(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7601017号
(P7601017)

(45)発行日　令和6年12月17日(2024.12.17)

(24)登録日　令和6年12月9日(2024.12.9)

(51)国際特許分類

Ｂ６０Ｗ　30/16　(2020.01)	Ｂ６０Ｗ	30/16		
Ｂ６０Ｗ　40/04　(2006.01)	Ｂ６０Ｗ	40/04		
Ｆ０２Ｄ　29/02　(2006.01)	Ｆ０２Ｄ	29/02	３０１Ｄ	

ＦＩ

請求項の数　10　（全35頁）

(21)出願番号　特願2022-10818(P2022-10818)
(22)出願日　令和4年1月27日(2022.1.27)
(65)公開番号　特開2023-109355(P2023-109355A)
(43)公開日　令和5年8月8日(2023.8.8)
審査請求日　令和5年7月18日(2023.7.18)

(73)特許権者　000003207
トヨタ自動車株式会社
愛知県豊田市トヨタ町１番地
(74)代理人　110000213
弁理士法人プロスペック特許事務所
(72)発明者　伊藤　達哉
愛知県豊田市トヨタ町１番地　トヨタ自動車株式会社内
(72)発明者　鎌谷　英輝
愛知県豊田市トヨタ町１番地　トヨタ自動車株式会社内
審査官　稲本　遥

最終頁に続く

(54)【発明の名称】　車両運転支援装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

自車両と先行車との間の車間距離が第１所定距離範囲内の距離に維持されるように前記自車両の加減速を自動で制御して前記自車両を前記先行車に追従させて走行させる第１追従制御と、前記自車両の走行速度である自車速が所定速度範囲内の速度に維持されるように或いは前記車間距離が前記第１所定距離範囲よりも広い第２所定距離範囲内の距離に維持されるように前記自車両を自動で加減速して前記自車両を前記先行車に追従させて走行させる第２追従制御と、を実行する制御装置を備えた車両運転支援装置であって、

前記制御装置は、

前記第１追従制御を実行したときの前記自車両の駆動装置の消費エネルギー量を第１消費エネルギー量として予測するとともに、前記第２追従制御を実行したときの前記消費エネルギー量を第２消費エネルギー量として予測し、

前記第２消費エネルギー量が前記第１消費エネルギー量よりも小さい場合、前記第２追従制御を実行し、

前記第２消費エネルギー量が前記第１消費エネルギー量以上である場合には、前記第１追従制御を実行する、

ように構成されている、

車両運転支援装置において、

前記第２追従制御は、前記自車両を加速するときには、前記駆動装置の消費エネルギー量が最小又は略最小となる動作点で前記駆動装置を作動させて前記自車両を加速する最適

加速制御により前記自車両を加速し、前記自車両を減速させるときには、前記自車両を惰行走行させる惰行制御により前記自車両を減速させる制御である、
車両運転支援装置。
【請求項２】
自車両と先行車との間の車間距離が第１所定距離範囲内の距離に維持されるように前記自車両の加減速を自動で制御して前記自車両を前記先行車に追従させて走行させる第１追従制御と、前記自車両の走行速度である自車速が所定速度範囲内の速度に維持されるように或いは前記車間距離が前記第１所定距離範囲よりも広い第２所定距離範囲内の距離に維持されるように前記自車両を自動で加減速して前記自車両を前記先行車に追従させて走行させる第２追従制御と、を実行する制御装置を備えた車両運転支援装置であって、
前記制御装置は、
前記第１追従制御を実行したときの前記自車両の駆動装置の消費エネルギー量を第１消費エネルギー量として予測するとともに、前記第２追従制御を実行したときの前記消費エネルギー量を第２消費エネルギー量として予測し、
前記第２消費エネルギー量が前記第１消費エネルギー量よりも小さい場合、前記第２追従制御を実行し、
前記第２消費エネルギー量が前記第１消費エネルギー量以上である場合には、前記第１追従制御を実行する、
ように構成されている、
車両運転支援装置において、
前記制御装置は、前記先行車の加速及び減速に同期して又は略同期して前記自車両を加速し又は減速させることにより前記自車両を前記先行車に追従させて走行させる第３追従制御であって、前記自車両を加速するときには、前記自車両の駆動装置の消費エネルギー量が最小又は略最小となる動作点で前記駆動装置を作動させて前記自車両を加速する最適加速制御により前記自車両を加速し、前記自車両を減速させるときには、前記自車両を惰行走行させる惰行制御により前記自車両を減速させる第３追従制御を実行するように構成されており、
前記制御装置は、
前記自車両の駆動装置の消費エネルギー量の低減が要求されたとの所定実行条件が成立したときに、前記先行車の駆動装置の動力出力特性が前記自車両の駆動装置の動力出力特性と同一又は略同一であり且つ前記先行車が前記第２追従制御又は前記第３追従制御と同じ制御により走行されているとの同期条件が成立している場合には、前記第３追従制御を実行し、
前記所定実行条件が成立したときに、前記同期条件が成立していない場合には、前記第１追従制御又は前記第２追従制御を実行する、
ように構成されている、
車両運転支援装置。
【請求項３】
自車両と先行車との間の車間距離が第１所定距離範囲内の距離に維持されるように前記自車両の加減速を自動で制御して前記自車両を前記先行車に追従させて走行させる第１追従制御と、前記自車両の走行速度である自車速が所定速度範囲内の速度に維持されるように或いは前記車間距離が前記第１所定距離範囲よりも広い第２所定距離範囲内の距離に維持されるように前記自車両を自動で加減速して前記自車両を前記先行車に追従させて走行させる第２追従制御と、を実行する制御装置を備えた車両運転支援装置であって、
前記制御装置は、
前記第１追従制御を実行したときの前記自車両の駆動装置の消費エネルギー量を第１消費エネルギー量として予測するとともに、前記第２追従制御を実行したときの前記消費エネルギー量を第２消費エネルギー量として予測し、
前記第２消費エネルギー量が前記第１消費エネルギー量よりも小さい場合、前記第２追従制御を実行し、

前記第２消費エネルギー量が前記第１消費エネルギー量以上である場合には、前記第１追従制御を実行する、
ように構成されている、
車両運転支援装置において、
前記制御装置は、前記先行車の加速及び減速に同期して又は略同期して前記自車両を加速し又は減速させることにより前記自車両を前記先行車に追従させて走行させる第３追従制御であって、前記自車両を加速するときには、前記自車両の駆動装置の消費エネルギー量が最小又は略最小となる動作点で前記駆動装置を作動させて前記自車両を加速する最適加速制御により前記自車両を加速し、前記自車両を減速させるときには、前記自車両を惰行走行させる惰行制御により前記自車両を減速させる第３追従制御を実行するように構成されており、
前記制御装置は、前記自車両の駆動装置の動力出力特性と同一又は略同一である動力出力特性を有する駆動装置を備えた他車両を検出し且つ該他車両が前記第２追従制御又は前記第３追従制御と同じ制御により走行されている場合、前記自車両を前記他車両の後方に移動させて前記第３追従制御を実行するように構成されている、
車両運転支援装置。
【請求項４】
請求項１乃至請求項３の何れか一項に記載の車両運転支援装置において、
前記制御装置は、前記第１消費エネルギー量及び前記第２消費エネルギー量の予測に前記先行車の大きさを考慮するように構成されている、
車両運転支援装置。
【請求項５】
自車両と先行車との間の車間距離が第１所定距離範囲内の距離に維持されるように前記自車両の加減速を自動で制御して前記自車両を前記先行車に追従させて走行させる第１追従制御と、前記自車両の走行速度である自車速が所定速度範囲内の速度に維持されるように或いは前記車間距離が前記第１所定距離範囲よりも広い第２所定距離範囲内の距離に維持されるように前記自車両を自動で加減速して前記自車両を前記先行車に追従させて走行させる第２追従制御と、を実行する制御装置を備えた車両運転支援装置であって、
前記制御装置は、
前記第１追従制御を実行したときの前記自車両の駆動装置の消費エネルギー量を第１消費エネルギー量として予測するとともに、前記第２追従制御を実行したときの前記消費エネルギー量を第２消費エネルギー量として予測し、
前記第２消費エネルギー量が前記第１消費エネルギー量よりも小さい場合、前記第２追従制御を実行し、
前記第２消費エネルギー量が前記第１消費エネルギー量以上である場合には、前記第１追従制御を実行する、
ように構成されている、
車両運転支援装置において、
前記制御装置は、前記第１追従制御を実行したときの前記車間距離及び前記自車速を前記第１追従制御を実行したときの前記先行車の走行速度に基づいて予測するとともに、前記第２追従制御を実行したときの前記車間距離及び前記自車速を前記第２追従制御を実行したときの前記先行車の走行速度に基づいて予測するように構成されている、
車両運転支援装置。
【請求項６】
請求項１乃至請求項５の何れか一項に記載の車両運転支援装置において、
前記制御装置は、
前記自車両の駆動装置の消費エネルギー量の低減が要求されたとの所定実行条件が成立した場合、前記第１追従制御を実行したときの前記車間距離及び前記自車速の変化を予測し、該予測したように変化したと仮定した場合の前記車間距離及び前記自車速に基づいて前記第１追従制御を実行したときの前記自車両の駆動装置の消費エネルギー量を前記第１

消費エネルギー量として予測するとともに、前記第２追従制御を実行したときの前記車間距離及び自車速の変化を予測し、該予測したように変化したと仮定した場合の前記車間距離及び自車速に基づいて前記第２追従制御を実行したときの前記消費エネルギー量を前記第２消費エネルギー量として予測するように構成されている、
車両運転支援装置。
【請求項７】
請求項１乃至請求項６の何れか一項に記載の車両運転支援装置において、
前記第２追従制御は、前記自車速が上昇して前記所定速度範囲の上限値に達した場合、前記自車両を惰行走行させることにより前記自車両を減速させ、前記自車速が低下して前記所定速度範囲の下限値に達した場合、前記自車両を加速させ、或いは、前記車間距離が増大して前記所定距離範囲の上限値に達した場合、前記自車両を加速させ、前記車間距離が減少して前記所定距離範囲の下限値に達した場合、前記自車両を惰行走行させることにより前記自車両を減速させる制御である、
車両運転支援装置。
【請求項８】
請求項１乃至請求項７の何れか一項に記載の車両運転支援装置において、
前記制御装置は、前記自車両の走行環境に応じて許容される前記自車速の範囲を前記所定速度範囲として設定し、或いは、前記自車両の走行環境に応じて許容される前記車間距離の範囲を前記所定距離範囲として設定するように構成されている、
車両運転支援装置。
【請求項９】
自車両と先行車との間の車間距離が所定距離に維持されるように前記自車両の加減速を自動で制御して前記自車両を前記先行車に追従させて走行させる第１追従制御、又は、前記自車両の走行速度である自車速が所定速度範囲内の速度に維持されるように或いは前記車間距離が所定距離範囲内の距離に維持されるように前記自車両を自動で加減速して前記自車両を前記先行車に追従させて走行させる第２追従制御により、前記自車両を走行させる車両運転支援方法であって、
前記自車両の駆動装置の消費エネルギー量の低減が要求されたとの所定実行条件が成立した場合、前記第１追従制御を実行したときの前記車間距離及び前記自車速の変化を予測し、該予測したように変化したと仮定した場合の前記車間距離及び前記自車速に基づいて前記第１追従制御を実行したときの前記自車両の駆動装置の消費エネルギー量を第１消費エネルギー量として予測するとともに、前記第２追従制御を実行したときの前記車間距離及び自車速の変化を予測し、該予測したように変化したと仮定した場合の前記車間距離及び自車速に基づいて前記第２追従制御を実行したときの前記消費エネルギー量を第２消費エネルギー量として予測し、
前記第２消費エネルギー量が前記第１消費エネルギー量よりも小さい場合、前記第２追従制御を実行し、
前記第２消費エネルギー量が前記第１消費エネルギー量以上である場合には、前記第１追従制御を実行する、
車両運転支援方法において、
前記第２追従制御は、前記自車両を加速するときには、前記駆動装置の消費エネルギー量が最小又は略最小となる動作点で前記駆動装置を作動させて前記自車両を加速する最適加速制御により前記自車両を加速し、前記自車両を減速させるときには、前記自車両を惰行走行させる惰行制御により前記自車両を減速させる制御である、
車両運転支援方法。
【請求項１０】
自車両と先行車との間の車間距離が所定距離に維持されるように前記自車両の加減速を自動で制御して前記自車両を前記先行車に追従させて走行させる第１追従制御、又は、前記自車両の走行速度である自車速が所定速度範囲内の速度に維持されるように或いは前記車間距離が所定距離範囲内の距離に維持されるように前記自車両を自動で加減速して前記

自車両を前記先行車に追従させて走行させる第２追従制御により、前記自車両を走行させる車両運転支援プログラムであって、
　前記自車両の駆動装置の消費エネルギー量の低減が要求されたとの所定実行条件が成立した場合、前記第１追従制御を実行したときの前記車間距離及び前記自車速の変化を予測し、該予測したように変化したと仮定した場合の前記車間距離及び前記自車速に基づいて前記第１追従制御を実行したときの前記自車両の駆動装置の消費エネルギー量を第１消費エネルギー量として予測するとともに、前記第２追従制御を実行したときの前記車間距離及び自車速の変化を予測し、該予測したように変化したと仮定した場合の前記車間距離及び自車速に基づいて前記第２追従制御を実行したときの前記消費エネルギー量を第２消費エネルギー量として予測し、
　前記第２消費エネルギー量が前記第１消費エネルギー量よりも小さい場合、前記第２追従制御を実行し、
　前記第２消費エネルギー量が前記第１消費エネルギー量以上である場合には、前記第１追従制御を実行する、
　車両運転支援プログラムにおいて、
　前記第２追従制御は、前記自車両を加速するときには、前記駆動装置の消費エネルギー量が最小又は略最小となる動作点で前記駆動装置を作動させて前記自車両を加速する最適加速制御により前記自車両を加速し、前記自車両を減速させるときには、前記自車両を惰行走行させる惰行制御により前記自車両を減速させる制御である、
　車両運転支援プログラム。

【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
　本発明は、車両運転支援装置に関する。
【背景技術】
【０００２】
　自車両と先行車との間の距離（車間距離）に応じて自車両の加減速を自動で制御して自車両を先行車に追従させて走行させる追従制御を実行する車両運転支援装置が知られている。又、こうした車両運転支援装置の１つとして、追従制御の実行時、燃費の向上を図るために、自車両の加速の要否を判断するための車間距離の閾値（最大車間距離）と自車両の減速の要否を判断するための車間距離の閾値（最小車間距離）とを自車両の走行速度（自車速）に応じて設定し、車間距離が最大車間距離まで大きくなった場合、自車両を加速し、車間距離が最小車間距離まで小さくなった場合、自車両を惰行走行させて減速するように構成された車両運転支援装置も知られている（例えば、特許文献１参照）。
【先行技術文献】
【特許文献】
【０００３】
【文献】特許第４６７７９４５号公報
【発明の概要】
【０００４】
　上記車両運転支援装置によれば、惰行走行は、車間距離が最小車間距離まで小さくなってから最大車間距離に達するまで継続される。即ち、上記車両運転支援装置は、車間距離が比較的大きくなるまで、惰行走行による自車両の減速を許容することにより、燃費の向上を図ろうとしている。
【０００５】
　ところが、車間距離が短くなると、自車両が受ける空気抵抗が小さくなることから、その分、燃費の向上を期待することができる。従って、上記車両運転支援装置のように、車間距離が比較的大きくなるまで惰行走行による自車両の減速を許容すれば、長い時間、惰行走行を実施することになるので、その分、燃費を向上させることができるが、車間距離が長い状態も長時間、続くので、その分、自車両が受ける空気抵抗が大きく、燃費が悪化

してしまう可能性がある。このため、車間距離が比較的大きくなるまで惰行走行による自車両の減速を許容しても、トータルの燃費で見れば、必ずしも、燃費を向上させることができない可能性がある。

【０００６】

このように、自車両の走行状態によっては、車間距離が長くなるまで惰行走行による自車両の減速を許容するよりも、車間距離を一定に保って自車両を走行させたほうが、トータルの燃費が向上することがある。より一般的に言えば、自車両の走行状態によっては、車間距離が長くなるまで惰行走行による自車両の減速を許容するよりも、車間距離を一定に保って自車両を走行させたほうが、自車両の駆動装置の消費エネルギー量が少なくなることがある。

【０００７】

本発明の目的は、自車両の駆動装置の消費エネルギー量がより確実に少なくなるように追従制御を実行することができる車両運転支援装置を提供することにある。

【０００８】

本発明に係る車両運転支援装置は、自車両と先行車との間の車間距離が第１所定距離範囲内の距離に維持されるように前記自車両の加減速を自動で制御して前記自車両を前記先行車に追従させて走行させる第１追従制御と、前記自車両の走行速度である自車速が所定速度範囲内の速度に維持されるように或いは前記車間距離が前記第１所定距離範囲よりも広い第２所定距離範囲内の距離に維持されるように前記自車両を自動で加減速して前記自車両を前記先行車に追従させて走行させる第２追従制御と、を実行する制御装置を備えている。

【０００９】

前記制御装置は、前記第１追従制御を実行したときの前記自車両の駆動装置の消費エネルギー量を第１消費エネルギー量として予測するとともに、前記第２追従制御を実行したときの前記消費エネルギー量を第２消費エネルギー量として予測する。そして、前記制御装置は、前記第２消費エネルギー量が前記第１消費エネルギー量よりも小さい場合、前記第２追従制御を実行し、前記第２消費エネルギー量が前記第１消費エネルギー量以上である場合には、前記第１追従制御を実行するように構成されている。

【００１０】

自車両を先行車に追従させて走行させると、自車両が受ける空気抵抗が小さくなり、その分、自車両の駆動装置が消費するエネルギー量（駆動装置の消費エネルギー量）が少なくなる。従って、第１追従制御により自車両を走行させるよりも、第２追従制御により自車両を走行させるほうが、自車両が受ける空気抵抗を考慮しなければ、自車両の駆動装置の消費エネルギー量は少なくなるが、第２追従制御により自車両を走行させると、車間距離が増減し、その結果、自車両が受ける空気抵抗も増減するので、自車両が受ける空気抵抗を考慮すると、必ずしも、第１追従制御により自車両を走行させるよりも、第２追従制御により自車両を走行させるほうが、駆動装置の消費エネルギー量が少なくなるとは限らない。

【００１１】

本発明によれば、第２追従制御の実行が要求されたとき、第１追従制御を実行したときの駆動装置の消費エネルギー量（第１消費エネルギー量）と第２追従制御を実行したときの駆動装置の消費エネルギー量（第２消費エネルギー量）とを予測し、第２消費エネルギー量が第１消費エネルギー量よりも少ない場合に限り、第２追従制御を実行する。このため、駆動装置の消費エネルギー量を少なくすることができる。

更に、本発明に係る車両運転支援装置において、前記第２追従制御は、前記自車両を加速するときには、前記駆動装置の消費エネルギー量が最小又は略最小となる動作点で前記駆動装置を作動させて前記自車両を加速する最適加速制御により前記自車両を加速し、前記自車両を減速させるときには、前記自車両を惰行走行させる惰行制御により前記自車両を減速させる制御である。

本発明によれば、自車両の加速時、消費エネルギー量が最小又は略最小となる動作点で

駆動装置が作動され、又、自車両の減速時、自車両を惰行走行させるので、駆動装置の消費エネルギー量をより少なくすることができる。

或いは、本発明に係る車両運転支援装置において、前記制御装置は、前記先行車の加速及び減速に同期して又は略同期して前記自車両を加速し又は減速させることにより前記自車両を前記先行車に追従させて走行させる第３追従制御であって、前記自車両を加速するときには、前記自車両の駆動装置の消費エネルギー量が最小又は略最小となる動作点で前記駆動装置を作動させて前記自車両を加速する最適加速制御により前記自車両を加速し、前記自車両を減速させるときには、前記自車両を惰行走行させる惰行制御により前記自車両を減速させる第３追従制御を実行するように構成されている。更に、前記制御装置は、前記自車両の駆動装置の消費エネルギー量の低減が要求されたとの所定実行条件が成立したときに、前記先行車の駆動装置の動力出力特性が前記自車両の駆動装置の動力出力特性と同一又は略同一であり且つ前記先行車が前記第２追従制御又は前記第３追従制御と同じ制御により走行されているとの同期条件が成立している場合には、前記第３追従制御を実行するように構成されている。一方、前記制御装置は、前記所定実行条件が成立したときに、前記同期条件が成立していない場合には、前記第１追従制御又は前記第２追従制御を実行するように構成されている。

先行車の駆動装置の動力出力特性が自車両の駆動装置の動力出力特性と同一又は略同一であるときに先行車が第３追従制御と同じ制御により走行されている場合、第１追従制御又は第２追従制御により自車両を走行させるよりも、先行車の加減速に同期させて又は略同期させて自車両を加減速させる第３追従制御により自車両を走行させたほうが、駆動装置の消費エネルギー量が少なくなる。本発明によれば、先行車の駆動装置の動力出力特性が自車両の駆動装置の動力出力特性と同一又は略同一であるときに先行車が第３追従制御と同じ制御により走行されている場合、第３追従制御により自車両が走行されるので、駆動装置の消費エネルギー量をより少なくすることができる。

或いは、本発明に係る車両運転支援装置において、前記制御装置は、前記先行車の加速及び減速に同期して又は略同期して前記自車両を加速し又は減速させることにより前記自車両を前記先行車に追従させて走行させる第３追従制御であって、前記自車両を加速するときには、前記自車両の駆動装置の消費エネルギー量が最小又は略最小となる動作点で前記駆動装置を作動させて前記自車両を加速する最適加速制御により前記自車両を加速し、前記自車両を減速させるときには、前記自車両を惰行走行させる惰行制御により前記自車両を減速させる第３追従制御を実行するように構成されている。更に、前記制御装置は、前記自車両の駆動装置の動力出力特性と同一又は略同一である動力出力特性を有する駆動装置を備えた他車両を検出し且つ該他車両が前記第２追従制御又は前記第３追従制御と同じ制御により走行されている場合、前記自車両を前記他車両の後方に移動させて前記第３追従制御を実行するように構成されている。

本発明によれば、自車両の駆動装置の動力出力特性と同一又は略同一である動力出力特性を有する駆動装置を備えた他車両を検出した場合、自車両がその他車両の後方に移動されて第３追従制御により走行されるので、自車両の駆動装置の消費エネルギー量をより少なくすることができる。

尚、本発明に係る車両運転支援装置において、前記制御装置は、前記第１消費エネルギー量及び前記第２消費エネルギー量の予測に前記先行車の大きさを考慮するように構成されてもよい。

自車両が受ける空気抵抗は、先行車の大きさによって変わる。本発明によれば、第１消費エネルギー量及び第２消費エネルギー量の予測に先行車の大きさが考慮されるので、より正確に第１消費エネルギー量及び第２消費エネルギー量を予測することができる。

又、本発明に係る車両運転支援装置において、前記制御装置は、前記第１追従制御を実行したときの前記車間距離及び前記自車速を前記第１追従制御を実行したときの前記先行車の走行速度に基づいて予測するとともに、前記第２追従制御を実行したときの前記車間距離及び前記自車速を前記第２追従制御を実行したときの前記先行車の走行速度に基づいて予測するように構成されている。

第１追従制御及び第２追従制御を実行した場合、車間距離及び自車速は、先行車の走行速度の影響を受けて変化する。本発明によれば、第１追従制御を実行したときの車間距離及び自車速が第１追従制御を実行したときの先行車の走行速度に基づいて予測され、第２追従制御を実行したときの車間距離及び自車速が第２追従制御を実行したときの先行車の走行速度に基づいて予測されるので、より正確に車間距離及び自車速を予測することができる。

【００１２】

尚、本発明に係る車両運転支援装置において、前記制御装置は、例えば、前記自車両の駆動装置の消費エネルギー量の低減が要求されたとの所定実行条件が成立した場合、前記第１追従制御を実行したときの前記車間距離及び前記自車速の変化を予測し、該予測したように変化したと仮定した場合の前記車間距離及び前記自車速に基づいて前記第１追従制御を実行したときの前記自車両の駆動装置の消費エネルギー量を前記第１消費エネルギー量として予測するとともに、前記第２追従制御を実行したときの前記車間距離及び自車速の変化を予測し、該予測したように変化したと仮定した場合の前記車間距離及び自車速に基づいて前記第２追従制御を実行したときの前記消費エネルギー量を前記第２消費エネルギー量として予測するように構成される。

【００１３】

本発明によれば、先に述べたように、第２追従制御の実行が要求されたとき、第１消費エネルギー量と第２消費エネルギー量とを予測し、第２消費エネルギー量が第１消費エネルギー量よりも少ない場合に限り、第２追従制御を実行する。このため、駆動装置の消費エネルギー量を少なくすることができる。

【００１４】

尚、本発明に係る車両運転支援装置において、前記第２追従制御は、例えば、前記自車速が上昇して前記所定速度範囲の上限値に達した場合、前記自車両を惰行走行させることにより前記自車両を減速させ、前記自車速が低下して前記所定速度範囲の下限値に達した場合、前記自車両を加速させ、或いは、前記車間距離が増大して前記所定距離範囲の上限値に達した場合、前記自車両を加速させ、前記車間距離が減少して前記所定距離範囲の下限値に達した場合、前記自車両を惰行走行させることにより前記自車両を減速させる制御である。

【００１５】

本発明によれば、第２追従制御の実行時、自車速が所定速度範囲の幅で増減することを許容して、或いは、車間距離が所定距離範囲の幅で増減することを許容して、自車両が加減速されるので、駆動装置の消費エネルギー量をより少なくすることができる。

【００１８】

又、本発明に係る車両運転支援装置において、前記制御装置は、前記自車両の走行環境に応じて許容される前記自車速の範囲を前記所定速度範囲として設定し、或いは、前記自車両の走行環境に応じて許容される前記車間距離の範囲を前記所定距離範囲として設定するように構成されてもよい。

【００１９】

第２追従制御の実行時、自車速が過剰に遅くなったり、車間距離が過剰に長くなったりすると、交通渋滞の原因になる等、好ましくない。又、第２追従制御の実行時、自車速が過剰に速くなったり、車間距離が過剰に短くなったりすると、自車両の走行安全性の観点から、好ましくない。そして、第２追従制御の実行時の自車速として許容される範囲や車間距離として許容される範囲は、自車両の走行環境に応じて変わる。本発明によれば、所定速度範囲又は所定距離範囲が自車両の走行環境に応じて設定されるので、より適切な形で第２追従制御により自車両を走行させることができる。

【００２８】

更に、本発明は、自車両と先行車との間の車間距離が所定距離に維持されるように前記自車両の加減速を自動で制御して前記自車両を前記先行車に追従させて走行させる第１追従制御、又は、前記自車両の走行速度である自車速が所定速度範囲内の速度に維持される

ように或いは前記車間距離が所定距離範囲内の距離に維持されるように前記自車両を自動で加減速して前記自車両を前記先行車に追従させて走行させる第２追従制御により、前記自車両を走行させる車両運転支援方法を提供する。

【００２９】

本発明に係る車両運転支援方法においては、前記自車両の駆動装置の消費エネルギー量の低減が要求されたとの所定実行条件が成立した場合、前記第１追従制御を実行したときの前記車間距離及び前記自車速の変化を予測し、該予測したように変化したと仮定した場合の前記車間距離及び前記自車速に基づいて前記第１追従制御を実行したときの前記自車両の駆動装置の消費エネルギー量を第１消費エネルギー量として予測するとともに、前記第２追従制御を実行したときの前記車間距離及び自車速の変化を予測し、該予測したように変化したと仮定した場合の前記車間距離及び自車速に基づいて前記第２追従制御を実行したときの前記消費エネルギー量を第２消費エネルギー量として予測し、前記第２消費エネルギー量が前記第１消費エネルギー量よりも小さい場合、前記第２追従制御を実行し、前記第２消費エネルギー量が前記第１消費エネルギー量以上である場合には、前記第１追従制御を実行する。

そして、本発明に係る車両運転支援方法において、前記第２追従制御は、前記自車両を加速するときには、前記駆動装置の消費エネルギー量が最小又は略最小となる動作点で前記駆動装置を作動させて前記自車両を加速する最適加速制御により前記自車両を加速し、前記自車両を減速させるときには、前記自車両を惰行走行させる惰行制御により前記自車両を減速させる制御である。

【００３０】

本発明によれば、先に述べたように、駆動装置の消費エネルギー量を少なくすることができる。

【００３１】

更に本発明は、自車両と先行車との間の車間距離が所定距離に維持されるように前記自車両の加減速を自動で制御して前記自車両を前記先行車に追従させて走行させる第１追従制御、又は、前記自車両の走行速度である自車速が所定速度範囲内の速度に維持されるように或いは前記車間距離が所定距離範囲内の距離に維持されるように前記自車両を自動で加減速して前記自車両を前記先行車に追従させて走行させる第２追従制御により、前記自車両を走行させる車両運転支援プログラムを提供する。

【００３２】

本発明に係る車両運転支援プログラムは、前記自車両の駆動装置の消費エネルギー量の低減が要求されたとの所定実行条件が成立した場合、前記第１追従制御を実行したときの前記車間距離及び前記自車速の変化を予測し、該予測したように変化したと仮定した場合の前記車間距離及び前記自車速に基づいて前記第１追従制御を実行したときの前記自車両の駆動装置の消費エネルギー量を第１消費エネルギー量として予測するとともに、前記第２追従制御を実行したときの前記車間距離及び自車速の変化を予測し、該予測したように変化したと仮定した場合の前記車間距離及び自車速に基づいて前記第２追従制御を実行したときの前記消費エネルギー量を第２消費エネルギー量として予測し、前記第２消費エネルギー量が前記第１消費エネルギー量よりも小さい場合、前記第２追従制御を実行し、前記第２消費エネルギー量が前記第１消費エネルギー量以上である場合には、前記第１追従制御を実行する。

そして、本発明に係る車両運転支援プログラムにおいて、前記第２追従制御は、前記自車両を加速するときには、前記駆動装置の消費エネルギー量が最小又は略最小となる動作点で前記駆動装置を作動させて前記自車両を加速する最適加速制御により前記自車両を加速し、前記自車両を減速させるときには、前記自車両を惰行走行させる惰行制御により前記自車両を減速させる制御である。

【００３３】

本発明によれば、先に述べたように、駆動装置の消費エネルギー量を少なくすることができる。

【００３４】
本発明の構成要素は、図面を参照しつつ後述する本発明の実施形態に限定されるものではない。本発明の他の目的、他の特徴及び付随する利点は、本発明の実施形態についての説明から容易に理解されるであろう。
【図面の簡単な説明】
【００３５】
【図１】図１は、本発明の実施形態に係る車両運転支援装置及びその車両運転支援装置が搭載された車両（自車両）を示した図である。
【図２】図２は、前方車間距離を示した図である。
【図３】図３は、自車両の周辺の車両（周辺車）を示した図である。
【図４】図４は、内燃機関のエネルギー効率、モータのエネルギー効率及び駆動トルクを示した図である。
【図５】図５は、本発明の実施形態に係る車両運転支援装置が実行するルーチンを示したフローチャートである。
【図６】図６は、本発明の実施形態に係る車両運転支援装置が実行するルーチンを示したフローチャートである。
【図７】図７は、本発明の実施形態に係る車両運転支援装置が実行するルーチンを示したフローチャートである。
【図８】図８は、本発明の実施形態に係る車両運転支援装置が実行するルーチンを示したフローチャートである。
【図９】図９は、本発明の実施形態に係る車両運転支援装置が実行するルーチンを示したフローチャートである。
【図１０】図１０は、本発明の実施形態に係る車両運転支援装置が実行するルーチンを示したフローチャートである。
【図１１】図１１は、本発明の実施形態に係る車両運転支援装置が実行するルーチンを示したフローチャートである。
【図１２】図１２は、本発明の実施形態に係る車両運転支援装置が実行するルーチンを示したフローチャートである。
【図１３】図１３は、本発明の実施形態に係る車両運転支援装置が実行するルーチンを示したフローチャートである。
【図１４】図１４は、本発明の実施形態に係る車両運転支援装置が実行するルーチンを示したフローチャートである。
【図１５】図１５は、車間距離と自車速と消費エネルギー量との関係を規定したマップ（ルックアップテーブル）を示した図である。
【図１６】図１６は、最大許容距離、最小許容距離及び許容距離範囲ＲＤpmt（第２所定距離範囲）を示した図である。
【図１７】図１７は、非同期切替追従制御により自車両を走行させたときの駆動装置の消費エネルギー量（第２消費エネルギー量）の算出方法を説明する図である。
【発明を実施するための形態】
【００３６】
以下、図面を参照しながら、本発明の実施形態に係る車両運転支援装置について説明する。図１に、本発明の実施形態に係る車両運転支援装置１０が示されている。車両運転支援装置１０は、自車両１００に搭載される。
【００３７】
＜ＥＣＵ＞
車両運転支援装置１０は、制御装置としてのＥＣＵ９０を備えている。ＥＣＵは、エレクトロニックコントロールユニットの略称である。ＥＣＵ９０は、マイクロコンピュータを主要部として備える。マイクロコンピュータは、ＣＰＵ、ＲＯＭ、ＲＡＭ、不揮発性メモリ及びインターフェース等を含む。ＣＰＵは、ＲＯＭに格納されたインストラクション又はプログラム又はルーチンを実行することにより、各種機能を実現するようになってい

る。特に、ＲＯＭには、後述する運転支援制御を実行する車両運転支援プログラムが格納されており、ＣＰＵは、その車両運転支援プログラムを実行することにより、後述する運転支援制御を実現する。

【００３８】

特に、ＥＣＵ９０は、後述する走行支援制御を実行するためのプログラムをＲＯＭに予め記憶しているが、そうしたプログラムを自車両１００の外部の機器から受信装置を介して無線で取得して記憶したり、記憶したプログラムを自車両１００の外部の機器から受信装置を介して無線で更新したりすることができるように構成されていてもよい。

【００３９】

＜車両走行装置＞

自車両１００には、車両走行装置２０が搭載されている。車両走行装置２０は、自車両１００の駆動、制動及び操舵を行う装置であり、本例においては、駆動装置２１、制動装置２２及び操舵装置２３を備えている。

【００４０】

＜駆動装置＞

駆動装置２１は、自車両１００を走行させるために自車両１００に与えられる駆動力（駆動トルク）を出力する装置であり、本例においては、異なる動力出力特性を有する２つの動力源（第１動力源２１１及び第２動力源２１２）からなる。例えば、第１動力源２１１及び第２動力源２１２は、それぞれ、内燃機関及びモータである。第１動力源２１１及び第２動力源２１２は、それぞれ、ＥＣＵ９０に電気的に接続されている。ＥＣＵ９０は、第１動力源２１１及び第２動力源２１２の作動をそれぞれ制御することにより第１動力源２１１及び第２動力源２１２からそれぞれ出力される駆動力（駆動トルク）を制御することができる。

【００４１】

＜制動装置＞

制動装置２２は、自車両１００を制動するために自車両１００に与えられる制動力（制動トルク）を出力する装置であり、例えば、油圧ブレーキ装置である。制動装置２２は、ＥＣＵ９０に電気的に接続されている。ＥＣＵ９０は、制動装置２２の作動を制御することにより制動装置２２から出力される制動力（制動トルク）を制御することができる。

【００４２】

＜操舵装置＞

操舵装置２３は、自車両１００を操舵するために自車両１００に与えられる操舵力（操舵トルク）を出力する装置であり、例えば、パワーステアリング装置である。操舵装置２３は、ＥＣＵ９０に電気的に接続されている。ＥＣＵ９０は、操舵装置２３の作動を制御することにより操舵装置２３から出力される操舵力（操舵トルク）を制御することができる。

【００４３】

＜センサ等＞

更に、自車両１００には、アクセルペダル４１、アクセルペダル操作量センサ４２、ブレーキペダル４３、ブレーキペダル操作量センサ４４、ハンドル４５、操舵角センサ４６、操舵トルクセンサ４７、車速検出装置４８、走行支援操作器５１、効率優先走行操作器５２、周辺情報検出装置６０及び送受信装置７０が搭載されている。

【００４４】

＜アクセルペダル操作量センサ＞

アクセルペダル操作量センサ４２は、アクセルペダル４１の操作量を検出するセンサである。アクセルペダル操作量センサ４２は、ＥＣＵ９０に電気的に接続されている。アクセルペダル操作量センサ４２は、検出した操作量の情報をＥＣＵ９０に送信する。ＥＣＵ９０は、アクセルペダル操作量センサ４２から送信される情報に基づいてアクセルペダル４１の操作量をアクセルペダル操作量ＡＰとして取得する。

【００４５】

ＥＣＵ９０は、後述する走行支援制御を実行する場合を除き、アクセルペダル操作量ＡＰ及び自車両１００の走行速度（自車速Ｖ１）に基づいて駆動装置２１から出力させるべき駆動トルクを演算により取得してドライバー要求駆動トルクＴＱ１drv_reqとして設定する。ＥＣＵ９０は、そのドライバー要求駆動トルクＴＱ１drv_reqに相当する駆動トルクを駆動装置２１から出力させる。又、ＥＣＵ９０は、後述する走行支援制御を実行する場合には、その走行支援制御により所望通りに自車両１００を走行させるのに必要な駆動トルクをシステム要求制動トルクＴＱ２sys_reqとして設定し、そのシステム要求制動トルクＴＱ２sys_reqに相当する駆動トルクを駆動装置２１から出力させる。

【００４６】

＜ブレーキペダル操作量センサ＞

ブレーキペダル操作量センサ４４は、ブレーキペダル４３の操作量を検出するセンサである。ブレーキペダル操作量センサ４４は、ＥＣＵ９０に電気的に接続されている。ブレーキペダル操作量センサ４４は、検出した操作量の情報をＥＣＵ９０に送信する。ＥＣＵ９０は、ブレーキペダル操作量センサ４４から送信される情報に基づいてブレーキペダル４３の操作量をブレーキペダル操作量ＢＰとして取得する。

【００４７】

ＥＣＵ９０は、後述する走行支援制御を実行する場合を除き、ブレーキペダル操作量ＢＰに基づいて制動装置２２により自車両１００に加えるべき制動トルクを演算により取得してドライバー要求制動トルクＴＱ２drv_reqとして設定する。ＥＣＵ９０は、そのドライバー要求制動トルクＴＱ２drv_reqに相当する制動トルクを制動装置２２により自車両１００に加える。又、ＥＣＵ９０は、後述する走行支援制御を実行する場合には、その走行支援制御により所望通りに自車両１００を走行させるのに必要な制動トルクをシステム要求制動トルクＴＱ２sys_reqとして設定し、そのシステム要求制動トルクＴＱ２sys_reqに相当する制動トルクを制動装置２２により自車両１００に加える。

【００４８】

＜操舵角センサ＞

操舵角センサ４６は、ハンドル４５の中立位置に対する回転角度を検出するセンサである。操舵角センサ４６は、ＥＣＵ９０に電気的に接続されている。操舵角センサ４６は、検出したハンドル４５の回転角度の情報をＥＣＵ９０に送信する。ＥＣＵ９０は、その情報に基づいてハンドル４５の回転角度を操舵角θとして取得する。

【００４９】

＜操舵トルクセンサ＞

操舵トルクセンサ４７は、自車両１００の運転者（自車運転者）がハンドル４５を介してステアリングシャフトに入力したトルクを検出するセンサである。操舵トルクセンサ４７は、ＥＣＵ９０に電気的に接続されている。操舵トルクセンサ４７は、検出したトルクに関する情報をＥＣＵ９０に送信する。ＥＣＵ９０は、その情報に基づいて自車運転者がハンドル４５を介してステアリングシャフトに入力したトルクをドライバー入力操舵トルクＴＱ３drvとして取得する。

【００５０】

＜車速検出装置＞

車速検出装置４８は、自車両１００の走行速度を検出する装置であり、例えば、車輪速センサである。車速検出装置４８は、ＥＣＵ９０に電気的に接続されている。車速検出装置４８は、検出した自車両１００の走行速度の情報をＥＣＵ９０に送信する。ＥＣＵ９０は、その情報に基づいて自車両１００の走行速度を自車速Ｖ１として取得する。

【００５１】

ＥＣＵ９０は、操舵角θ、ドライバー入力操舵トルクＴＱ３drv及び自車速Ｖ１に基づいて操舵装置２３から出力させるべき操舵トルクを演算により取得して要求操舵トルクＴＱ３reqとして設定し、その要求操舵トルクＴＱ３reqに相当する操舵トルクを操舵装置２３から出力させる。

【００５２】

＜走行支援操作器＞
走行支援操作器５１は、自車運転者により操作される装置であり、例えば、スイッチやボタン等からなる装置である。これらスイッチやボタン等は、例えば、ハンドル４５のステアリングホイールに設けられ、或いは、自車両１００のステアリングコラムに取り付けられたレバーに設けられる。
【００５３】
本例において、走行支援操作器５１は、走行支援選択スイッチ、車速設定スイッチ、車速増加ボタン、車速減少ボタン及び車間距離設定ボタンを含んでいる。走行支援操作器５１は、ＥＣＵ９０に電気的に接続されている。
【００５４】
後述する走行支援制御が実行されていないときに走行支援選択スイッチが操作されると、走行支援操作器５１からＥＣＵ９０に信号が送信される。ＥＣＵ９０は、その信号を受信した場合、走行支援制御の実行が要求されたと判定する。
【００５５】
一方、走行支援制御が実行されているときに走行支援選択スイッチが操作されると、走行支援操作器５１からＥＣＵ９０に信号が送信される。ＥＣＵ９０は、その信号を受信した場合、走行支援制御の実行が要求されなくなったと判定する。言い換えれば、ＥＣＵ９０は、走行支援制御の終了が要求されたと判定する。
【００５６】
又、走行支援制御が実行されているときに車速設定スイッチが操作されると、走行支援操作器５１からＥＣＵ９０に信号が送信される。ＥＣＵ９０は、その信号を受信した場合、その時点の自車速Ｖ１を走行支援制御における設定速度Ｖsetとして設定する。
【００５７】
又、走行支援制御が実行されているときに車速増加ボタンが操作されると、走行支援操作器５１からＥＣＵ９０に信号が送信される。ＥＣＵ９０は、その信号を受信した場合、設定速度Ｖsetを大きくする。一方、走行支援制御が実行されているときに車速減少ボタンが操作されると、走行支援操作器５１からＥＣＵ９０に信号が送信される。ＥＣＵ９０は、その信号を受信した場合、設定速度Ｖsetを小さくする。
【００５８】
又、走行支援制御が実行されているときに車間距離設定ボタンが操作されると、走行支援操作器５１からＥＣＵ９０に信号が送信される。この信号は、自車運転者が車間距離設定ボタンを操作することにより、後述する通常追従制御における自車両１００と先行車２００Ｆとの間の距離（車間距離Ｄ）として要求している距離（要求車間距離Ｄreq）を表す信号（要求車間距離信号）である。
【００５９】
車間距離Ｄは、図２に示したように、自車両１００と先行車２００Ｆとの間の距離であり、後述する周辺検出情報ＩＳに基づいて取得される。又、本例において、先行車２００Ｆは、自車線ＬＮ（自車両１００が走行している車線）を自車両１００の前方で走行する車両であって、車間距離Ｄが所定の距離（先行車判定距離Ｄth）以下となっている車両である。自車線ＬＮは、周辺検出情報ＩＳに基づいて取得される自車両１００の左側の区画線ＬＭＬ及び右側の区画線ＬＭＲに係る情報に基づいて認識される。又、本例において、自車運転者が車間距離設定ボタンを操作することにより選択可能な要求車間距離Ｄreqは、長めの距離Ｄlong、中程度の距離Ｄmiddle及び短めの距離Ｄshortの３種類である。
【００６０】
ＥＣＵ９０は、要求車間距離信号を受信した場合、その時点の自車速Ｖ１とは無関係に要求車間距離Ｄreqに基づいて設定車間距離Ｄsetを設定してもよいが、本例においては、その時点の自車速Ｖ１及び要求車間距離Ｄreqに基づいて設定車間距離Ｄsetを設定する。
【００６１】
具体的には、ＥＣＵ９０は、その時点の自車速Ｖ１で除して得られる時間（予測到達時間ＴＴＣ）が所定の時間（所定予測到達時間ＴＴＣref）となる車間距離Ｄを設定車間距離

Ｄsetとして設定する。即ち、ＥＣＵ９０は、その時点の自車速Ｖ１と所定予測到達時間ＴＴＣrefと車間距離Ｄとの関係が下式１の関係となる車間距離Ｄを設定車間距離Ｄsetとして設定する。

【００６２】

ＴＴＣref＝Ｄ／Ｖ１　　…（１）

【００６３】

所定予測到達時間ＴＴＣrefは、要求車間距離Ｄreqが長めの距離Ｄlongである場合、長めの時間に設定され、要求車間距離Ｄreqが中程度の距離Ｄmiddleである場合、中程度の時間に設定され、要求車間距離Ｄreqが短めの距離Ｄshortである場合、短めの時間に設定される。尚、先行車判定距離Ｄthは、設定車間距離Ｄsetよりも長い距離となるように定められている。

【００６４】

＜効率優先走行操作器＞

効率優先走行操作器５２は、自車運転者により操作される装置であり、例えば、スイッチやボタン等からなる装置である。これらスイッチやボタン等は、例えば、自車両１００のステアリングホイールに設けられ、或いは、自車両１００のステアリングコラムに取り付けられたレバーに設けられる。

【００６５】

効率優先走行操作器５２は、それがオフ位置に操作された状態にあるときに操作されるとオン位置となる。効率優先走行操作器５２は、オン位置に操作されると、ＥＣＵ９０に信号を送信する。ＥＣＵ９０は、その信号を受信すると、後述する効率優先支援制御の実行が要求されたと判定する。

【００６６】

一方、効率優先走行操作器５２は、それがオン位置に操作されている状態にあるときに操作されるとオフ位置となる。効率優先走行操作器５２は、オフ位置に操作されると、ＥＣＵ９０に信号を送信する。ＥＣＵ９０は、その信号を受信した場合、効率優先支援制御の実行が要求されなくなったと判定する。

【００６７】

＜周辺情報検出装置＞

周辺情報検出装置６０は、自車両１００の周辺の情報を検出する装置であり、本例においては、電波センサ６１及び画像センサ６２を備えている。

【００６８】

＜電波センサ＞

電波センサ６１は、電波を用いて自車両１００の周辺に存在する物体に関する情報を検出するセンサであり、例えば、レーダセンサ（ミリ波レーダ等）、超音波センサ（クリアランスソナー）等の音波センサ及びレーザーレーダ（LiDAR）等の光センサの少なくとも１つである。電波センサ６１は、ＥＣＵ９０に電気的に接続されている。電波センサ６１は、電波を発信するとともに、物体で反射した電波（反射波）を受信する。電波センサ６１は、発信した電波及び受信した電波（反射波）に係る情報をＥＣＵ９０に送信する。別の言い方をすると、電波センサ６１は、自車両１００の周辺に存在する物体を検知し、その検知した物体に係る情報をＥＣＵ９０に送信する。ＥＣＵ９０は、その情報（電波情報又は電波データ）に基づいて自車両１００の周辺に存在する物体に係る情報を周辺検出情報ＩＳとして取得することができる。電波センサ６１を用いて検出される物体は、例えば、車両、壁、自転車及び人等である。

【００６９】

＜画像センサ＞

画像センサ６２は、自車両１００の周辺を撮像するセンサであり、例えば、カメラである。画像センサ６２は、ＥＣＵ９０に電気的に接続されている。画像センサ６２は、自車両１００の周辺を撮像し、撮像した画像に係る情報をＥＣＵ９０に送信する。ＥＣＵ９０は、その情報（画像情報又は画像データ）に基づいて自車両１００の周辺の情報を周辺検

出情報ＩＳとして取得することができる。
【００７０】
　ＥＣＵ９０は、周辺検出情報ＩＳから先行車２００Ｆと自車両１００との間の距離（車間距離Ｄ）及び先行車２００Ｆの車速（先行車速Ｖ２）等を取得する。
【００７１】
＜送受信装置＞
　送受信装置７０は、図３に示したように自車両１００の周辺に存在する車両（周辺車２００Ｓ）から発信される無線信号を受信し、又、自車両１００から外部に無線信号を発信する装置であり、ＥＣＵ９０に電気的に接続されている。ＥＣＵ９０は、送受信装置７０を介して周辺車２００Ｓから発信される無線信号を取得することができ、又、送受信装置７０を介して自車両１００から外部に無線信号を発信することができる。ＥＣＵ９０は、周辺車２００Ｓから発信される無線信号に基づいて周辺車２００Ｓに係る情報を車車間通信情報ＩＶとして取得する。
【００７２】
＜車両運転支援装置の作動＞
　次に、車両運転支援装置１０の作動について説明する。車両運転支援装置１０は、自車運転者によるアクセルペダル４１の操作やブレーキペダル４３の操作が行われなくても、自車両１００を自動で加減速して走行させる走行支援制御を実行可能に構成されている。本例において、走行支援制御は、２種類の制御、即ち、通常支援制御及び効率優先支援制御を含んでいる。
【００７３】
＜通常支援制御＞
　通常支援制御は、２種類の制御、即ち、通常追従制御（第１追従制御）及び通常定速制御を含んでいる。本例において、通常追従制御は、車間距離Ｄが設定車間距離Ｄset（所定距離）に維持されるように自車両１００を自動で加減速する制御であるが、設定車間距離Ｄsetよりも所定の値だけ大きい値を上限値とし、設定車間距離Ｄsetよりも所定の値だけ小さい値を下限値とした所定の範囲（第１所定距離範囲）内の距離に維持されるように自車両１００を自動で加減速する制御であってもよい。一方、通常定速制御は、自車速Ｖ１が設定速度Ｖsetに維持されるように自車両１００を自動で加減速する制御である。
【００７４】
＜効率優先支援制御＞
　又、効率優先支援制御は、自車両１００を加速するときには、最適加速制御により自車両１００を自動で加速し、自車両１００を減速させるときには、惰行制御により自車両１００を自動で減速させる制御である。本例において、効率優先支援制御は、３種類の制御、即ち、同期動作点切替追従制御（同期切替追従制御、第３追従制御）、非同期動作点切替追従制御（非同期切替追従制御、第２追従制御）及び動作点切替定速制御（切替定速制御）を含んでいる。
【００７５】
＜最適加速制御＞
　最適加速制御は、そのときの自車速を考慮したときに駆動装置２１のエネルギー効率が最大又は略最大となる駆動トルク（最適駆動トルク）、言い方を換えると、駆動装置２１の消費エネルギー量が最小又は略最小となる駆動トルク（最適駆動トルク）を演算により取得してシステム要求制動トルクＴＱ２sys_reqとして設定し、そのシステム要求制動トルクＴＱ２sys_reqに相当する駆動トルクを駆動装置２１から出力させて自車両１００を自動で加速させる制御である。
【００７６】
　即ち、本例において、駆動装置２１は、第１動力源２１１及び第２動力源２１２からなる。ここで、第１動力源２１１及び第２動力源２１２は、それぞれ異なる動力出力特性（駆動力を出力するときのエネルギー効率の特性）を有している。本例において、第１動力源２１１及び第２動力源２１２は、図４に示した動力出力特性を有している。即ち、第１

動力源２１１のエネルギー効率Ｅは、線Ｌengで示したように、第１動力源２１１が出力する駆動トルクＴＱ１が或る値ＴＱ１_Ａであるときに最も高くなり、第２動力源２１２のエネルギー効率Ｅは、線Ｌmtで示したように、第２動力源２１２が出力する駆動トルクＴＱ１が上記値ＴＱ１_Ａよりも小さい値ＴＱ１_Ｂであるときに最も高くなる。

【００７７】

尚、第１動力源２１１が内燃機関である場合、第１動力源２１１のエネルギー効率は、いわゆる燃費に対応するものであり、燃費が大きくなるほど大きくなる。一方、第２動力源２１２がモータである場合、第２動力源２１２のエネルギー効率は、いわゆる電費に対応するものであり、電費が小さくなるほど大きくなる。

【００７８】

このように、駆動装置２１のエネルギー効率には、駆動装置２１が出力する駆動トルクが特定の値（最適駆動トルク）であるときにピークとなる（最も大きく）特性があり、そのピークは、複数（本例においては、２つ）である。従って、最適駆動トルクを駆動装置２１から出力させて自車両１００を加速すれば、駆動装置２１のエネルギー効率が大きくなる。即ち、駆動装置２１の消費エネルギー量が小さくなる。

【００７９】

このように、最適加速制御は、最適駆動トルクに相当する駆動トルクを駆動装置２１から出力させて自車両１００を自動で加速する制御である。言い方を換えると、最適加速制御は、最小の消費エネルギー量で駆動装置２１を作動させて自車両１００を自動で加速する制御である。

【００８０】

尚、最適加速制御は、最適駆動トルクよりも僅かばかり大きい或いは小さい駆動トルクを演算により取得してシステム要求制動トルクＴＱ２sys_reqとして設定し、そのシステム要求制動トルクＴＱ２sys_reqに相当する駆動トルクを駆動装置２１から出力させて自車両１００を自動で加速する制御であってもよい。即ち、最適加速制御は、「最小消費エネルギー量及びそれよりも僅かばかり大きい消費エネルギー量」を含む最適消費エネルギー量で駆動装置２１を作動させて自車両１００を自動で加速する制御であってもよい。即ち、最適加速制御は、駆動装置２１の消費エネルギー量が所定量以下となるように駆動装置２１を作動させて自車両１００を自動で加速する制御であってもよい。

【００８１】

＜惰行制御＞

一方、惰行制御は、自車両１００を加速も減速もさせない値の駆動トルクを駆動装置２１から出力させて自車両１００を惰行走行させる制御である。本例においては、惰行制御は、第１動力源２１１（例えば、内燃機関）の作動を停止させるとともに、第２動力源２１２（例えば、モータ）のエネルギー効率が最大となるように第２動力源２１２から駆動トルクを出力させることにより自車両１００を惰行走行させる制御である。これによれば、自車両１００は、主に、その走行抵抗により減速する。

【００８２】

＜同期切替追従制御（第３追従制御）＞

同期切替追従制御は、同期対象車２００Ｅである先行車２００Ｆであって本例における効率優先支援制御と同じ効率優先支援制御（即ち、最適加速制御及び惰行制御により車両を加減速させる制御）により走行されている先行車２００Ｆに追従するように先行車２００Ｆの加減速に同期させて（又は略同期させて）自車両１００を最適加速制御及び惰行制御により自動で加減速する制御である。

【００８３】

同期対象車２００Ｅは、自車両１００周辺の車両（周辺車２００Ｓ）であって、自車両１００の駆動装置２１の動力出力特性と同一又は略同一の動力出力特性を有する駆動装置を備える車両である。

【００８４】

尚、本例においては、周辺車２００Ｓの駆動装置に対して実行されている制御に係る情

報が車車間通信情報ＩＶに含まれており、従って、車両運転支援装置１０は、車車間通信情報ＩＶに基づいて周辺車２００Ｓが効率優先支援制御により走行されているか否かを判定する。

【００８５】

又、本例においては、周辺車２００Ｓの駆動装置の動力出力特性に係る情報も車車間通信情報ＩＶに含まれており、従って、車両運転支援装置１０は、車車間通信情報ＩＶに基づいて周辺車２００Ｓの駆動装置の最適駆動トルクと自車両１００の駆動装置２１の最適駆動トルクとの差が所定値以下であるか否か（本例においては、当該周辺車２００Ｓの駆動装置の動力出力特性が自車両１００の駆動装置２１の動力出力特性と同一又は略同一であるか否か）を判定する。

【００８６】

尚、周辺車２００Ｓの駆動装置に対して実行されている制御に係る情報が車車間通信情報ＩＶに含まれていないこともある。この場合、車両運転支援装置１０は、当該周辺車２００Ｓの駆動装置から出力されている駆動トルク（当該周辺車２００Ｓの駆動トルク）を周辺検出情報ＩＳに基づいて取得し、その駆動トルクに基づいて当該周辺車２００Ｓが効率優先支援制御により走行されているか否かを判定する。

【００８７】

より具体的には、車両運転支援装置１０は、周辺検出情報ＩＳに基づいて周辺車２００Ｓの加速度のピーク値（周辺車２００Ｓのピーク加速度）を取得し、そのピーク加速度が特定の２つの値に集約される場合、効率優先支援制御により当該周辺車２００Ｓが走行されていると判定する。

【００８８】

又、周辺車２００Ｓの駆動装置の動力出力特性に係る情報が車車間通信情報ＩＶに含まれていないこともある。この場合、車両運転支援装置１０は、周辺検出情報ＩＳに基づいて当該周辺車２００Ｓの駆動トルクを取得し、その駆動トルクに基づいて周辺車２００Ｓの最適駆動トルクと自車両１００の最適駆動トルクとの差が所定値以下であるか否か（即ち、当該周辺車２００Ｓの駆動装置の動力出力特性が自車両１００の駆動装置２１の動力出力特性と同一又は略同一であるか否か）を判定する。

【００８９】

より具体的には、車両運転支援装置１０は、周辺検出情報ＩＳに基づいて周辺車２００Ｓのピーク加速度を取得し、そのピーク加速度と駆動装置２１による自車両１００の加速度のピーク値（自車両１００のピーク加速度）との差が所定値以下である場合、当該周辺車２００Ｓの駆動装置の最適駆動トルクと自車両１００の駆動装置２１の最適駆動トルクとの差が所定値以下である（即ち、当該周辺車２００Ｓの駆動装置の動力出力特性が自車両１００の駆動装置２１の動力出力特性と同一又は略同一である）と判定する。

【００９０】

本例においては、車両運転支援装置１０は、周辺検出情報ＩＳに基づいて周辺車２００Ｓのピーク加速度を取得し、そのピーク加速度と自車両１００のピーク加速度との差がゼロである場合、当該周辺車２００Ｓの駆動装置の動力出力特性が自車両１００の駆動装置２１の動力出力特性と同一であると判定し、周辺車２００Ｓのピーク加速度と自車両１００のピーク加速度との差がゼロよりも大きいが所定値以下である場合、当該周辺車２００Ｓの駆動装置の動力出力特性が自車両１００の駆動装置２１の動力出力特性と略同一であると判定する。

【００９１】

＜非同期切替追従制御（第２追従制御）＞

非同期切替追従制御は、同期対象車２００Ｅではない先行車２００Ｆ又は同期対象車２００Ｅではあるが効率優先支援制御により走行されていない先行車２００Ｆに追従するように所定のタイミングで自車両１００を最適加速制御及び惰行制御により自動で加減速する制御である。

【００９２】

＜切替定速制御＞
　又、切替定速制御は、自車速が所定の範囲内の速度に維持されるように所定のタイミングで自車両１００を最適加速制御及び惰行制御により自動で加減速する制御である。
【００９３】
＜車両運転支援装置の具体的な作動＞
　以下、車両運転支援装置１０が実行する通常支援制御及び効率優先支援制御等を含む各種制御について、図５乃至図１４に示したルーチンを参照しつつ、より詳しく説明する。
【００９４】
　車両運転支援装置１０は、図５に示したルーチンを所定演算周期で実行するようになっている。従って、所定のタイミングになると、車両運転支援装置１０は、図５に示したルーチンのステップ５００から処理を開始し、その処理をステップ５０５に進める。
【００９５】
　車両運転支援装置１０は、走行支援要求条件Ｃ１が成立している場合、走行支援制御を実行し、走行支援要求条件Ｃ１が成立していない場合、通常走行制御を実行する。そこで、車両運転支援装置１０は、処理をステップ５０５に進めると、走行支援要求条件Ｃ１が成立しているか否かを判定する。
【００９６】
　車両運転支援装置１０は、走行支援操作器５１が操作されて走行支援制御の実行が要求された場合、アクセルペダル４１又はブレーキペダル４３が操作されているか否かを問わず、走行支援要求条件Ｃ１が成立したと判定するように構成されてもよいが、本例においては、走行支援制御の実行が要求されたと判定したときにアクセルペダル４１もブレーキペダル４３も操作されていない場合、走行支援要求条件Ｃ１が成立したと判定する。
【００９７】
　尚、車両運転支援装置１０は、走行支援制御の実行中に走行支援操作器５１が操作されて走行支援制御の終了が要求された場合、走行支援要求条件Ｃ１が成立しなくなった、即ち、走行支援制御を終了する条件（走行支援終了条件）が成立したと判定する。又、車両運転支援装置１０は、走行支援制御の実行中にブレーキペダル４３が操作された場合、即ち、ブレーキペダル操作量ＢＰがゼロよりも大きくなった場合も、走行支援要求条件Ｃ１が成立しなくなった、即ち、走行支援終了条件が成立したと判定する。車両運転支援装置１０は、走行支援要求条件Ｃ１が成立しなくなった場合、走行支援制御を終了し、後述する通常走行制御を実行する。
【００９８】
　走行支援要求条件Ｃ１が成立していない場合、車両運転支援装置１０は、ステップ５０５で「Ｎｏ」と判定して処理をステップ５５０に進め、通常走行制御を実行する。その後、車両運転支援装置１０は、本ルーチンの処理を一旦終了する。
【００９９】
　通常走行制御は、アクセルペダル操作量ＡＰ及び自車速Ｖ１に基づいて駆動装置２１から出力させるべき駆動トルクを演算により取得してドライバー要求駆動トルクＴＱ１drv_reqとして設定し、そのドライバー要求駆動トルクＴＱ１drv_reqに相当する駆動トルクを駆動装置２１から出力させ、ブレーキペダル操作量ＢＰに基づいて制動装置２２により自車両１００に加えられるべき制動トルクを演算により取得してドライバー要求制動トルクＴＱ２drv_reqとして設定し、そのドライバー要求制動トルクＴＱ２drv_reqに相当する制動トルクを制動装置２２により自車両１００に加える制御である。
【０１００】
　尚、車両運転支援装置１０は、通常走行制御の実行時、ドライバー要求駆動トルクＴＱ１drv_reqがゼロよりも大きい値（作動切替閾値ＴＱ１th）よりも大きい場合、第１動力源２１１及び第２動力源２１２の両方から駆動トルクを出力させることによりドライバー要求駆動トルクＴＱ１drv_reqに相当する駆動トルクを駆動装置２１から出力させ、ドライバー要求駆動トルクＴＱ１drv_reqが作動切替閾値ＴＱ１th以下である場合、第１動力源２１１の作動を停止して第２動力源２１２のみから駆動トルクを出力させることにより

ドライバー要求駆動トルクＴＱ１drv_reqに相当する駆動トルクを駆動装置２１から出力させるように構成されている。

【０１０１】

一方、走行支援要求条件Ｃ１が成立している場合、車両運転支援装置１０は、ステップ５０５にて「Ｙｅｓ」と判定して処理をステップ５１０に進める。

【０１０２】

車両運転支援装置１０は、効率優先要求条件Ｃ２が成立している場合、効率優先支援制御を実行し、効率優先要求条件Ｃ２が成立していない場合、通常支援制御を実行する。そこで、車両運転支援装置１０は、処理をステップ５１０に進めると、効率優先要求条件Ｃ２が成立しているか否かを判定する。車両運転支援装置１０は、効率優先走行操作器５２が操作されて効率優先支援制御の実行が要求された場合、効率優先要求条件Ｃ２が成立したと判定する。

【０１０３】

効率優先要求条件Ｃ２が成立していない場合、車両運転支援装置１０は、ステップ５１０にて「Ｎｏ」と判定して処理をステップ５４５に進め、図１２に示したルーチンを実行することにより、通常支援制御を実行する。従って、車両運転支援装置１０は、処理をステップ５４５に進めると、図１２に示したルーチンのステップ１２００から処理を開始し、その処理をステップ１２０５に進める。

【０１０４】

車両運転支援装置１０は、先行車２００Ｆが存在する場合、通常支援制御として、通常追従制御を実行し、先行車２００Ｆが存在しない場合、通常支援制御として、通常定速制御を実行する。そこで、車両運転支援装置１０は、処理をステップ１２０５に進めると、先行車２００Ｆが存在するか否かを判定する。

【０１０５】

先行車２００Ｆが存在する場合、車両運転支援装置１０は、ステップ１２０５にて「Ｙｅｓ」と判定して処理をステップ１２１０に進め、図１３に示したルーチンを実行することにより、通常追従制御を実行する。従って、車両運転支援装置１０は、処理をステップ１２１０に進めると、図１３に示したルーチンのステップ１３００から処理を開始し、その処理をステップ１３０５に進める。

【０１０６】

先に述べたように、通常追従制御は、車間距離Ｄが設定車間距離Ｄsetに維持されるように自車両１００を自動で加減速する制御である。より具体的には、本例において、通常追従制御は、予測到達時間ＴＴＣが所定予測到達時間ＴＴＣrefに維持されるように自車両１００を自動で加減速する制御である。従って、車両運転支援装置１０は、予測到達時間ＴＴＣが所定予測到達時間ＴＴＣrefよりも長くなった場合（通常追従加速条件Ｃ３が成立した場合）、自車両１００を加速し、予測到達時間ＴＴＣが所定予測到達時間ＴＴＣrefよりも短くなった場合（通常追従減速条件Ｃ４が成立した場合）、自車両１００を減速させる。

【０１０７】

そこで、車両運転支援装置１０は、処理をステップ１３０５に進めると、通常追従加速条件Ｃ３が成立しているか否かを判定する。通常追従加速条件Ｃ３が成立している場合、車両運転支援装置１０は、ステップ１３０５にて「Ｙｅｓ」と判定して処理をステップ１３１０に進め、通常追従加速制御を実行する。

【０１０８】

通常追従加速制御は、予測到達時間ＴＴＣを所定予測到達時間ＴＴＣrefに収束させるために駆動装置２１から出力させるべき駆動トルクを演算により取得してシステム要求制動トルクＴＱ２sys_reqとして設定し、そのシステム要求制動トルクＴＱ２sys_reqに相当する駆動トルクを駆動装置２１から出力させる制御である。

【０１０９】

車両運転支援装置１０は、ステップ１３１０の処理を実行すると、本ルーチンの処理を一旦終了する。

【０１１０】
一方、通常追従加速条件Ｃ３が成立していない場合、車両運転支援装置１０は、ステップ１３０５にて「Ｎｏ」と判定して処理をステップ１３１５に進め、通常追従減速条件Ｃ４が成立しているか否かを判定する。通常追従減速条件Ｃ４が成立している場合、車両運転支援装置１０は、ステップ１３１５にて「Ｙｅｓ」と判定して処理をステップ１３２０に進め、通常追従減速制御を実行する。
【０１１１】
通常追従減速制御は、予測到達時間ＴＴＣを所定予測到達時間ＴＴＣrefに収束させるために駆動装置２１から出力させるべき駆動トルクを演算により取得してシステム要求制動トルクＴＱ２sys_reqとして設定するとともに、制動装置２２により自車両１００に加えるべき制動トルクを演算により取得してシステム要求制動トルクＴＱ２sys_reqとして設定し、そのシステム要求制動トルクＴＱ２sys_reqに相当する駆動トルクを駆動装置２１から出力させるとともに、そのシステム要求制動トルクＴＱ２sys_reqに相当する制動トルクを制動装置２２により自車両１００に加える制御である。
【０１１２】
車両運転支援装置１０は、ステップ１３２０の処理を実行すると、本ルーチンの処理を一旦終了する。
【０１１３】
一方、通常追従減速条件Ｃ４が成立していない場合、車両運転支援装置１０は、ステップ１３１５にて「Ｎｏ」と判定して処理をステップ１３２５に進め、定常走行制御を実行する。
【０１１４】
定常走行制御は、その時点の自車速を維持するための駆動トルクを演算により取得してシステム要求制動トルクＴＱ２sys_reqとして設定し、そのシステム要求制動トルクＴＱ２sys_reqを駆動装置２１から出力させる制御である。
【０１１５】
車両運転支援装置１０は、ステップ１３２５の処理を実行すると、本ルーチンの処理を一旦終了する。
【０１１６】
尚、車両運転支援装置１０は、通常追従制御の実行中にアクセルペダル４１が踏み込まれてドライバー要求駆動トルクＴＱ１drv_reqがシステム要求制動トルクＴＱ２sys_reqよりも大きくなった場合、アクセルオーバーライド状態（ドライバーオーバーライド状態）が生じたと判断して通常追従制御を中断し、ドライバー要求駆動トルクＴＱ１drv_reqに相当する駆動トルクを駆動装置２１から出力させる。即ち、車両運転支援装置１０は、通常追従制御を中断し、通常走行制御を実行する。その後、アクセルペダル４１の踏込みが解除される等してドライバー要求駆動トルクＴＱ１drv_reqがシステム要求制動トルクＴＱ２sys_req以下になった場合、車両運転支援装置１０は、通常追従制御を再開する。
【０１１７】
一方、車両運転支援装置１０は、図１２に示したルーチンのステップ１２０５の処理の実行時点で、先行車２００Ｆが存在しない場合、ステップ１２０５にて「Ｎｏ」と判定して処理をステップ１２１５に進め、図１４に示したルーチンを実行することにより、通常定速制御を実行する。従って、車両運転支援装置１０は、処理をステップ１２１５に進めると、図１４に示したルーチンのステップ１４００から処理を開始し、その処理をステップ１４０５に進める。
【０１１８】
先に述べたように、通常定速制御は、自車速Ｖ１が設定速度Ｖsetに維持されるように自車両１００を自動で加減速する制御である。従って、車両運転支援装置１０は、自車速Ｖ１が設定速度Ｖsetよりも低くなった場合（通常定速加速条件Ｃ５が成立した場合）、自車両１００を加速し、自車速Ｖ１が設定速度Ｖsetよりも高くなった場合（通常定速減速条件Ｃ６が成立した場合）、自車両１００を減速させる。

【０１１９】
従って、車両運転支援装置１０は、処理をステップ１４０５に進めると、通常定速加速条件Ｃ５が成立しているか否かを判定する。通常定速加速条件Ｃ５が成立している場合、車両運転支援装置１０は、ステップ１４０５にて「Ｙｅｓ」と判定して処理をステップ１４１０に進め、通常定速加速制御を実行する。
【０１２０】
通常定速加速制御は、自車速Ｖ１を設定速度Ｖsetに収束させるために駆動装置２１から出力させるべき駆動トルクを演算により取得してシステム要求制動トルクＴＱ２sys_reqとして設定し、そのシステム要求制動トルクＴＱ２sys_reqに相当する駆動トルクを駆動装置２１から出力させる制御である。
【０１２１】
車両運転支援装置１０は、ステップ１４１０の処理を実行すると、本ルーチンの処理を一旦終了する。
【０１２２】
一方、通常定速加速条件Ｃ５が成立していない場合、車両運転支援装置１０は、ステップ１４０５にて「Ｎｏ」と判定して処理をステップ１４１５に進め、通常定速減速条件Ｃ６が成立しているか否かを判定する。通常定速減速条件Ｃ６が成立している場合、車両運転支援装置１０は、ステップ１４１５にて「Ｙｅｓ」と判定して処理をステップ１４２０に進め、通常定速減速制御を実行する。
【０１２３】
通常定速減速制御は、自車速Ｖ１を設定速度Ｖsetに収束させるために駆動装置２１から出力させるべき駆動トルクを演算により取得してシステム要求制動トルクＴＱ２sys_reqとして設定するとともに、制動装置２２により自車両１００に加えるべき制動トルクを演算により取得してシステム要求制動トルクＴＱ２sys_reqとして設定し、そのシステム要求制動トルクＴＱ２sys_reqに相当する駆動トルクを駆動装置２１から出力させるとともに、そのシステム要求制動トルクＴＱ２sys_reqに相当する制動トルクを制動装置２２により自車両１００に加える制御である。
【０１２４】
車両運転支援装置１０は、ステップ１４２０の処理を実行すると、本ルーチンの処理を一旦終了する。
【０１２５】
一方、通常定速減速条件Ｃ６が成立していない場合、車両運転支援装置１０は、ステップ１４１５にて「Ｎｏ」と判定して処理をステップ１４２５に進め、定常走行制御を実行する。その後、車両運転支援装置１０は、本ルーチンの処理を一旦終了する。
【０１２６】
尚、車両運転支援装置１０は、通常定速制御の実行中も、アクセルペダル４１が踏み込まれてドライバー要求駆動トルクＴＱ１drv_reqがシステム要求制動トルクＴＱ２sys_reqよりも大きくなった場合、アクセルオーバーライド状態が生じたと判断して通常定速制御を中断し、ドライバー要求駆動トルクＴＱ１drv_reqに相当する駆動トルクを駆動装置２１から出力させる。即ち、車両運転支援装置１０は、通常定速制御を中断し、通常走行制御を実行する。その後、アクセルペダル４１の踏込みが解除される等してドライバー要求駆動トルクＴＱ１drv_reqがシステム要求制動トルクＴＱ２sys_req以下になった場合、車両運転支援装置１０は、通常定速制御を再開する。
【０１２７】
一方、車両運転支援装置１０は、図５に示したルーチンのステップ５１０の処理の実行時点で、効率優先要求条件Ｃ２が成立している場合、車両運転支援装置１０は、ステップ５１０にて「Ｙｅｓ」と判定して処理をステップ５１５に進める。
【０１２８】
車両運転支援装置１０は、同期対象車２００Ｅが存在し且つその同期対象車２００Ｅが効率優先支援制御により走行されている場合（即ち、同期条件が成立している場合）、同

期切替追従制御を実行し、同期対象車２００Ｅが存在しない場合又は同期対象車２００Ｅは存在するがその同期対象車２００Ｅが効率優先支援制御により走行されていない場合、先行車２００Ｆの有無に応じて非同期切替追従制御又は切替定速制御を実行する。従って、車両運転支援装置１０は、処理をステップ５１５に進めると、同期対象車２００Ｅが存在するか否かを判定する。

【０１２９】

同期対象車２００Ｅが存在する場合、車両運転支援装置１０は、ステップ５１５にて「Ｙｅｓ」と判定して処理をステップ５２０に進め、同期対象車２００Ｅが効率優先支援制御により走行されているか否かを判定する。同期対象車２００Ｅが効率優先支援制御により走行されている場合、車両運転支援装置１０は、ステップ５２０にて「Ｙｅｓ」と判定して処理をステップ５２５に進め、図６又は図７に示したルーチンを実行することにより、同期切替追従制御を実行する。

【０１３０】

従って、車両運転支援装置１０は、処理をステップ５２５に進めたときに図６に示したルーチンを実行するようになっている場合、処理をステップ５２５に進めると、図６に示したルーチンのステップ６００から処理を開始し、その処理をステップ６０５に進める。

【０１３１】

車両運転支援装置１０は、効率優先支援制御により走行されている同期対象車２００Ｅが先行車２００Ｆである場合（制御実行条件Ｃ７が成立している場合）、最適加速制御及び惰行制御による自車両１００の加減速を実行するが、制御実行条件Ｃ７が成立していない場合、自車両１００を同期対象車２００Ｅ（他車両）の後方に移動させたうえで、最適加速制御及び惰行制御による自車両１００の加減速を実行する。

【０１３２】

そこで、車両運転支援装置１０は、処理をステップ６０５に進めると、制御実行条件Ｃ７が成立しているか否かを判定する。制御実行条件Ｃ７が成立していない場合、車両運転支援装置１０は、ステップ６０５にて「Ｎｏ」と判定して処理をステップ６３０に進め、自車移動制御を実行する。自車移動制御は、自車両１００を同期対象車２００Ｅの後方に移動させる制御である。車両運転支援装置１０は、ステップ６３０の処理の実行後、本ルーチンの処理を一旦終了する。

【０１３３】

一方、制御実行条件Ｃ７が成立している場合、車両運転支援装置１０は、ステップ６０５にて「Ｙｅｓ」と判定して処理をステップ６１０に進める。

【０１３４】

尚、本例においては、車両運転支援装置１０は、効率優先支援制御により走行されている同期対象車２００Ｅが先行車２００Ｆではない場合、自車移動制御により自車両１００をその同期対象車２００Ｅの後方に移動させるように構成されているが、それに代えて、効率優先支援制御により走行されている同期対象車２００Ｅが存在することをディスプレイやスピーカー等を用いて自車運転者に通知したり、そうした同期対象車２００Ｅを自車両１００を追従させる対象とすることをディスプレイやスピーカー等を用いて自車運転者に提案したりするように構成されてもよい。

【０１３５】

先に述べたように、同期切替追従制御は、同期対象車２００Ｅである先行車２００Ｆであって効率優先支援制御により走行されている先行車２００Ｆに追従するように先行車２００Ｆの加減速に同期させて（又は略同期させて）自車両１００を最適加速制御及び惰行制御により自動で加減速する制御である。従って、車両運転支援装置１０は、先行車２００Ｆが最適加速制御により加速されている場合、最適加速制御により自車両１００を加速し、先行車２００Ｆが惰行制御の実行により減速している場合、惰行制御により自車両１００を減速させる。

【０１３６】

そこで、車両運転支援装置１０は、処理をステップ６１０に進めると、車車間通信情報

ＩＶに基づいて先行車２００Ｆが加速したとの情報があるか否かを判定する。先行車２００Ｆが加速したとの情報がある場合、車両運転支援装置１０は、ステップ６１０にて「Ｙｅｓ」と判定して処理をステップ６１５に進め、最適加速制御を実行する。その後、車両運転支援装置１０は、本ルーチンの処理を一旦終了する。

【０１３７】

一方、先行車２００Ｆが加速したとの情報がない場合、車両運転支援装置１０は、ステップ６１０にて「Ｎｏ」と判定して処理をステップ６２０に進め、車車間通信情報ＩＶに基づいて先行車２００Ｆが減速したとの情報があるか否かを判定する。先行車２００Ｆが減速したとの情報がある場合、車両運転支援装置１０は、ステップ６２０にて「Ｙｅｓ」と判定して処理をステップ６２５に進め、惰行制御を実行する。その後、車両運転支援装置１０は、本ルーチンの処理を一旦終了する。

【０１３８】

一方、先行車２００Ｆが減速したとの情報がない場合、車両運転支援装置１０は、ステップ６２０にて「Ｎｏ」と判定し、本ルーチンの処理を一旦終了する。この場合、車両運転支援装置１０は、その時点で最適加速制御を実行していれば、最適加速制御を継続し、その時点で惰行制御を実行していれば、惰行制御を継続する。

【０１３９】

或いは、車両運転支援装置１０は、処理をステップ５２５に進めたときに図７に示したルーチンを実行するようになっている場合、処理をステップ５２５に進めると、図７に示したルーチンのステップ７００から処理を開始し、その処理をステップ７０５に進め、制御実行条件Ｃ７が成立しているか否かを判定する。

【０１４０】

制御実行条件Ｃ７が成立していない場合、車両運転支援装置１０は、ステップ７０５にて「Ｎｏ」と判定して処理をステップ７３０に進め、自車移動制御を実行する。その後、車両運転支援装置１０は、本ルーチンの処理を一旦終了する。

【０１４１】

一方、制御実行条件Ｃ７が成立している場合、車両運転支援装置１０は、ステップ７０５にて「Ｙｅｓ」と判定して処理をステップ７１０に進め、周辺検出情報ＩＳに基づいて先行車２００Ｆが加速したか否かを判定する。先行車２００Ｆが加速した場合、車両運転支援装置１０は、ステップ７１０にて「Ｙｅｓ」と判定して処理をステップ７１５に進め、最適加速制御を実行する。その後、車両運転支援装置１０は、本ルーチンの処理を一旦終了する。

【０１４２】

一方、先行車２００Ｆが加速していない場合、車両運転支援装置１０は、ステップ７１０にて「Ｎｏ」と判定して処理をステップ７２０に進め、周辺検出情報ＩＳに基づいて先行車２００Ｆが減速したか否かを判定する。先行車２００Ｆが減速した場合、車両運転支援装置１０は、ステップ７２０にて「Ｙｅｓ」と判定して処理をステップ７２５に進め、惰行制御を実行する。その後、車両運転支援装置１０は、本ルーチンの処理を一旦終了する。

【０１４３】

一方、先行車２００Ｆが減速していない場合、車両運転支援装置１０は、ステップ７２０にて「Ｎｏ」と判定し、本ルーチンの処理を一旦終了する。この場合、車両運転支援装置１０は、その時点で最適加速制御を実行していれば、最適加速制御を継続し、その時点で惰行制御を実行していれば、惰行制御を継続する。

【０１４４】

ところで、車両運転支援装置１０は、先行車２００Ｆは存在するが、その先行車２００Ｆが同期対象車２００Ｅではない場合、或いは、先行車２００Ｆは同期対象車２００Ｅではあるが、その先行車２００Ｆが効率優先支援制御により走行されていない場合、車両運転支援装置１０は、同期切替追従制御を実行しない。このとき、通常追従制御を実行するという選択肢もあるが、通常追従制御は、自車両１００の加減速に最適加速制御及び惰行

制御を用いるものではないので、最適加速制御及び惰行制御を用いて自車両１００を加減速する場合に比べ、自車両１００の加減速についての駆動装置２１のエネルギー効率が小さくなる。

【０１４５】

しかしながら、その一方で、最適加速制御及び惰行制御を用いて自車両１００を加減速した場合、車間距離Ｄが増減するため、通常追従制御を実行した場合に比べ、自車両１００の空気抵抗の低下による駆動装置２１のエネルギー効率の向上効果（空気抵抗低下効果）が小さくなる可能性がある。

【０１４６】

このように、通常追従制御により自車両１００を走行させた場合と最適加速制御及び惰行制御を用いて自車両１００を走行させた場合とを比較したとき、通常追従制御により自車両１００を走行させた場合には、一定の空気抵抗低下効果が得られるが、自車両１００の加減速についての駆動装置２１のエネルギー効率が小さく、一方、最適加速制御及び惰行制御を用いて自車両１００を走行させた場合には、自車両１００の加減速についての駆動装置２１のエネルギー効率が大きいが、空気抵抗低下効果が小さくなる可能性がある。

【０１４７】

そこで、車両運転支援装置１０は、同期対象車２００Ｅが存在しない場合、或いは、同期対象車２００Ｅは存在するが、その同期対象車２００Ｅが効率優先支援制御により走行されていない場合、先行車２００Ｆの有無に応じて非同期切替追従制御を実行するか或いは通常追従制御を実行するかを決定し、先行車２００Ｆが存在しないときには、切替定速制御を実行する。

【０１４８】

即ち、車両運転支援装置１０は、図５に示したルーチンのステップ５１５の処理の実行時点で、同期対象車２００Ｅが存在しない場合、そのステップ５１５にて「Ｎｏ」と判定して処理をステップ５３０に進め、先行車２００Ｆが存在するか否かを判定する。

【０１４９】

又、車両運転支援装置１０は、図５に示したルーチンのステップ５２０の処理の実行時点で、同期対象車２００Ｅが効率優先支援制御により走行されていない場合、そのステップ５２０にて「Ｎｏ」と判定して処理をステップ５３０に進め、先行車２００Ｆが存在するか否かを判定する。

【０１５０】

先行車２００Ｆが存在しない場合、車両運転支援装置１０は、ステップ５３０にて「Ｎｏ」と判定して処理をステップ５４０に進め、図１１に示したルーチンを実行することにより、切替定速制御を実行する。従って、車両運転支援装置１０は、処理をステップ５４０に進めると、図１１に示したルーチンのステップ１１００から処理を開始し、その処理をステップ１１０５に進める。

【０１５１】

先に述べたように、切替定速制御は、自車速Ｖ１が所定の範囲内の速度に維持されるように所定のタイミングで自車両１００を最適加速制御及び惰行制御により加減速する制御である。より具体的には、本例において、切替定速制御は、設定速度Ｖsetを中央値とした一定の範囲を設定速度範囲ＲＶsetとして設定し、自車速Ｖ１がその設定速度範囲ＲＶset内の速度に維持されるように自車両１００を最適加速制御及び惰行制御により自動で加減速する制御である。従って、車両運転支援装置１０は、自車速が設定速度範囲ＲＶsetの下限値よりも遅くなった場合（切替定速加速条件Ｃ８が成立した場合）、最適加速制御により自車両１００を加速し、自車速が設定速度範囲ＲＶsetの上限値よりも速くなった場合（切替定速減速条件Ｃ９が成立した場合）、惰行制御により自車両１００を減速させる。

【０１５２】

従って、車両運転支援装置１０は、処理をステップ１１０５に進めると、切替定速加速条件Ｃ８が成立しているか否かを判定する。切替定速加速条件Ｃ８が成立している場合、車両運転支援装置１０は、ステップ１１０５にて「Ｙｅｓ」と判定して処理をステップ１

１１０に進め、最適加速制御を実行する。その後、車両運転支援装置１０は、本ルーチンの処理を一旦終了する。

【０１５３】

一方、切替定速加速条件Ｃ８が成立していない場合、車両運転支援装置１０は、ステップ１１０５にて「Ｎｏ」と判定して処理をステップ１１１５に進め、切替定速減速条件Ｃ９が成立しているか否かを判定する。切替定速減速条件Ｃ９が成立している場合、車両運転支援装置１０は、ステップ１１１５にて「Ｙｅｓ」と判定して処理をステップ１１２０に進め、惰行制御を実行する。その後、車両運転支援装置１０は、本ルーチンの処理を一旦終了する。

【０１５４】

一方、切替定速減速条件Ｃ９が成立していない場合、車両運転支援装置１０は、ステップ１１１５にて「Ｎｏ」と判定し、本ルーチンの処理を一旦終了する。この場合、車両運転支援装置１０は、その時点で最適加速制御を実行していれば、最適加速制御を継続し、その時点で惰行制御を実行していれば、惰行制御を継続する。

【０１５５】

一方、車両運転支援装置１０は、図５に示したルーチンのステップ５３０の処理の実行時点で、先行車２００Ｆが存在する場合、そのステップ５３０にて「Ｙｅｓ」と判定して処理をステップ５３５に進め、図８に示したルーチンを実行する。従って、車両運転支援装置１０は、処理をステップ５３５に進めると、図８に示したルーチンのステップ８００から処理を開始する。

【０１５６】

車両運転支援装置１０は、通常追従制御により自車両１００を走行させるよりも、非同期切替追従制御により自車両１００を走行させたほうが駆動装置２１の消費エネルギー量が小さい場合、非同期切替追従制御を実行し、通常追従制御により自車両１００を走行させるよりも、非同期切替追従制御により自車両１００を走行させたほうが駆動装置２１の消費エネルギー量が大きい場合、通常追従制御を実行する。

【０１５７】

そこで、車両運転支援装置１０は、以下のようにして、通常追従制御により自車両１００を走行させたときの駆動装置２１の消費エネルギー量（第１消費エネルギー量ＥＮ１）と、非同期切替追従制御により自車両１００を走行させたときの駆動装置２１の消費エネルギー量（第２消費エネルギー量ＥＮ２）と、を取得する。

【０１５８】

即ち、先行車２００Ｆに追従して自車両１００が走行することによる自車両１００の空気抵抗の低下により低減される駆動装置２１の消費エネルギー量（追従走行低減量ΔＥＮacc）は、先行車２００Ｆの種別（特に、先行車２００Ｆの車体の大きさ）によって変わる。一般には、先行車２００Ｆの車体が大きいほど、自車両１００の空気抵抗は小さくなる。そこで、車両運転支援装置１０は、周辺検出情報ＩＳ及び／又は車車間通信情報ＩＶに基づいて先行車２００Ｆの種別を取得する。

【０１５９】

又、追従走行低減量ΔＥＮaccは、車間距離Ｄ及び自車速Ｖ１によっても変わる。一般には、車間距離Ｄが短いほど、自車両１００の空気抵抗は小さくなり、自車速Ｖ１が低いほど、自車両１００の空気抵抗は小さくなる。そこで、車両運転支援装置１０は、周辺検出情報ＩＳ及び／又は車車間通信情報ＩＶに基づいて取得して記憶しておいた先行車速Ｖ２の変化履歴に基づいて今後の先行車速Ｖ２を予測し、その予測した先行車速Ｖ２（予測先行車速Ｖ２pre）で走行する先行車２００Ｆに通常追従制御により自車両１００を追従させて走行させたときの車間距離Ｄ及び自車速Ｖ１を予測する。

【０１６０】

そして、車両運転支援装置１０は、先行車２００Ｆの種別並びに予測した車間距離Ｄ及び自車速Ｖ１に基づいて通常追従制御により自車両１００を走行させたときの駆動装置２１の消費エネルギー量を演算により取得し、その消費エネルギー量を第１消費エネルギー

量ＥＮ１とする。

【０１６１】

尚、本例においては、車両運転支援装置１０は、図１５に示したように、車間距離Ｄ及び自車速Ｖ１から駆動装置２１の消費エネルギー量を取得するためのマップ（ルックアップテーブル）を先行車２００Ｆの種別毎に予め記憶しているので、通常追従制御により自車両１００を走行させたときの駆動装置２１の消費エネルギー量を取得する場合、先行車２００Ｆの種別に対応するマップを選択し、そのマップに上述したように予測した車間距離Ｄ及び自車速Ｖ１を適用して取得した消費エネルギー量を積算することにより、通常追従制御により自車両１００を走行させたときの駆動装置２１の消費エネルギー量を取得する。

【０１６２】

一方、非同期切替追従制御により自車両１００を走行させた場合、通常追従制御により自車両１００を走行させた場合に比べ、車間距離Ｄが大きく増減し、自車速Ｖ１が大きく増減するが、車間距離Ｄが過剰に大きくなったり、自車速Ｖ１が過剰に小さくなったりすると、交通渋滞等の原因となる可能性があり、好ましくない。従って、非同期切替追従制御により自車両１００を走行させる場合、車間距離Ｄが許容される最大の距離（最大許容距離Ｄmax）よりも大きくならないように、又、自車速Ｖ１が許容される最小の速度（最小許容速度Ｖmin）よりも小さくならないように、非同期切替追従制御により自車両１００を走行させることが好ましい。

【０１６３】

更に、車間距離Ｄが過剰に小さくなったり、自車速Ｖ１が過剰に大きくなったりすることは、自車両１００の走行安全性の確保の観点から、好ましくない。又、自車速Ｖ１は、交通法規上の規制速度を超えない範囲に制限されるべきである。従って、非同期切替追従制御により自車両１００を走行させる場合、車間距離Ｄが許容される最小の距離（最小許容距離Ｄmin）よりも小さくならないように、又、自車速Ｖ１が許容される最大の速度（最大許容速度Ｖmax）よりも大きくならないように、非同期切替追従制御により自車両１００を走行させることが好ましい。

【０１６４】

以上のことから、車両運転支援装置１０は、図１６に示したように、最大許容距離Ｄmax及び最小許容距離Ｄminを設定し、それら最大許容距離Ｄmaxと最小許容距離Ｄminとの間の範囲を許容距離範囲ＲＤpmt（第２所定距離範囲）として設定するとともに、最大許容速度Ｖmax及び最小許容速度Ｖminを設定し、それら最大許容速度Ｖmaxと最小許容速度Ｖminとの間の範囲を許容速度範囲ＲＶpmt（所定速度範囲）として設定する。

【０１６５】

尚、先に述べたように、通常追従制御が所定の範囲（第１所定距離範囲）内の距離に維持されるように自車両１００を自動で加減速する制御である場合、許容距離範囲ＲＤpmt（第２所定距離範囲）は、通常追従制御における所定の範囲（第１所定距離範囲）よりも広い範囲に設定される。

【０１６６】

尚、最大許容距離Ｄmaxは、一般に、高速道路よりも一般道のほうが小さく、又、最小許容速度Ｖminは、高速道路よりも一般道のほうが小さい等、許容距離範囲ＲＤpmtや許容速度範囲ＲＶpmtは、自車両１００が走行している道路の種類等の走行環境に応じて設定されることが好ましい。従って、本例においては、車両運転支援装置１０は、自車両１００の走行環境に応じて最大許容距離Ｄmax、最小許容距離Ｄmin、最大許容速度Ｖmax及び最小許容速度Ｖminを設定し、許容距離範囲ＲＤpmt及び許容速度範囲ＲＶpmtを設定する。尚、最大許容距離Ｄmaxは、自車両１００の走行環境及び要求車間距離Ｄreqに応じて距離に設定されてもよい。この場合、要求車間距離Ｄreqが長いほど、最大許容距離Ｄmaxは、長い距離に設定される。

【０１６７】

そして、車両運転支援装置１０は、車間距離Ｄを許容距離範囲ＲＤpmt内の距離に維持

し且つ自車速Ｖ１を許容速度範囲ＲＶpmt内の速度に維持するとの制約条件を満たすことを条件に、上述したように予測した先行車速Ｖ２（予測先行車速Ｖ２pre）で走行する先行車２００Ｆに対して非同期切替追従制御により自車両１００を走行させたときに駆動装置２１の消費エネルギー量を最小化する加速開始速度Ｖacc（最適加速制御を開始する自車速Ｖ１の閾値）、加速開始距離Ｄacc（最適加速制御を開始する車間距離Ｄの閾値）、惰行開始速度Ｖcst（惰行制御を開始する自車速Ｖ１の閾値）及び惰行開始距離Ｄcst（惰行制御を開始する車間距離Ｄの閾値）を取得するとともに、そのときの消費エネルギー量を取得し、その消費エネルギー量を第２消費エネルギー量ＥＮ２とする。

【０１６８】

尚、このとき、車両運転支援装置１０は、非同期切替追従制御により自車両１００を先行車２００Ｆに追従させて走行させたときの車間距離Ｄ及び自車速Ｖ１を予測し、それら車間距離Ｄ及び自車速Ｖ１を先行車２００Ｆの種別に対応するマップ（図１５参照）に適用して消費エネルギー量を取得し、その消費エネルギー量を基本消費エネルギー量ＥＮbaseとし（図１７参照）、更に、追従走行制御により自車両１００を加速したときの消費エネルギー量に対する最適加速制御により自車両１００を加速したときの消費エネルギー量の差（最適加速低減量ΔＥＮopt）を取得し、更に、惰行制御から最適加速制御に切り替えたときにエネルギーが消費される場合には、その消費エネルギー量（動作点切替増大量ΔＥＮsw）を取得し、基本消費エネルギー量ＥＮbaseから最適加速低減量ΔＥＮoptを差し引き（図１７参照）、更に、それに動作点切替増大量ΔＥＮswを加えることにより（図１７参照）、非同期切替追従制御により自車両１００を走行させたときの駆動装置２１の消費エネルギー量（即ち、第２消費エネルギー量ＥＮ２）を取得する（ＥＮ２＝ＥＮbase－ΔＥＮopt＋ΔＥＮsw）。

【０１６９】

又、取得された加速開始速度Ｖaccが最小許容速度Ｖminよりも大きい場合、その加速開始速度Ｖaccは、消費エネルギー量を低減するうえで最適な速度（最適加速開始速度Ｖacc_opt）であり、取得された惰行開始速度Ｖcstが最大許容速度Ｖmaxよりも小さい場合、その惰行開始速度Ｖcstは、消費エネルギー量を低減するうえで最適な速度（最適惰行開始速度Ｖcst_opt）である。同様に、取得された加速開始距離Ｄaccが最大許容距離Ｄmaxよりも小さい場合、その加速開始距離Ｄaccは、消費エネルギー量を低減するうえで最適な距離（最適加速開始距離Ｄacc_opt）であり、取得された惰行開始距離Ｄcstが最小許容距離Ｄminよりも大きい場合、その惰行開始距離Ｄcstは、消費エネルギー量を低減するうえで最適な距離（最適惰行開始距離Ｄcst_opt）である。

【０１７０】

そして、車両運転支援装置１０は、第２消費エネルギー量ＥＮ２と第１消費エネルギー量ＥＮ１とを比較し、第２消費エネルギー量ＥＮ２が第１消費エネルギー量ＥＮ１よりも小さい場合、非同期切替追従制御を実行し、第２消費エネルギー量ＥＮ２が第１消費エネルギー量ＥＮ１以上である場合、通常追従制御を実行する。

【０１７１】

尚、車両運転支援装置１０は、非同期切替追従制御を実行する場合において、最適切替許可条件Ｃ１０が満たされる場合には、最適加速開始速度Ｖacc_opt、最適惰行開始速度Ｖcst_opt、最適加速開始距離Ｄacc_opt及び最適惰行開始距離Ｄcst_optを用いた非同期切替追従制御（最適切替追従制御）を実行する。本例において、最適切替許可条件Ｃ１０は、（１）上述したように取得した加速開始距離Ｄaccが最大許容距離Ｄmaxよりも小さく且つ（２）上述したように取得した惰行開始距離Ｄcstが最小許容距離Ｄminよりも大きく且つ（３）上述したように取得した加速開始速度Ｖaccが最小許容速度Ｖminよりも大きく且つ（４）上述したように取得した惰行開始速度Ｖcstが最大許容速度Ｖmaxよりも小さいとの条件である。

【０１７２】

この場合、具体的には、車両運転支援装置１０は、自車速Ｖ１が上昇して最適惰行開始速度Ｖcst_optに達すると、惰行制御を開始し、或いは、車間距離Ｄが減少して最適惰行

開始距離Ｄcst_optに達すると、惰行制御を開始し、自車速Ｖ１が低下して最適加速開始速度Ｖacc_optに達すると、最適加速制御を開始し、車間距離Ｄが増大して最適加速開始距離Ｄacc_optに達すると、最適加速制御を開始する。即ち、車両運転支援装置１０は、自車速Ｖ１が最適惰行開始速度Ｖcst_optと最適加速開始速度Ｖacc_optとにより定まる所定速度範囲内の速度に維持されるように、或いは、車間距離Ｄが最適惰行開始距離Ｄcst_optと最適加速開始距離Ｄacc_optとにより定まる所定距離範囲（第２所定距離範囲）内の距離に維持されるように自車両１００を自動で加減速して自車両１００を先行車２００Ｆに追従させて走行させる。尚、最適惰行開始距離Ｄcst_optと最適加速開始距離Ｄacc_optとにより定まる所定距離範囲（第２所定距離範囲）は、通常追従制御における所定の範囲（第１所定距離範囲）よりも広い範囲に設定される。

【０１７３】

一方、最適切替許可条件Ｃ１０が満たされない場合には、車両運転支援装置１０は、最小許容速度Ｖmin、最大許容距離Ｄmax、最大許容速度Ｖmax及び最小許容距離Ｄminを用いた非同期切替追従制御（制限切替追従制御）を実行する。

【０１７４】

この場合、具体的には、車両運転支援装置１０は、自車速Ｖ１が上昇して最大許容速度Ｖmaxに達すると、惰行制御を開始し、或いは、車間距離Ｄが減少して最小許容距離Ｄminに達すると、惰行制御を開始し、自車速Ｖ１が低下して最小許容速度Ｖminに達すると、最適加速制御を開始し、或いは、車間距離Ｄが増大して最大許容距離Ｄmaxに達すると、最適加速制御を開始する。即ち、車両運転支援装置１０は、自車速Ｖ１が最大許容速度Ｖmaxと最小許容速度Ｖminとにより定まる所定速度範囲内の速度に維持されるように、或いは、車間距離Ｄが最小許容距離Ｄminと最大許容距離Ｄmaxとにより定まる所定距離範囲内の距離に維持されるように自車両１００を自動で加減速して自車両１００を先行車２００Ｆに追従させて走行させる。

【０１７５】

従って、車両運転支援装置１０は、図８に示したルーチンのステップ８００から処理を開始すると、その処理をステップ８０５に進め、先行車２００Ｆの種別（特に、先行車２００Ｆの大きさ）を取得するとともに、今後の先行車速Ｖ２を予測する。

【０１７６】

次いで、車両運転支援装置１０は、処理をステップ８１０に進め、取得した先行車２００Ｆの種別に対応するマップ（ルックアップテーブル）を選択する。次いで、車両運転支援装置１０は、処理をステップ８１５に進め、ステップ８１０にて選択したマップを用いて先に述べたようにして第１消費エネルギー量ＥＮ１を取得する。次いで、車両運転支援装置１０は、処理をステップ８２０に進め、許容距離範囲ＲＤpmt及び許容速度範囲ＲＶpmtを設定する。

【０１７７】

次いで、車両運転支援装置１０は、処理をステップ８２５に進め、加速開始速度Ｖacc、惰行開始速度Ｖcst、加速開始距離Ｄacc及び惰行開始距離Ｄcstを取得する。次いで、車両運転支援装置１０は、処理をステップ８３０に進め、ステップ８１０にて選択したマップを用いて先に述べたようにして第２消費エネルギー量ＥＮ２を取得する。

【０１７８】

次いで、車両運転支援装置１０は、処理をステップ８３５に進め、第２消費エネルギー量ＥＮ２が第１消費エネルギー量ＥＮ１よりも小さいか否かを判定する。第２消費エネルギー量ＥＮ２が第１消費エネルギー量ＥＮ１よりも小さい場合、車両運転支援装置１０は、ステップ８３５にて「Ｙｅｓ」と判定して処理をステップ８４０に進め、最適切替許可条件Ｃ１０が成立しているか否かを判定する。

【０１７９】

最適切替許可条件Ｃ１０が成立している場合、車両運転支援装置１０は、ステップ８４０にて「Ｙｅｓ」と判定して処理をステップ８４５に進め、図９に示したルーチンを実行することにより、最適切替追従制御を実行する。

【０１８０】
従って、車両運転支援装置１０は、処理をステップ８４５に進めると、図９に示したルーチンのステップ９００から処理を開始し、その処理をステップ９０５に進め、最適切替追従加速条件Ｃ１１が成立しているか否かを判定する。本例においては、この判定として、車両運転支援装置１０は、自車速Ｖ１が最適加速開始速度Ｖacc_optよりも小さくなっているか、或いは、車間距離Ｄが最適加速開始距離Ｄacc_optよりも大きくなっているか否かを判定する。
【０１８１】
最適切替追従加速条件Ｃ１１が成立している場合、車両運転支援装置１０は、ステップ９０５にて「Ｙｅｓ」と判定して処理をステップ９１０に進め、最適加速制御を実行する。その後、車両運転支援装置１０は、本ルーチンの処理を一旦終了する。
【０１８２】
一方、最適切替追従加速条件Ｃ１１が成立していない場合、車両運転支援装置１０は、ステップ９０５にて「Ｎｏ」と判定して処理をステップ９１５に進め、最適切替追従減速条件Ｃ１２が成立しているか否かを判定する。本例においては、この判定として、車両運転支援装置１０は、自車速Ｖ１が最適惰行開始速度Ｖcst_optよりも大きくなっているか、或いは、車間距離Ｄが最適惰行開始距離Ｄcst_optよりも小さくなっているか否かを判定する。
【０１８３】
最適切替追従減速条件Ｃ１２が成立している場合、車両運転支援装置１０は、ステップ９１５にて「Ｙｅｓ」と判定して処理をステップ９２０に進め、惰行制御を実行する。その後、車両運転支援装置１０は、本ルーチンの処理を一旦終了する。
【０１８４】
一方、最適切替追従減速条件Ｃ１２が成立していない場合、車両運転支援装置１０は、ステップ９１５にて「Ｎｏ」と判定し、本ルーチンの処理を一旦終了する。この場合、車両運転支援装置１０は、その時点で最適加速制御を実行していれば、最適加速制御を継続し、その時点で惰行制御を実行していれば、惰行制御を継続する。
【０１８５】
又、車両運転支援装置１０は、図８に示したルーチンのステップ８４０の処理の実行時点で、最適切替許可条件Ｃ１０が成立していない場合、そのステップ８４０にて「Ｎｏ」と判定して処理をステップ８５０に進め、図１０に示したルーチンを実行することにより、制限切替追従制御を実行する。
【０１８６】
従って、車両運転支援装置１０は、処理をステップ８５０に進めると、図１０に示したルーチンのステップ１０００から処理を開始し、その処理をステップ１００５に進め、制限切替追従加速条件Ｃ１３が成立しているか否かを判定する。本例においては、この判定として、車両運転支援装置１０は、自車速Ｖ１が最小許容速度Ｖminよりも小さくなっているか、或いは、車間距離Ｄが最大許容距離Ｄmaxよりも大きくなっているか否かを判定する。
【０１８７】
制限切替追従加速条件Ｃ１３が成立している場合、車両運転支援装置１０は、ステップ１００５にて「Ｙｅｓ」と判定して処理をステップ１０１０に進め、最適加速制御を実行する。その後、車両運転支援装置１０は、本ルーチンの処理を一旦終了する。
【０１８８】
一方、制限切替追従加速条件Ｃ１３が成立していない場合、車両運転支援装置１０は、ステップ１００５にて「Ｎｏ」と判定して処理をステップ１０１５に進め、制限切替追従減速条件Ｃ１４が成立しているか否かを判定する。本例においては、この判定として、車両運転支援装置１０は、自車速Ｖ１が最大許容速度Ｖmaxよりも大きくなっているか、或いは、車間距離Ｄが最小許容距離Ｄminよりも短くなっているか否かを判定する。
【０１８９】

制限切替追従減速条件Ｃ１４が成立している場合、車両運転支援装置１０は、ステップ１０１５にて「Ｙｅｓ」と判定して処理をステップ１０２０に進め、惰行制御を実行する。その後、車両運転支援装置１０は、本ルーチンの処理を一旦終了する。

【０１９０】

一方、制限切替追従減速条件Ｃ１４が成立していない場合、車両運転支援装置１０は、ステップ１０１５にて「Ｎｏ」と判定し、本ルーチンの処理を一旦終了する。

【０１９１】

又、車両運転支援装置１０は、図８に示したルーチンのステップ８３５の処理を実行した時点で、第２消費エネルギー量ＥＮ２が第１消費エネルギー量ＥＮ１以上である場合、そのステップ８３５にて「Ｎｏ」と判定して処理をステップ８５５に進め、先に述べたように、図１３に示したルーチンを実行することにより、通常追従制御を実行する。その後、車両運転支援装置１０は、本ルーチンの処理を一旦終了する。

【０１９２】

以上が車両運転支援装置１０の作動である。車両運転支援装置１０によれば、同期切替追従制御により自車両１００を走行させることができないときでも、非同期切替追従制御により自車両１００を走行させる場合があるので、駆動装置２１のエネルギー効率を向上させることができる。

【０１９３】

尚、本発明は、上記実施形態に限定されることはなく、本発明の範囲内において種々の変形例を採用することができる。

【０１９４】

例えば、上述した車両運転支援装置１０は、非同期切替追従制御を実行する条件（所定実行条件）として、走行支援要求条件Ｃ１及び効率優先要求条件Ｃ２が成立しているとの条件を採用しているが、効率優先要求条件Ｃ２が成立していることを省き、走行支援要求条件Ｃ１が成立しているとの条件のみを採用してもよい。

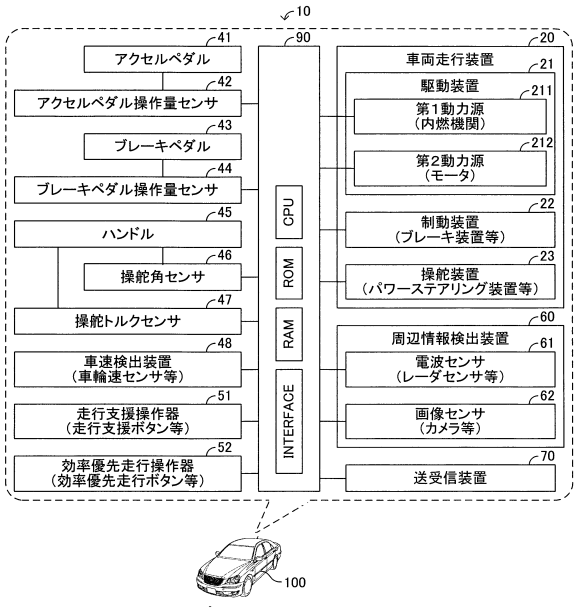
【符号の説明】

【０１９５】

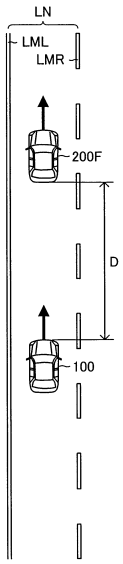
１０…車両運転支援装置、２０…車両走行装置、２１…駆動装置、４８…車速検出装置、５１…走行支援操作器、５２…効率優先走行操作器、６０…周辺情報検出装置、７０…送受信装置、９０…ＥＣＵ、１００…自車両、２００Ｆ…先行車、２００Ｓ…周辺車

【図面】

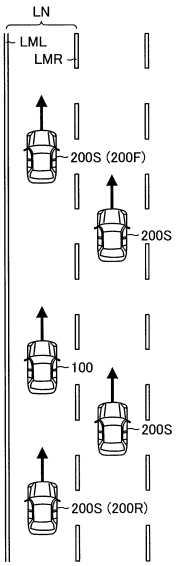
【図１】


10
41
アクセルペダル
42
アクセルペダル操作量センサ
43
ブレーキペダル
44
ブレーキペダル操作量センサ
45
ハンドル
46
操舵角センサ
47
操舵トルクセンサ
48
車速検出装置
（車輪速センサ等）
51
走行支援操作器
（走行支援ボタン等）
52
効率優先走行操作器
（効率優先走行ボタン等）
90
CPU
ROM
RAM
INTERFACE
20
車両走行装置
21
駆動装置
211
第１動力源
（内燃機関）
212
第２動力源
（モータ）
22
制動装置
（ブレーキ装置等）
23
操舵装置
（パワーステアリング装置等）
60
周辺情報検出装置
61
電波センサ
（レーダセンサ等）
62
画像センサ
（カメラ等）
70
送受信装置
100

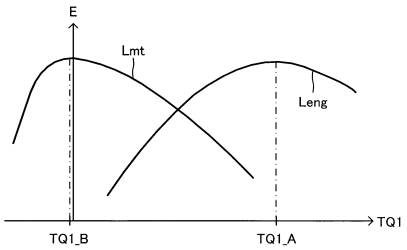
【図２】


LN
LML
LMR
200F
D
100

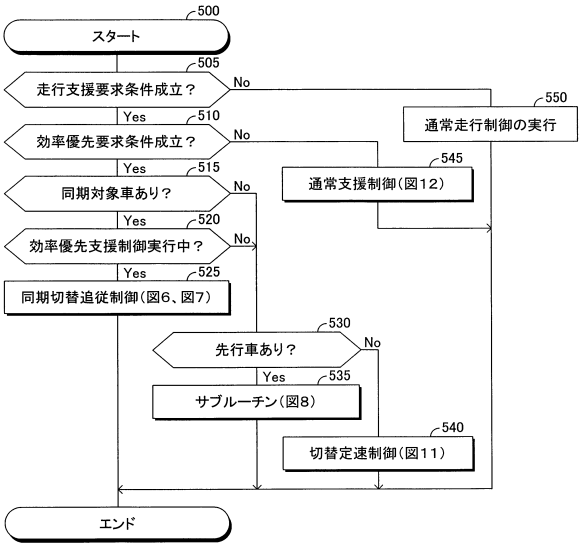
【図３】


LN
LML
LMR
200S (200F)
200S
100
200S
200S (200R)

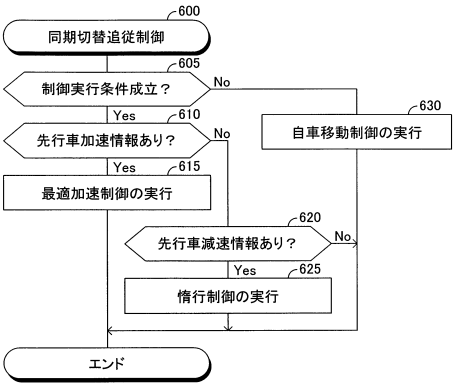
【図４】


E
Lmt
Leng
TQ1
TQ1_B
TQ1_A

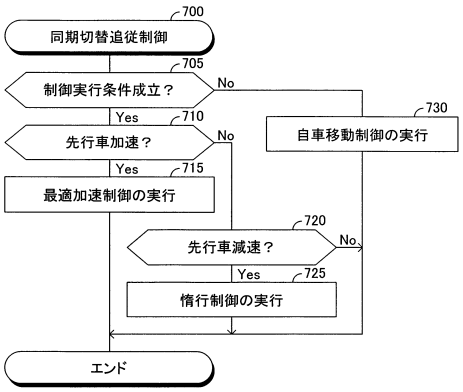
【図５】


500
スタート
505
走行支援要求条件成立？
No
550
通常走行制御の実行
Yes
510
効率優先要求条件成立？
No
545
通常支援制御（図12）
Yes
515
同期対象車あり？
No
Yes
520
効率優先支援制御実行中？
No
Yes
525
同期切替追従制御（図6、図7）
530
先行車あり？
No
Yes
535
サブルーチン（図8）
540
切替定速制御（図11）
エンド

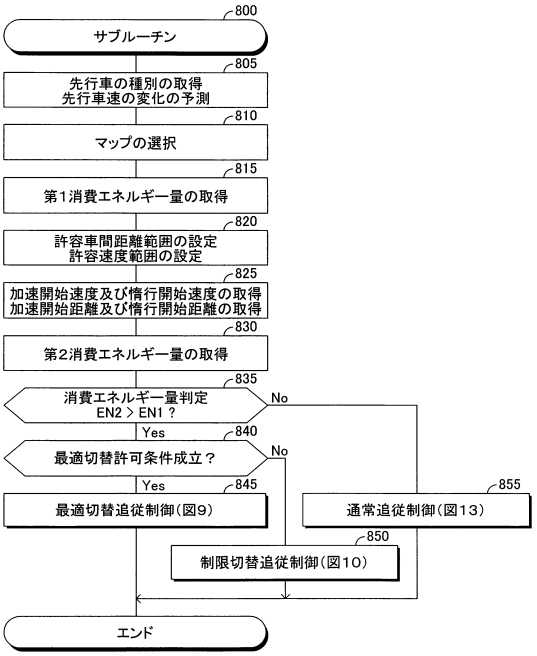
【図６】


600
同期切替追従制御
605
制御実行条件成立？
No
630
自車移動制御の実行
Yes
610
先行車加速情報あり？
No
Yes
615
最適加速制御の実行
620
先行車減速情報あり？
No
Yes
625
惰行制御の実行
エンド

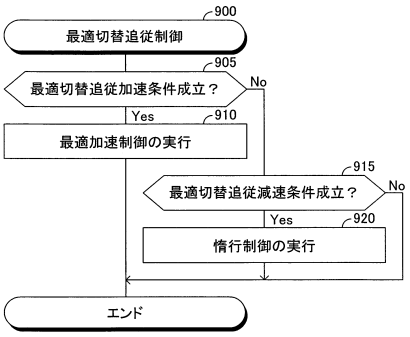
【図７】


700
同期切替追従制御
705
制御実行条件成立？
No
730
自車移動制御の実行
Yes
710
先行車加速？
No
Yes
715
最適加速制御の実行
720
先行車減速？
No
Yes
725
惰行制御の実行
エンド

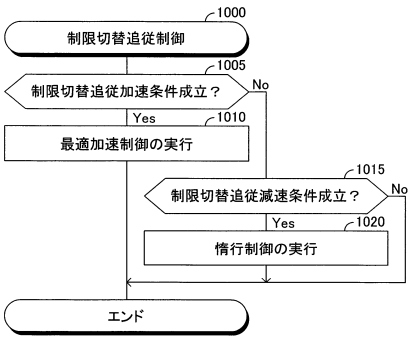
【図８】


800
サブルーチン
805
先行車の種別の取得
先行車速の変化の予測
810
マップの選択
815
第1消費エネルギー量の取得
820
許容車間距離範囲の設定
許容速度範囲の設定
825
加速開始速度及び惰行開始速度の取得
加速開始距離及び惰行開始距離の取得
830
第2消費エネルギー量の取得
835
消費エネルギー量判定
EN2＞EN1？
No
Yes
840
最適切替許可条件成立？
No
Yes
845
最適切替追従制御（図9）
855
通常追従制御（図13）
850
制限切替追従制御（図10）
エンド

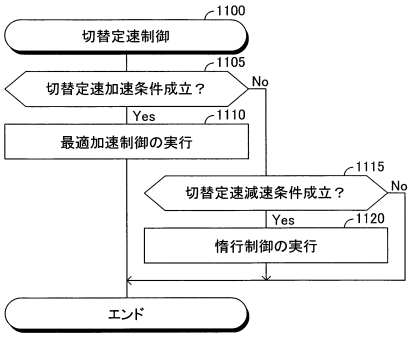
【図９】



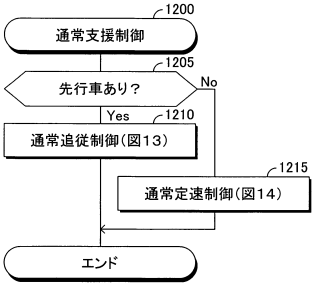
【図１０】



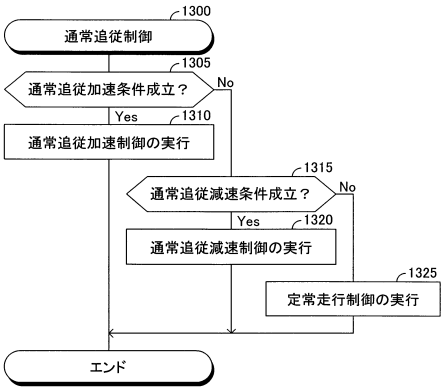
【図１１】



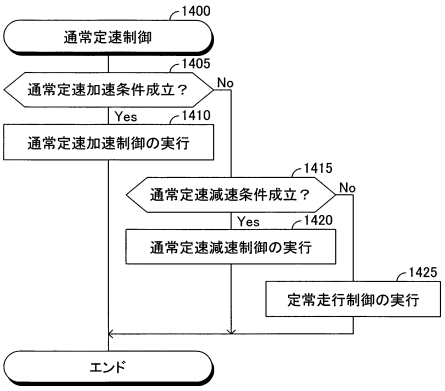
【図１２】



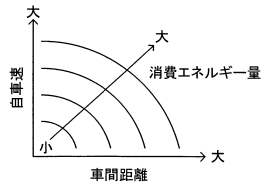
【図１３】



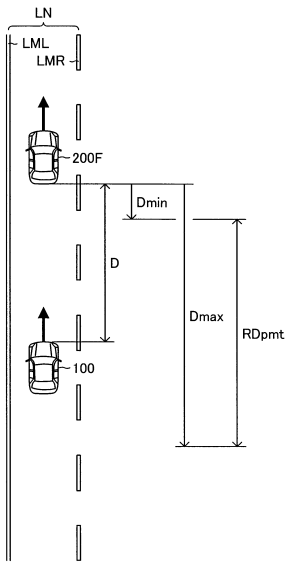
【図１４】



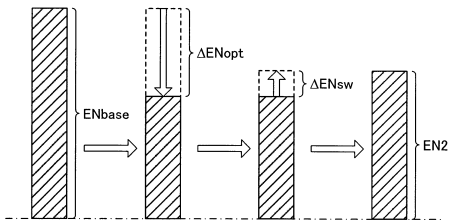
【図１５】


大
大
消費エネルギー量
自車両
小
大
車間距離

【図１６】


LN
LML
LMR
200F
Dmin
D
Dmax
RDpmt
100

【図１７】


ENbase
ΔENopt
ΔENsw
EN2

フロントページの続き

(56)参考文献　特開２００９－１９０４３３（ＪＰ，Ａ）
米国特許出願公開第２０１７／０００１６３９（ＵＳ，Ａ１）
独国特許出願公開第１０２０１６０１２４１１（ＤＥ，Ａ１）

(58)調査した分野　(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｂ６０Ｗ　１０／００－１０／３０
３０／００－６０／００
Ｇ０８Ｇ　１／００－９９／００
Ｆ０２Ｄ　２９／０２