 の ECU 1 9 2 は、次のようなロック解除処理を行なう。

【 0 0 8 6 】

図 1 3 は、操舵制御装置 1 8 0 の ECU 1 9 2 で実行される、ロック解除のための処理の流れを示す。

【 0 0 8 7 】

図 1 3 に示すように、ステップ 3 2 0 では、既に説明したような方法で、内側と外側の中間駆動輪の速度 V_{in} と V_{out} を、それぞれの最適速度 V_{RS} と V_{LS} に制御するよう（旋回方向により、 V_{RS} と V_{LS} のいずれが内側と外側に対応するかは異なる）、内側の中間駆動輪への制動が制御される。それとともに、ステップ 3 2 2 で、制動がかけられた内側の中間駆動輪がロックしたかどうかチェックされる。

【 0 0 8 8 】

内側の中間駆動輪がロックしたことが検出された場合、ステップ 3 2 4 で、内側中間駆動輪を制動した時間である励磁オン時間 T_{on} が、電磁弁や配管の応答時間で決まる最小時間 T_{min} よりも長かったか短かったかがチェックされる。その結果、励磁オン時間 T_{on} が最小時間 T_{min} よりも短かった場合には、内側の路面の摩擦係数が極めて低いと推定されるた 50

め、ロックした内側中間駆動輪をそのままスリップさせたままで、旋回運動を続ける。

【0089】

一方、ステップ324の判断で、励磁オン時間 T_{on} が最小時間 T_{min} よりも長かった場合には、励磁オン時間 T_{on} （制動時間）を短縮すればロックを防止できる可能性がある。従って、この場合には、ステップ326で、内側中間駆動輪の制動を解除するとともに、外側中間駆動輪に短い時間だけ制動を与え、それにより、ディファレンシャルギアを通じてエンジントルクを内側中間駆動輪に供給することで内側中間駆動輪を強制的に駆動し、内側中間駆動輪の回転を加速してロックを解除する。さらに、ステップ328で、次のロックを防止するため、内側中間駆動輪の制動時間 T_{on} を減らす目的で、外側中間駆動輪の目標速度 V_{out_s} （これは当初は、右旋回の場合は左最適速度 V_{L_s} に、左旋回の場合は右最適速度 V_{R_s} に等しく設定される）を、その現在値より所定の刻み幅 Δv だけより低い値に変更する。

【0090】

他方、ステップ322で、内側中間駆動輪のロックが検出されなかった場合には、ステップ330で、外側中間駆動輪の目標速度 V_{out_s} が、右旋回の場合は左最適速度 V_{L_s} に、左旋回の場合は右最適速度 V_{R_s} に、等しく設定されているか又は低く設定されているかがチェックされる。その結果、等しく設定されているならば、制御はステップ320に戻る。他方、低く設定されている場合（すなわち、上述のステップ328により低められていた場合）には、最早その低い値にしておく必要がないので、外側中間駆動輪の目標速度 V_{out_s} を刻み幅 Δv だけ高い値に戻す。

【0091】

以上のようにして、内側中間駆動輪のロックが発生したら、外側中間駆動輪に制動が加えられて内側中間駆動輪のロックが解消されるとともに、内側中間駆動輪の以後の制動の継続時間が減少させられて、次のロックが予防される。

【0092】

以上説明した、この実施形態の操舵制御装置180における外側中間駆動輪速度の制御方法と内側外側中間駆動輪速度の緩和方法の要点は、次の通りである。

【0093】

(1) 外側中間駆動輪速度の制御方法

【0094】

外輪側の車輪速度を観測し、

【0095】

A) 外側中間駆動輪速度が目標速度よりも低下したら、内側中間駆動輪を制動する時間の合計を増加させ、

【0096】

B) 外側中間駆動輪速度が目標速度よりも増加したら、内側中間駆動輪を制動する時間の合計を減少させ、また、

【0097】

C) 外側中間駆動輪速度が目標速度の上下の許容範囲にあれば、内側中間駆動輪を制動する時間の合計を今までどおりで維持する。

【0098】

(1) 内側中間駆動輪速度のロックの緩和方法

【0099】

A) 内側中間駆動輪の制動を継続する時間 T_{on} には基準値があり、これを初期値とし、

【0100】

B) 内側中間駆動輪にロックが発生したら、内側中間駆動輪の制動を継続する時間 T_{on} を短縮し、また、

【0101】

C) 内側中間駆動輪にロックが発生しなければ、内側中間駆動輪の制動を継続する時間 T_{on} を、上記基準値を上限として増加させる。

10

20

30

40

50

【0102】

以上のような制御を行なうに当り、車輪のひずみ、近似式の影響あるいは路面摩擦係数の複雑な変化によるゲインの変化や、駆動軸のねじれやバックラッシュによる応答の遅れなどが発生するため、システムの制御誤差を抑制しつつ動作を安定化させるためには、積分動作等を含んだ見通しのよい制御則を組み込んだ制御器が必要である。その観点から、この実施形態における操舵制御装置180のECU192に組み込まれた制御システムは、パルス幅変調の方法による自動増圧制御弁の周期的なON-OFF制御を行なう。そして、制御システムは、旋回半径の制御と、内輪ロックの抑制制御とを、独立した別の変数を用いて行う。

【0103】

すなわち、この制御システムは、内側中間駆動輪を制動するための自動増圧制御弁を周期的にON-OFF制御しつつ、そのON-OFFの周期 $T (=T_{on}+T_{off})$ の長さは変更せずに、1周期内でのデューティ比 $S (=T_{on}/T)$ を操作することにより、単位時間あたりに内側中間駆動輪を制動する時間の合計を増減させ、それにより、外側中間駆動輪速度を制御する。また、この制御システムは、また、デューティ比 S は変更せずに、ON-OFF周期 T の長さを操作することにより、内側中間駆動輪の制動を継続する時間 T_{on} が増減され、それにより、内側中間駆動輪のロックが緩和される。

【0104】

図14は、この制御システムの構成を示す。

【0105】

図14に示すように、この制御システム340では、既に説明したようにして算出された外側中間駆動輪の最適速度 V_{out_s} （右旋回の場合は左最適速度 V_{L_s} 、左旋回の場合は右最適速度 V_{R_s} ）を制御目標値とし、外側中間駆動輪速度 V_{out} をフィードバック信号として速度偏差 e_v が算出される。内部に積分動作の機能を有する制御器（例えばPIDコントローラ）342にて、速度偏差 e_v に基づいて、内側中間駆動輪の制動用の自動増圧制御弁をON-OFF駆動するデューティ比 S を算出する。ここで、速度偏差 e_v の積分値が大きくなると、デューティ比 S も大きな値に算出され、速度偏差 e_v の積分値が小さくなればデューティ比 S も小さな値に算出される。

【0106】

また、この動作と並行して、ロック検出器344にて、内側中間駆動輪速度 V_{in} が観測され、その値がゼロであった場合には内側中間駆動輪がロックしたものと判断され、内側中間駆動輪制動用の自動増圧制御弁のON-OFF駆動の周期 T が減少される（励磁オン時間 T_{on} と励磁オフ時間 T_{off} の比率を維持しながら、例えばそれぞれに1以下の係数を掛けてそれらの時間を減少させる）。

【0107】

演算器346にて、制御器342からのデューティ比 S と、ロック検出器344からの周期 T に基づいて、次の周期における励磁オン時間 T_{on} （制動時間）と励磁オフ時間 T_{off} （非制動時間）を算出し、それらの時間 T_{on} 、 T_{off} に従って内側中間駆動輪制動用の自動増圧制御弁をON-OFF駆動する。

【0108】

ところで、図14には図示していないが、内側中間駆動輪のロックが生じた場合には、図13を参照して説明したように、外側中間駆動輪制動用の自動増圧制御弁を短時間のパルスで駆動して外側中間駆動輪を制動する。これにより内側中間駆動輪に強制的に駆動トルクを流入させて内側中間駆動輪のロックを解除することができる。ただし、図13で説明したように、励磁オン時間 T_{on} の値が電磁弁や配管の応答で決まる最小時間 T_{min} よりも短くなった場合には、内側中間駆動輪の路面の摩擦係数が極めて低いとみなし、ロックした内側中間駆動輪をそのままスリップさせた状態で旋回運動を行なう。すなわち、内側中間駆動輪の路面の摩擦係数が極めて低いと、無理に内側中間駆動輪に駆動トルクを与えると空転する可能性があるため、外側中間駆動輪に短時間だけ制動を加える操作は省略する。

10

20

30

40

50

【 0 1 0 9 】

以上、図 1 0 ~ 図 1 4 を参照して説明した、この実施形態における操舵制御装置による中間駆動輪に対する制御では、左側の第 2 軸の車輪と第 3 軸の車輪の平均速度を左側中間駆動輪速度 V_L とし、右側の第 2 軸の車輪と第 3 軸の車輪の平均速度を右側中間駆動輪速度 V_R とし、それらに基づいて左右各側における第 2 軸と第 3 軸の 2 つの車輪を一緒に制御するようにしているが、これは一つの例示にすぎない。第 2 軸と第 3 軸のそれぞれについて独立して別個に、上述した制御が行なわれてもよい。

【 0 1 1 0 】

上述した実施形態にかかる多軸車両 2 0 において、左右の中間駆動輪の速度を目標速度に合致するように調整するための構成、公知文献「ボッシュ 自動車ハンドブック 日本語第 2 版」(2 0 0 3 年 4 月 2 2 日発行、山海堂) の第 6 0 6 頁に紹介されているような、TCSバルブ(自動増圧制御弁) と公知のアンチロックブレーキングシステム(ABS) 用の減圧と保持の機能を有するABSバルブとを組み合わせ、ディファレンシャルギヤの左右の駆動輪の速度を制御して同期させる技術を採用するようにしてもよい。

10

【 0 1 1 1 】

以上、本発明の実施形態を説明したが、この実施形態は本発明の説明のための例示にすぎず、本発明の範囲をこの実施形態にのみ限定する趣旨ではない。本発明は、その要旨を逸脱することなく、その他の様々な態様でも実施することができる。上述したような 4 車軸をもつ 8 輪車両だけでなく、3 車軸をもつ 6 輪車両や、5 軸以上の車軸をもつ多軸車両にも、本発明を適用することができる。前方車輪は、上記実施形態のような 1 車軸に設けられた車輪でなければならないわけではなく、複数車軸に設けられても良いし、このことは、後方車輪についてもいえる。また、上記実施形態では、図 4 に示したように、全ての車輪の各々に、他の車輪から独立して自動的な制動をかけることができるようになっているが、必ずしもそうでなければならないわけではなく、図 3 A ~ 図 3 C に示したように旋回時に同時に自動的な制動がかけられることになる複数の車輪(例えば、図 3 A の例では、右側の中間駆動輪 3 4 R、3 6 R と後方駆動輪 3 8 R (或いは、左側の中間駆動輪 3 4 L、3 6 L と後方駆動輪 3 8 L)) には、それら間では独立的でなしに、纏めて同時に制動が加わるようになっているてもよい。

20

【 図面の簡単な説明 】

【 0 1 1 2 】

30

【 図 1 】 本発明の実施形態にかかる多軸車両における操舵制御の概要を説明するための平面図。

【 図 2 】 本発明の一実施形態にかかる多軸車両 2 0 の車輪駆動機構の構成を示す平面図である。

【 図 3 】 本発明の一実施形態にかかる多軸車両 2 0 における旋回時の車輪駆動機構の状態を示す平面図。

【 図 4 】 本発明の一実施形態にかかる多軸車両 2 0 に搭載されたエアブレーキの配管システムのうち、本発明の説明に必要な部分だけを示す配管図。

【 図 5 】 ブレーキペダル 1 1 8 が踏まれていないときに自動増圧制御弁 1 2 2 R が開かれた場合のエアブレーキの動作を示す説明図。

40

【 図 6 】 ブレーキペダル 1 1 8 が踏まれていないときに自動増圧制御弁 1 2 2 R が閉じられた場合のエアブレーキの動作を示す説明図。

【 図 7 】 自動増圧制御弁の励磁に伴うブレーキシリンダ内の圧力変化と制動力の時間的な関係を示した図。

【 図 8 】 自動増圧制御弁の励磁のオンオフを交互に繰り返した場合の制動力の推移を示した図。

【 図 9 】 本発明の一実施形態にかかる多軸車両 2 0 に搭載された操舵制御装置 1 8 0 の、操舵制御に直接関わる部分の構成を示す部分の構成を示すブロック図。

【 図 1 0 】 操舵制御装置 1 8 0 の ECU 1 9 2 に組み込まれた中間駆動輪の最適速度を演算する部分の機能的な構成を示すブロック線図。

50

【図 1 1】操舵制御装置 1 8 0 の ECU 1 9 2 で実行される、中間駆動輪の制動の制御のための処理のフローチャート。

【図 1 2】右旋回を例にとり、右側（旋回内側）自動増圧制御弁 1 2 2 R、1 2 4 R の励磁に伴う車輪速度の変化例を示すタイムチャート。

【図 1 3】操舵制御装置 1 8 0 の ECU 1 9 2 で実行される、ロック解除のための処理のフローチャート。

【図 1 4】操舵制御装置 1 8 0 の ECU 1 9 2 に組み込まれた、外側中間駆動輪速度の制御と内側中間駆動輪のロックの緩和のための制御システムの構成を示すブロック線図。

【符号の説明】

【0 1 1 3】

10

2 0 多軸車両

2 2 第 1 軸

2 4 第 2 軸

2 6 第 3 軸

2 8 第 4 軸

3 0 代表点

3 2 L、3 2 R 前方車輪

3 2 L、3 2 R、3 4 L、3 4 R 操舵輪

3 4 L、3 4 R、3 6 L、3 6 R 中間駆動輪

3 6 L、3 6 R 後方車輪

20

4 2 旋回中心

R_0 代表点の旋回半径

V_0 代表点の速度

V_{out} 外側の中間駆動輪の速度

V_{in} 内側の中間駆動輪の速度

6 0 第 2 軸ディファレンシャルギア

6 4 第 1 軸駆動クラッチ

6 8 第 1 軸ディファレンシャルギア

1 2 1 L、1 2 1 R、1 2 2 L、1 2 2 R、1 2 4 L、1 2 4 R、1 2 6 L、1 2 6 R

自動増圧制御弁

30

1 1 1 L、1 1 1 R 第 1 軸ブレーキシリンダ

1 1 2 L、1 1 2 R 第 2 軸ブレーキシリンダ

1 1 4 L、1 1 4 R 第 3 軸ブレーキシリンダ

1 1 6 L、1 1 6 R 第 4 軸ブレーキシリンダ

1 8 0 操舵制御装置

1 8 2 L、1 8 2 R、1 8 4 L、1 8 4 R 中間駆動輪の回転数センサ

1 8 6 操舵角センサ

1 8 8 トランスミッション出力軸の回転数センサ

1 9 2 電子制御ユニット (ECU)

2 0 0 変換計算部

40

2 0 2 乗算部

2 0 4 係数部

2 0 6 最適速度計算部

ψ 操舵角度

R_{0S} 旋回半径の目標値

V_{LS} 左側の中間駆動輪の最適速度

V_{RS} 右側の中間駆動輪の最適速度

V_{RS} 右側の中間駆動輪の最適速度

V_L 左側の中間駆動輪の速度

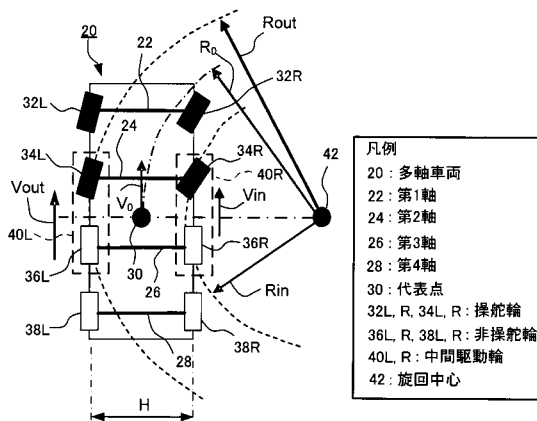
V_R 右側の中間駆動輪の速度

50

Vout _s	外側の中間駆動輪の目標速度
Vin _s	内側の中間駆動輪の目標速度
340	制御システム
342	制御部
344	ロック検出器
346	演算部
Ton	励磁オン時間（制動時間）
Toff	励磁オフ時間（非制動時間）
T	周期

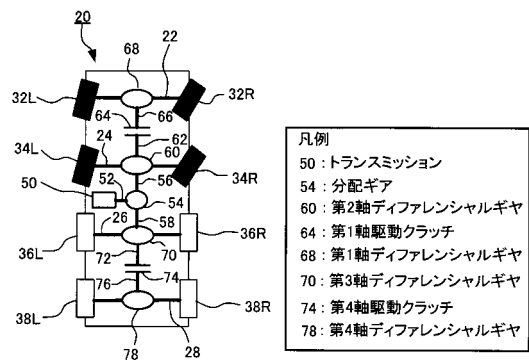
【 图 1 】

図 1

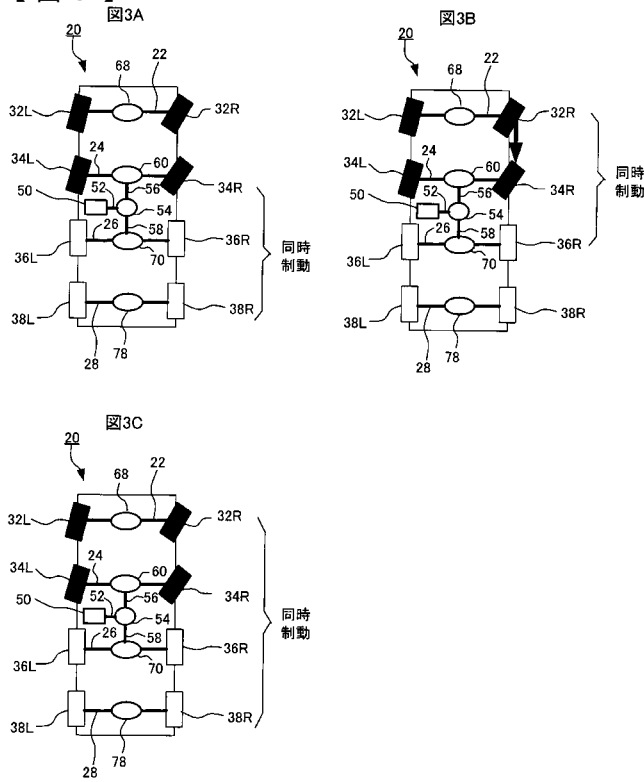


【圖 2】

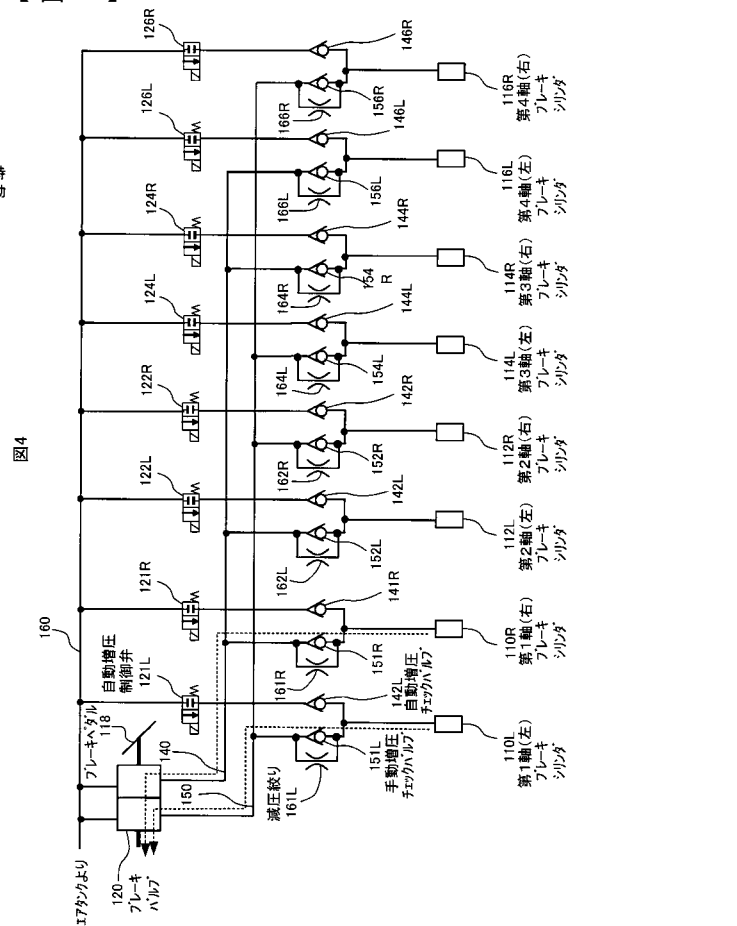
图2



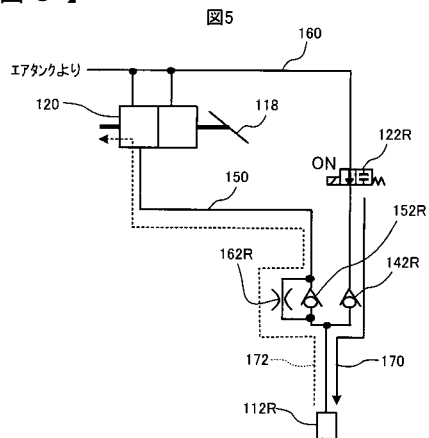
【 図 3 】



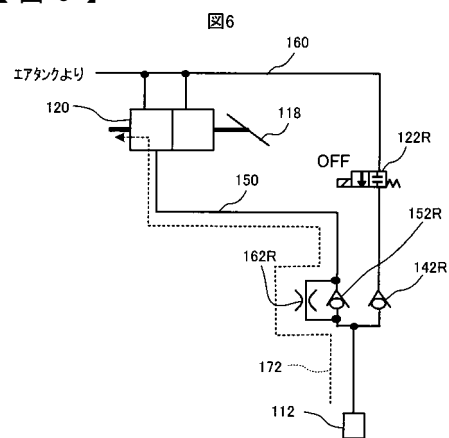
【 図 4 】



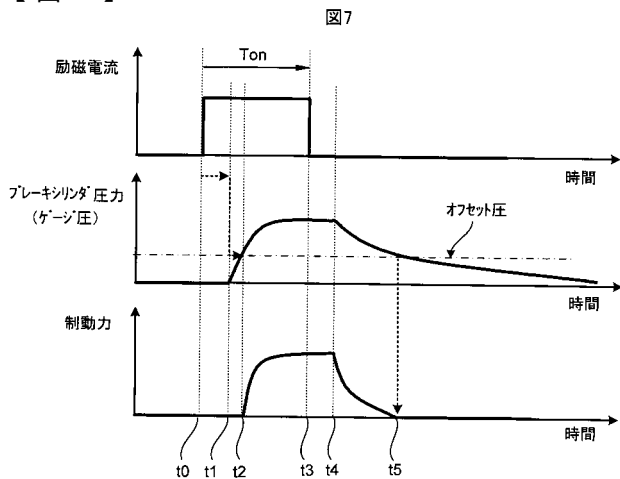
【 図 5 】



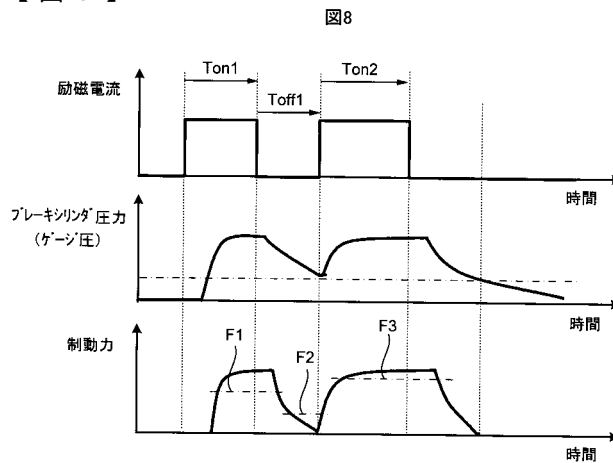
【 図 6 】



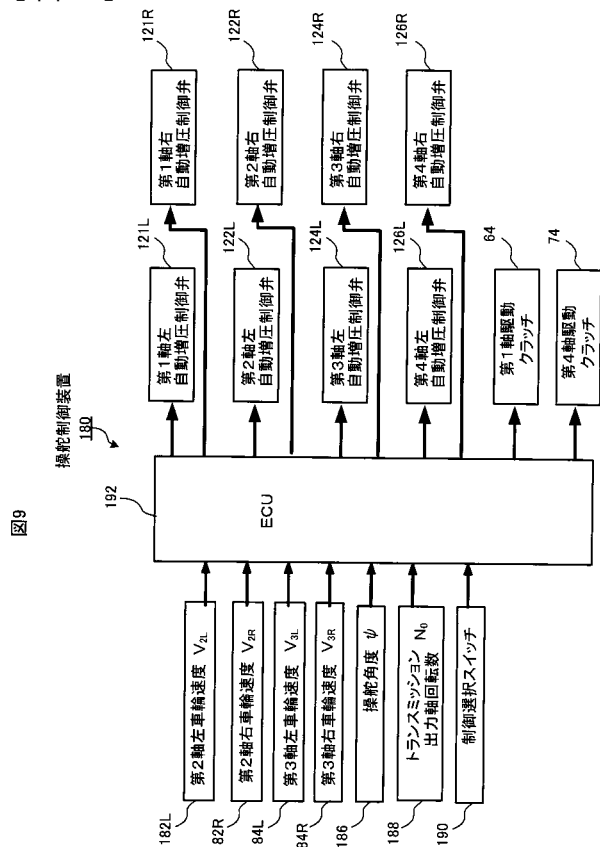
【 図 7 】



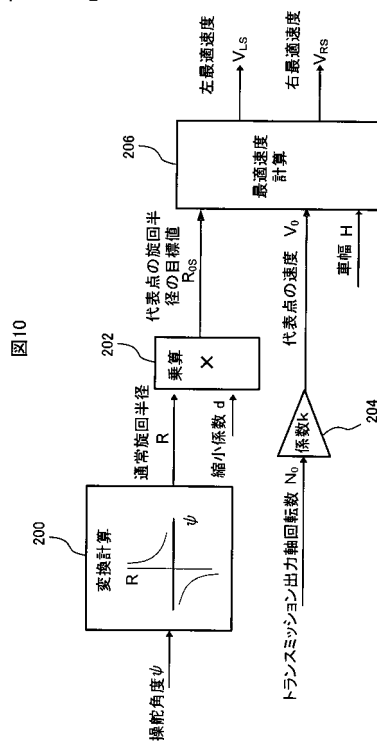
【 図 8 】



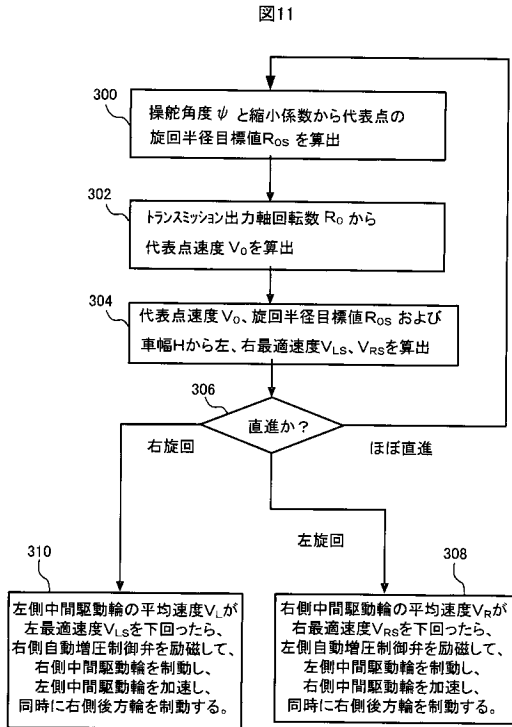
【 図 9 】



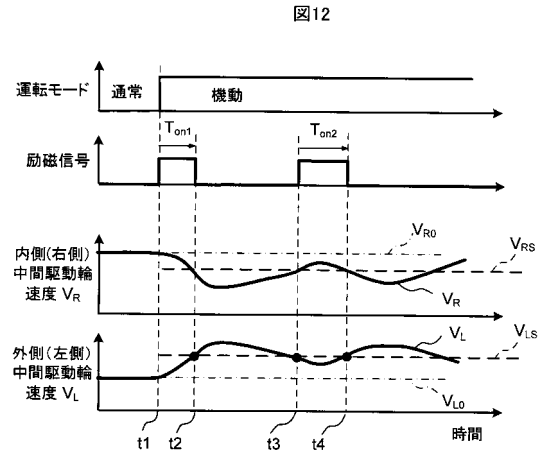
【 図 1 0 】



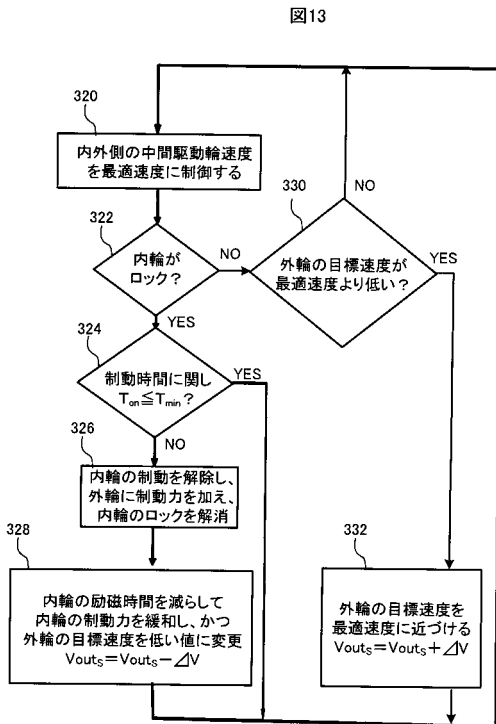
【図 1 1】



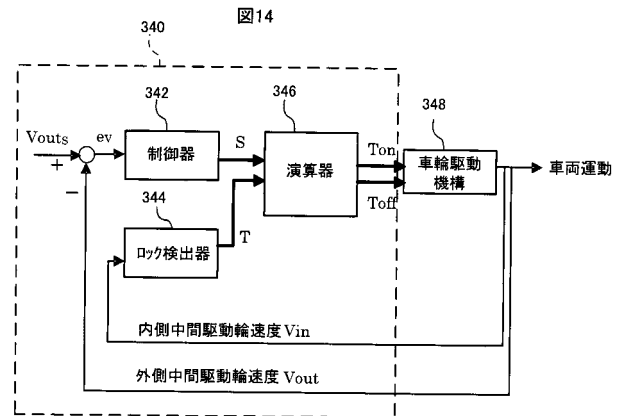
【図 1 2】



【図 1 3】



【図 1 4】



フロントページの続き

(51) Int.Cl.

F I

テーマコード (参考)

B 6 0 W 10/12 (2006.01)

B 6 0 K 41/00 3 0 1 E

B 6 0 T 8/1755 (2006.01)

B 6 0 T 8/1755 A

B 6 2 D 6/00 (2006.01)

B 6 2 D 6/00

B 6 0 W 30/00 (2006.01)

B 6 0 K 41/00 6 1 0 J

B 6 2 D 101/00 (2006.01)

B 6 0 K 41/00 6 1 2 K

B 6 2 D 113/00 (2006.01)

B 6 2 D 101:00

B 6 2 D 113:00

F ターム(参考) 3D052 AA04 BB08 DD01 EE03 FF01 HH02 JJ01 JJ02

3D232 CC13 DA04 DA23 DA24 DB11 DC05 DC31 DD07 DD10 DD17

EA09 EB04 EC01 FF01 FF06 GG05