

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局

(43) 国際公開日  
2021年4月1日(01.04.2021)



(10) 国際公開番号  
**WO 2021/059896 A1**

(51) 国際特許分類:  
G06F 8/20 (2018.01) G06F 30/10 (2020.01)  
G06F 8/35 (2018.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2020/033088

(22) 国際出願日: 2020年9月1日(01.09.2020)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:  
特願 2019-172388 2019年9月23日(23.09.2019) JP

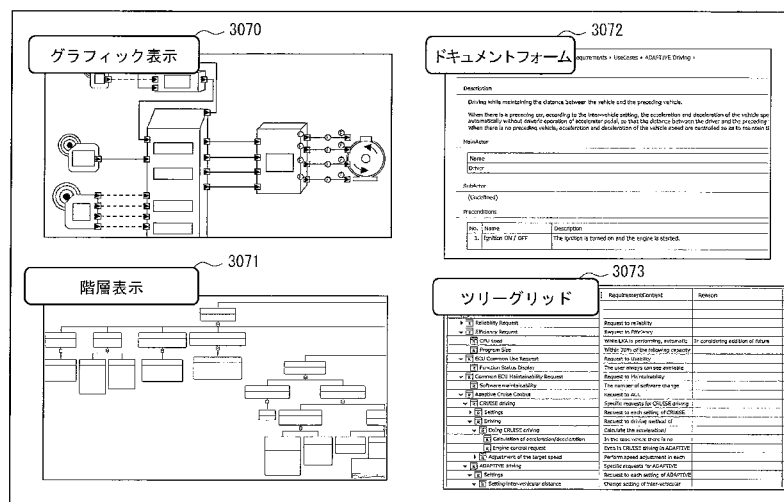
(71) 出願人:株式会社デンソークリエイイト(DENSO CREATE INC.) [JP/JP]; 〒4600003 愛知県名古屋市中区錦二丁目14番19号 名古屋伏見Kスクエア Aichi (JP).

(72) 発明者: 栗山 順次 (KURIYAMA Junji); 〒4600003 愛知県名古屋市中区錦二丁目14番19号 名古屋伏見Kスクエア株式会社デンソークリエイイト内 Aichi (JP). 山路 厚(YAMAJI Atsushi); 〒4600003 愛知県名古屋市中区錦二丁目14番19号 名古屋伏見Kスクエア デンソークリエイイト内 Aichi (JP). 西村 隆(NISHIMURA Takashi); 〒4600003 愛知県名古屋市中区錦二丁目14番19号 名古屋伏見Kスクエア デンソークリエイイト内 Aichi (JP). 伊藤 喜博(ITO Yoshihiro); 〒4600003 愛知県名古屋市中区錦二丁目14番19号 名古屋伏見Kスクエア デンソークリエイイト内 Aichi (JP). 原 健三(HARA Kenzo); 〒4600003 愛知県名古屋市中区錦二丁目14番19号 名古屋伏見Kスクエア デンソークリエイイト内 Aichi (JP).

(54) Title: DESIGN ASSISTING TOOL

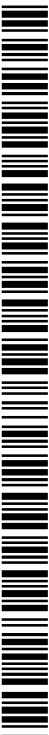
(54) 発明の名称: 設計支援ツール

図20



3070 Graphic display  
3071 Hierarchical display  
3072 Document form  
3073 Tree grid

(57) Abstract: A design assisting tool that assists in designing at least one process defines a meta-model by at least one meta-class, performs a process design on the basis of the meta-model, and stores design content in a database, the design content being displayed as a view on a display, and the view of the display being a plurality of views differing in terms of description format.



WO 2021/059896 A1

(74) 代理人: 金 順 姫 (JIN Shunji); 〒4600003 愛知県名古屋市中区錦2丁目13番19号 瀧定ビル6階 Aichi (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

- 一 国際調査報告 (条約第21条(3))

---

(57) 要約: 少なくとも一工程の設計を支援する設計支援ツールは、少なくとも一つのメタクラスによってメタモデルを定義し、工程の設計をこのメタモデルに基づいて行い、設計内容をデータベースに格納し、設計内容は、ディスプレイにビューとして表示され、ディスプレイのビューは、記載形式の異なる複数の表示である。

## 明 細 書

**発明の名称：設計支援ツール**

### 関連出願への相互参照

[0001] 本出願は、2019年9月23日に出願された日本特許出願番号2019-172388号に基づくもので、ここにその記載内容が参照により組み入れられる。

### 技術分野

[0002] 本開示は、自動車の自動運転等の大規模なシステムの開発に使用可能な設計支援ツールに関する。

### 背景技術

[0003] プログラムの開発手法として、特許文献1には、開発すべき対象と開発の手順を表にまとめ、モデリングツールを用いてメタモデルを定義し、メタモデルを構成するブロックを特定したりメタモデルの意味を定めたりする手法が示されている。

### 先行技術文献

#### 特許文献

[0004] 特許文献1：米国特許出願公開第2010/0162208号明細書

### 発明の概要

[0005] 特許文献1に記載のメタモデル生成装置は、設計者がコンピューターのディスプレイを見ながら、キーボードやマウスを操作してメタモデルを構成するブロックを特定できるようにしている。

[0006] しかしながら、特許文献1に記載のメタモデル生成装置は、専らメタモデルの生成に関する技術である。そのため、設計者が実際にディスプレイを見ながら操作する際に、設計内容をどのような形態で設計者に表示するのは、検討していない。

[0007] 一般に、メタモデル等のプログラムを作成するソフトウェアは、そのソフトウェアに適した表示形式を採用している。例えば、プログラムの詳細を設

計する場合には、表形式でプログラムを表示することが多く、プログラムの全体構造を設計する場合には、ダイアグラム形式でプログラムを表示することが多い。そのため、特許文献1に記載のメタモデル生成装置は、そのプログラムに適した単一の表示形式でプログラムを表示していると考えられる。

[0008] ただ、例えば、自動車の自動運転のシステム開発を行う場合には、非常に多くのソフトウェアが組み合わされて全体のプログラムが構成される。そのため、膨大なプログラムの全体像を把握するニーズもあり、一方で、ソフトウェアの詳細を確認するニーズもある。

[0009] 本開示は上記点に鑑みてなされたもので、設計者がプログラムを設計する場合や、設計したプログラムを確認する場合に、設計者のニーズに応じた形態でプログラムを表示できるようにすることを課題とする。

[0010] 本開示の第1の態様は、少なくとも一工程の設計を支援する設計支援ツールである。そして、少なくとも一つのメタクラスによってメタモデルを定義し、工程の設計をこのメタモデルに基づいて行い、設計内容をデータベースに格納する。第1の態様は、設計内容をディスプレイにビューとして表示し、このビューは、記載形式の異なる複数の表示である。第1の態様によれば、設計者は設計内容に応じてビューの表示を切り替えることができる。例えば、設計内容の全体像を把握するにはERダイアグラムを用いることができ、詳細な設計を行う際にはドキュメントフォームを用いることができる。設計者は自身が望むビューを用いて設計ができるので、効率的に設計することが可能である。

[0011] 本開示の第2の態様は、ディスプレイのビューは、ERダイアグラム、ツリーダイアグラム、ドキュメントフォーム及びツリーグリッドの中の少なくとも二つの表示である。設計者は多様なビューの選択が可能である。

[0012] 本開示の第3の態様は、少なくとも二つの表示が、同時にディスプレイのビューに表示される。第3の態様によれば、設計者は設計内容に応じて二つ以上のビューを見比べることができる。例えば、ERダイアグラムを用いて設計内容の全体像を把握しつつ、ドキュメントフォームを用いて詳細な設計

を行うことができる。そのため、設計者は効率的に設計することが可能である。

[0013] 本開示の第4の態様は、少なくとも二工程の設計を支援する。そして、少なくとも二工程がディスプレイのビューに同時に表示される。第4の態様によれば、設計者は設計内容に応じて二つ以上のビューを見比べることができる。例えば、ERダイアグラムを用いてシステム開発の要件定義を確認しつつ、ドキュメントフォームを用いてソフトウェア開発の詳細設計を行うことができる。そのため、設計者は効率的に設計することが可能である。

[0014] 本開示の第5の態様は、いずれかのディスプレイのビューで、少なくともメタモデル若しくはメタモデルに基づく設計内容のいずれかで生成、変更、削除を行うと、ディスプレイの他のビューでその生成、変更、削除が反映される。

[0015] 本開示の第6の態様は、いずれかの工程は、システム開発の要件定義、論理設計、制御設計、及び物理設計と、ソフトウェア開発の仕様定義、基本設計、及び詳細設計の中から選択される。第6の態様に関する工程は、大規模なシステムの開発に適している。

[0016] 設計者は、自身で設計しやすいと判断するビューを用いて、メタモデルやそれに基づく設計内容の生成、変更、削除を行うだけで、その生成、変更、削除をデータベースに反映させることができる。そのため、設計者は効率的に設計することが可能である。

### 図面の簡単な説明

[0017] 本開示についての上記目的およびその他の目的、特徴や利点は、添付の図面を参照しながら下記の詳細な記述により、より明確になる。その図面は、

[図1]図1は、システム開発の開発手順を示す説明図であり、

[図2]図2は、メタモデルを示す説明図であり、

[図3]図3は、システム開発の要件定義のメタモデルを示す説明図であり、

[図4]図4は、システム開発の要件定義の設計結果を示す説明図であり、

[図5]図5は、システム開発の論理設計のメタモデルを示す説明図であり、

- [図6]図6は、システム開発の論理設計の設計結果を示す説明図であり、
- [図7]図7は、システム開発の制御設計のメタモデルを示す説明図であり、
- [図8]図8は、システム開発の制御設計の設計結果を示す説明図であり、
- [図9]図9は、システム開発の物理設計のメタモデルを示す説明図であり、
- [図10]図10は、システム開発の物理設計の設計結果を示す説明図であり、
- [図11]図11は、ソフトウェア開発の仕様定義のメタモデルを示す説明図であり、
- [図12]図12は、ソフトウェア開発の仕様定義の設計結果を示す説明図であり、
- [図13]図13は、ソフトウェア開発の基本設計のメタモデルを示す説明図であり、
- [図14]図14は、ソフトウェア開発の基本設計の設計結果を示す説明図であり、
- [図15]図15は、ソフトウェア開発の詳細設計のメタモデルを示す説明図であり、
- [図16]図16は、ソフトウェア開発の詳細設計の設計結果を示す説明図であり、
- [図17]図17は、ソフトウェア開発の詳細設計の設計結果を示す説明図であり、
- [図18]図18は、データベースとビューとの関係を示す説明図であり、
- [図19]図19は、データベースとビューとの関係を示す説明図であり、
- [図20]図20は、ビューの例を示す説明図であり、
- [図21]図21は、データベースのデータ構造を示す説明図であり、
- [図22]図22は、設計結果間の不整合を示す説明図であり、
- [図23]図23は、設計結果間の不整合を示す説明図であり、
- [図24]図24は、設計結果間の不整合を示す説明図であり、
- [図25]図25は、メタモデルと設計結果間の不整合を示す説明図であり、
- [図26]図26は、導出関係を示す説明図であり、

[図27]図 2 7 は、導出関係を示す説明図である。

### 発明を実施するための形態

[0018] (実施例)

まず、一般的なシステム開発の流れを自動車の自動運転システムの例を用いて説明する。大きな手順として、先にシステム開発 1 0 0 を行い、次いでそのシステムに適合したソフトウェア開発 2 0 0 を行う。

[0019] システム開発 1 0 0 では、図 1 に示すように、最初に要件定義 1 1 0 を行う。要件定義 1 1 0 は開発目標の設定であり、例えばクルーズコントロールを行うと定めることである。次いで、論理設計 1 2 0 に入る。論理設計 1 2 0 は、機能定義及び入力と出力とを定めることである。クルーズコントロールのシステムでは、入力としてドライバーの要請や、自動車の走行状態、渋滞の有無を含めた道路の状態等がある。出力としては、どのような制御を行うかの制御項目があり、アクセルの程度、ブレーキのかけ具合、ハンドル操作等がある。

[0020] システム開発 1 0 0 は、次いで制御設計 1 3 0 を行う。制御設計 1 3 0 は回路設計で、各制御でどのような計算式を用いるのかを定める。例えば、車速の検出や障害物の検出をどのように行うのか等がある。

[0021] その上で、物理設計 1 4 0 を行う。物理設計 1 4 0 は文字通り物理的にどの ECU に制御を割り振るのかの設計である。例えば、車速検出をセンサ ECU で計算するのか、エンジンコントロール ECU で計算させるのかの役割分担がある。

[0022] ソフトウェア開発 2 0 0 は、以上のシステム開発 1 0 0 で定めた概要を具体的にソフトウェアに落とし込む開発であり、まずソフトウェアの仕様定義 2 1 0 を定める。上記の物理設計 1 4 0 で車速検出機能をエンジンコントロール ECU が受け持つとした際に、このソフトウェア仕様定義 2 1 0 でエンジンコントロール ECU のより具体的な詳細を定める。

[0023] 次いで、ソフトウェアの基本設計 2 2 0 を行う。この基本設計 2 2 0 ではシステム開発 1 0 0 で定めた各機能を複数のレイヤーに分割して、各機能毎

にどのような入力を得てどのように出力するのかを定める。そして、入力と出力との間に支障がある場合にはどのようにチェックするのかを定める。

[0024] その後、ソフトウェアの詳細設計230を行う。詳細設計は具体的な演算方法をフローチャート等にまとめ、プログラム言語で記載できるようにするものである。この詳細設計230によってプログラムのソースコードが確定する。

[0025] システム開発100でも、ソフトウェア開発200でも、別の観点で設計内容を現せば、論理式10を定め、それをどのように物理的に配置するのかの配置設計20を行い、具体的にECU上に実装する実装工程30を繰り返すこととなる。

[0026] 上述の説明は、最上位工程である要件定義110から下位工程へ段階的に詳細化していくトップダウン開発の設計手順を説明したが、この設計手順は工程が進むにつれて設計内容が細分化されるため、トップから一貫した設計が可能である。ただし、システム全体の完全な理解が必要とされるため、大規模で複雑なシステムでは難易度が極めて高くなる。換言すれば、ある程度詳細なレベルまで進まなければシステム開発を進めることができない。

[0027] 上述の説明とは逆に、最初にシステムを構成する個々のパーツを細部まで設計し、それらのパーツを組み合わせてシステムを開発するボトムアップ開発の設計手法もある。これは、すでに開発済の既存パーツを使用したり、各パーツを並行して開発したりするのに向いている。

[0028] 一方で、各パーツを組み合わせたときに上位工程との間で不整合が生じたり、また、各パーツ間でも不整合が発生したりする可能性がある。また、このボトムアップ開発は、最適なパーツの開発は出来ても、部分最適となって全体最適とはならない場合もある。

[0029] 本実施例の設計システムは、後述する柔軟性により、トップダウン開発にも、ボトムアップ開発にも適用することができる。ただ、トップダウン開発を行うにしろ、ボトムアップ開発を行うにしろ、どのようなシステムを作るのかを決める要件定義110から詳細な制御を定義して具体的なフローチャ

ート等を作成するソフトウェアの詳細設計230までに多数の定義が存在し、それらは常に矛盾なく引き継がなければならない。

[0030] 本実施例の設計支援ツールでは、システム開発100の要件定義110からソフトウェア開発200の詳細設計230までの一連の開発設計を全て受け持つことが可能である。但し、本実施例の設計支援ツールは、必ずしも全ての工程に用いなければならないものではない。開発の内容に応じては、例えば、システム開発100のみに使用することも、システム開発100の要件定義110のみの工程に使用することも、システム開発100の要件定義110とソフトウェア開発200の仕様定義210のみの工程に使用することも可能である。

[0031] 本実施例の設計支援ツールが採用する構成は、上述のシステム開発100の要件定義110からソフトウェア開発200の詳細設計230までの開発を、まず、設計すべき項目をメタモデル300として表し、メタモデル300に基づいて設計を行う。

[0032] 従って、各設計工程110、120、130、140、210、220、及び230には、それぞれ開発の方向性を定めるメタモデル300の策定と、メタモデル300に基づきなされる設計結果305とがある。

[0033] メタモデル300は、図2に示すように、メタモデルを構成する要素であるメタクラス330間の関係を線で結んで両者の関係を規定している。図2の例で、第1メタクラス3301と第2メタクラス3302とを結ぶ先端に黒四角を示す線は、上下関係で規定する所有301を表し、下位である第2メタクラス3302は上位である第1メタクラス3301の要素であることを示す。

[0034] 図2の例で、第2メタクラス3302と第3メタクラス3303とを結ぶ矢印は参照302を表し、第2メタクラス3302で規定する内容、例えばフィールドは、第3メタクラスで規定するフィールドを参照して動作するものであることを示す。参照302は両メタクラス間でやり取りされるデータに何らかの関連があることを示す。

- [0035] 例えば、第2メタクラス3302が入力ポートである場合、第2メタクラス3302の入力ポートは、第3メタクラス3303の制御ロジック要素のデータを参照302する関係となる。そして、第2メタクラス3302と第3メタクラス3303との関係は、上下関係である必要はなく、また、同一工程である必要もない。他の工程で設計した制御ロジック要素の内容を第2メタクラス3302の入力ポートが参照302することも可能である。
- [0036] 図2の例で、第3メタクラス3303と第4メタクラス3304とを結ぶ先端に白三角を示す線は継承303を表し、第4メタクラス3304は第3メタクラス3303と同一レベルであること、換言すれば、第4メタクラス3304は第3メタクラス3303の一種類であることを示す。
- [0037] 例えば、第3メタクラス3303が制御ロジック要素で、第4メタクラス3304が波形である場合、制御ロジック要素の一種類として波形が挙げられることを示している。
- [0038] 図2の例で、破線は導出304を表し、導出304は他の工程との関係を示している。例えば、システム開発100及びソフトウェア開発200の各工程の中で、一の工程のメタクラス330と他の工程のメタクラス330が導出304関係で結ばれていると、一の工程のメタクラス330の内容に基づいて他の工程のメタクラス330が規定されることを示している。この導出304は、トレース情報として用いられるもので、詳細は後述するが、導出304の関係を要求元と要求先で特定することで、工程を跨ぐ設計情報のトレースが可能となる。
- [0039] 設計結果305は、メタクラス330の内容を具体的にしたものである。例えば、メタクラス330が入力ポートである場合、設計結果305は、第1入力ポート、第2入力ポート、及び第3入力ポートの三つの入力ポートを用いるなど、入力ポートの名称やサイズ等より具体的内容を規定する。そのため、一のメタクラスに基づく設計結果305が複数のコンポーネントを持つ場合もある。各コンポーネント間の関係としては、所有301と参照302がある。

- [0040] 以下に、本実施例の設計支援ツールの使用例を、自動運転システムの開発に使用する例を用いてより詳細に説明する。
- [0041] 図3は、要件定義110のメタモデル300の一例を示す。メタクラス330としてシステム要件111を挙げており、更に、システム要件111は、第1システム要件1110とこの第1システム要件1110と所有301の関係にある第2システム要件1111が規定される。即ち、メタモデル300ではシステム要件111が多重であることを規定している。
- [0042] 要件定義110のメタモデル300では、第2システム要件1111は、機能要件112のメタクラス330と非機能要件113のメタクラス330が継承303の関係にある。そして、非機能要件113のメタクラス330には、信頼性要件114、保守性要件115及び効率性要件116のメタクラス330が継承303の関係にある。従って、第2システム要件1111には、機能要件112と、信頼性要件114、保守性要件115及び効率性要件116の非機能要件113とがあることが規定される。
- [0043] 要件定義110の設計は、このメタモデル300に従って行われる。例えば図4に示すように、クルーズコントロールの場合には、定速走行117を行うことが含まれ、定速走行117を行うためには、ドライバーによる設定1171と実際に定速走行を行う上での各種要件である走行1172が必要になる。ドライバーによる設定には、設定スイッチ等各種機器からの信号入力を確認する。
- [0044] 走行1172を定めるためには、更に、目標速度維持に必要な加減速度を算出してエンジンコントロールECUに要求を出力する定速走行の実施118と、ドライバーの要求に応じた各種モードで速度調整を行う目標速度の調整119が必要となる。定速走行の実施118を行うに際しても、追従モードで先行車の有無や先行車の速度等を検出して車速の維持速度算出1181を行ったり、より適した車速とすべくエンジンコントロールECUに制御要求1182を行ったりする。
- [0045] 目標速度の調整119を行うためには、ドライバーからの目標速度の増加

要求があったか、逆に目標速度の減少要求があったか等の要求を確認する。そして、目標速度を変更する場合にも急な加減速を控えてなだらかな増減とする。特に、追従モードでは目標速度と先行車の速度との比較等、各種の検討項目 1191 を検討することとなる。

[0046] このように、要件定義 110 の設計では、システムが達成したい機能の概要をシステム要件 111 として定め、その機能に関連する動作や、関連する制御対象等を書き出すこととなる。定速走行 117、設定 1171、走行 1172、定速走行の実施 118、目標速度設定 119、項目 1181、1182、及び検討項目 1191 は、いずれも多重化されたシステム要件 111 に対応し、かつ、システム要件 111 の機能要件 112 に対応する。

[0047] そして、定速走行 117、設定 1171、走行 1172、定速走行の実施 118、目標速度設定 119、項目 1181、1182、及び検討項目 1191 の各項目が、設計結果 305 での各コンポーネントとなる。各コンポーネント間の関係は参照 302 の関係となる。

[0048] 図 5 は、論理設計 120 のメタモデル 300 の一例を示す。システム 1201 のメタクラス 330 はシステム機能構造 1200 と所有 301 の関係にあり、システム機能構造 1200 はシステム 1201 を含むことを規定している。また、システム 1201 は、入力ポート 1202、出力ポート 1203 及びサブシステム 1204 のメタクラス 330 と所有 301 の関係にあり、システム 1201 は、入力ポート 1202、出力ポート 203 及びサブシステム 1204 を有している。同様に、サブシステム 1204 も入力ポート 1205 と出力ポート 1206 を有している。

[0049] また、システム 1201 は、システム構成要素 1207 のメタクラス 330 と継承 303 の関係にあり、システム 1201 にはシステム構成要素 1207 が含まれることが規定されている。更に、システム構成要素 1207 のメタクラス 330 は導出 304 の関係が規定され、この導出 304 の関係は要件定義 110 のメタモデル 300 のシステム要件 111、より具体的には第 2 システム要件 1111 のメタクラス 330 に結ばれている。従って、論

理設計120のシステム1201は、システム構成要素1207を介して、要件定義110のシステム要件111から導出されるものであることが規定される。

[0050] 論理設計120の設計は、図6に示すように、例えばドライバーの要求判定項目121では、ドライバーから減速を求める操作がなされたかどうかの判定を行う減速判定1211や、増速を求める操作がされたか否かの判定を行う増速判定1212に基づき、車速設定判断1213を行う。また、ドライバーが先行車との車間距離を縮める操作をしたかどうかの判定を行う車間短判定1214や、車間距離を長く取る操作をしたか否かの判定を行う車間長判定1215を行って、車間距離を定める車間設定判断1216を行う。

[0051] 同様に、車速算出項目122では、各種センサからの信号に基づいて加減速度の演算を行う加速度演算1221、および、実際の車輪速度を定める車輪演算1222によって車速を算出する。そして、この車速算出項目122で演算された車速と、ドライバーの要求判定項目121の車速設定判断1213で判断された要求車速との差を、車速差分算出項目123で計算する。同様に、車間距離差分算出項目124では、要求判定項目121で定めた車間設定判断1216と車間距離算出項目125で定めた車間距離との差分を車間距離差分演算1241にて計算する。

[0052] この車間距離差分算出項目124からの設定車間距離と車間距離差分、車速差分算出項目123からの設定車速と車速差分、システム状態判定項目126からのクルーズコントロールのオンオフとクルーズコントロールのモード等の各種の情報が、ドライバー通知出力項目127と目標加減速量算出項目128に入力する。

[0053] ドライバー通知出力項目127はドライバーに車速等の情報をいかに素早くかつ適正に表示するかを表示出力1271で判断して、メータ等各種の機器に出力する情報を定める。目標加減速量算出項目128では、エンジンコントロールECUに出力する目標加減速度を演算する。

[0054] メタモデル300との関係では、例えば、システム機能構造1200が全

体構造を示し、そこに含まれるシステム1201にはドライバーの要求判定項目121、車速算出項目122、車速差分算出項目123、車間距離差分算出項目124、車間距離算出項目125、システム状態判定項目126、ドライバー通知出力項目127及び目標加減速量算出項目128が対応する。各システム1201には入力ポート1202と出力ポート1203が設けられている。

[0055] システム1201としてドライバーの要求判定項目121を挙げると、そのサブシステム1204に対応するものは、減速判定1211、増速判定1212、車速設定判断1213、車間短判定1214、車間長判定1215、及び車間設定判断1216があり、各サブシステム1204は入力ポート1205と出力ポート1206を備えている。

[0056] これをメタクラス330と設計結果305のコンポーネントとの関係にすれば、メタクラス330にはサブシステム1204が対応し、減速判定1211、増速判定1212、車速設定判断1213、車間短判定1214、車間長判定1215、及び車間設定判断1216が設計結果305の各コンポーネントとなる。

[0057] 次に、制御設計130のメタモデル300を図7に基づいて説明する。制御設計130は、論理設計120のシステム1201やサブシステム1204での制御を設計するもので、入力ポート1300及び出力ポート1301は、システム1201の入力ポート1202、出力ポート1203や、サブシステム1204の入力ポート1205、出力ポート1206に対応する。

[0058] 図7に示すように、制御ロジック要素1302は入力ポート1300及び出力ポート1301と参照302の関係にあり、論理設計120の入力ポート及び出力ポートはこの制御ロジック要素1302を参照している。

[0059] そして、制御ロジック要素1302のメタクラス330には、波形1303、パルス1304、定数1305及び演算1306が継承303の関係にあり、波形1303、パルス1304、定数1305及び演算1306を用いて制御ロジックが組まれることが規定されている。

- [0060] 更に、演算1306のメタクラス330は、単項演算1307と多項演算1308のメタクラス330と継承303の関係にあり、かつ、単項演算1307と多項演算1308のメタクラス330にもそれぞれ複数のメタクラス330が継承303関係にある。これらのメタクラス330に含まれる項目を用いて演算1306を行うことが規定されている。
- [0061] 図8は、制御設計130の一例を示す。この例は、論理設計120のシステム状態判定項目126に対応する。入力ポート1202に対応するイグニッションスイッチが入っているか否か12021と、クルーズコントロールのオンオフの状態12022との信号を、第1アンド回路1311で演算する。そして、この第1アンド回路1311からの信号とユニットの遅れ信号とをXオア回路1312で論理演算して、クルーズコントロールのオンオフを出力する。この出力12031は、論理設計120の出力ポート1203に対応する。
- [0062] また、Xオア回路1312からの出力とクルーズコントロールのモード信号12023を、第2アンド回路1313で演算する。ここで、モード信号12023は、論理設計120の入力ポート1202に対応する。そして、第2アンド回路1313の出力とユニットの遅れ信号を加算回路1314で加算演算して、クルーズコントロールのモードを出力する。出力12032が、論理設計120の出力ポート1203に対応する。
- [0063] このように、制御設計130では論理設計120で定めた項目を具体的な論理演算式に落とし込む。メタモデル300と設計結果305との関係では、入力ポートがメタクラス330に対応する。そして、設計結果305のコンポーネントとしては、イグニッションスイッチが入っているか否か12021と、クルーズコントロールのオンオフの状態12022とが挙げられる。
- [0064] 図9は、物理設計140のメタモデル300の一例を示す。最上位にシステム物理構造1400のメタクラス330があり、要素1401のメタクラス330が所有301の関係にある。ECU1402のメタクラス330が

継承303の関係にあるように、要素1401の一例はECU1402である。

[0065] 要素1401のメタクラス330に機能コンポーネント割り当て1403、入力ポート1404及び出力ポート1405のメタクラス330が所有301の関係にあるように、要素1401（ECU1402）には、機能コンポーネント割り当て1403、入力ポート1404及び出力ポート1405が備わっている。

[0066] 機能コンポーネント割り当て1403には導出304が示されており、物理設計140の機能コンポーネント割り当て1403は、論理設計120のサブシステム1204と導出304の関係にある。従って、サブシステム1204は、機能コンポーネント割り当て1403で規定される機能を達成することとなる。また、機能コンポーネント割り当て1403には、ソフトウェアの仕様定義210からの導出304もあるが、この点は後述する。

[0067] 図10に物理設計の設計結果305の一例を示す。この例では、役割を分担するECU1402として、ブレーキECU141、自動運転を支援するADASECU142、メータECU143、エンジンコントロールECU144、及びパワステECU145が挙げられる。

[0068] 各ECU141、142、142、144、145に入力するセンサ信号が入力ポート1404に対応する。本実施例では、以下の例がある。車輪速を示すパルス信号を出力する車輪速センサ1461、内部のECUで先行車との車間距離を算出してその算出結果である車間距離信号を出力するミリ波レーダ1462、タッチパネル1463に設けられた各種ボタンの操作で判断されるドライバーの要求設定等である。ドライバーの操作例としては、クルーズコントロールのモード、車速の設定、クルーズコントロールのオンオフや、車間距離の設定等がある。

[0069] イグニッションスイッチ1464からのオンオフ信号で、エンジンが運転中であるのか停止しているのかを判断する。カメラ1465からの画像情報で、車線を検出する。また、加速度センサ1466からの信号で、ヨーレー

トや進行方向の加減速の加速度を検出する。ステアリングセンサ1467からの信号により、ハンドルの操舵角度を検出する。

[0070] 各ECU1402の処理内容としては、例えば、自動運転を支援するADASECU142には以下のものがある。車間距離算出1420、車速差分算出1421、車間距離差分算出1422、ドライバー入力判定1423、目標加減速量算出1424、システム状態判定1425、及び車両状態判定1426である。

[0071] 各ECU1402での演算結果が出力される対象としては、メータECU143からの設定した車間距離に関する表示、クルーズコントロールのオンオフの表示、設定した車速の表示、及びクルーズコントロールのモードの表示がある。これらの表示が車載ディスプレイ1471に出力される。

[0072] また、エンジンコントロールECU144からは、吸入空気量を制御するスロットルバルブに対して、より具体的には、スロットルバルブを回動させるスロットルモータ1472に対して、スロットルモータ1472の回転信号が出力される。パワステECU145からは、パワーステアリング装置に対して、パワーステアリングモータ1473の回転信号が出力される。これらの出力が、メタモデル300の出力ポート1405に対応する。

[0073] メタモデル300と設計結果305との関係は、既述の通りであるが、例えば、メタクラス330をECU1402とした場合、ブレーキECU141、自動運転を支援するADASECU142、メータECU143、エンジンコントロールECU144、及びパワステECU145が設計結果305のコンポーネントに対応する。

[0074] 続いて、ソフトウェア開発200の詳細を説明する。ソフトウェアの仕様定義210のメタモデル300の一例を図11に示す。所有301の関係は、ソフトウェア要求仕様2100、要求グループ2101、ソフトウェア要求2102の各メタクラス330の間にある。従って、ソフトウェア要求仕様2100は要求グループ2101を含み、要求グループ2101はソフトウェア要求2102を含む多重の構造となる。

- [0075] ソフトウェア要求2102のメタクラス330には、機能要求2103と非機能要求2104のメタクラス330が継承303の関係にあり、非機能要求2014のメタクラス330は、更に、信頼性要求2105、効率性要求2106、及び保守性要求2107のメタクラス330が継承303の関係にある。従って、ソフトウェア要求2102には、機能要求2103と、信頼性要求2105、効率性要求2106、保守性要求2107の非機能要求2104とが規定される。
- [0076] ソフトウェア要求2102のメタクラス330は、上述のシステム開発100における物理設計140の機能コンポーネント割り当て1403のメタクラス330と導出304の関係にある。従って、機能コンポーネント割り当て1403で規定される機能には、ソフトウェア要求2102での機能要求2103や非機能要求2104が対応する。
- [0077] このソフトウェア開発200におけるソフトウェアの仕様定義210の設計結果305の一例を、図12に示す。ソフトウェア仕様定義210では、各ECU1402でどのようなソフトウェアを受け持つのかを定める。例えば、自動運転を支援するADASECU142に対する項目211では、ECUに共通する保守性に対する保守性要求2120、ECUに共通する使用性に対する使用性要求2121、ECUの効率性に対する効率性要求2122、及び、ECUの信頼性に対する信頼性要求2123がある。
- [0078] 各要求2120～2123に対しては更に下のレイヤーが定められる。例えば、保守性要求2120に対しては、ソフトウェアを他の車両にも用いるときにソフトウェアの変更箇所を少なくするソフトウェア保守性要求2130が挙げられる。また、使用性要求2121に対しては、ユーザー（ドライバー）に対して自動運転を支援する機能の内、何が有効となっているのかを常に表示する機能の状態表示要求2131が挙げられる。
- [0079] 効率性要求2122に対しては、プログラムサイズ要求2132とCPU負荷要求2133がある。プログラムサイズ要求2132は、例えば、各種メモリーの容量に対して実際の使用領域を70%以内に抑える要求である。

また、CPU負荷要求2133は、例えば、定常的な自動運転支援の状態で、CPUの平均負荷を60%以内に抑える要求である。定常的な自動運転支援の例として、例えば、車線に沿った走行（レーン・キープ・アシスト）を実行中で、緊急ブレーキを常に操作できるよう準備しつつ、先行車との車間距離を保ちながら、一定速度で追従走行をする例が挙げられる。

[0080] 信頼性要求2123に対しては、例えば、ソフトウェアを構成するパーツの一部に不具合が生じた際にも、その不具合の影響を受けていない他のパーツでは動作を継続させるパーツ信頼性要求2134が挙げられる。これらの各要求2120～2123や2130～2134は、メタモデル300の非機能要求2104に対応する。従って、メタモデル300と設計結果305との関係では、非機能要求2104がメタクラス330であり、各要求2120～2123や2130～2134は、設計結果305のコンポーネントに対応する。

[0081] 図13は、ソフトウェア基本設計220のメタモデル300の一例を示す。ソフトウェア基本設計220ではソフトウェア仕様定義210で定めた要求を実現するための、機能とデータとを定義する。ソフトウェア構造2200、レイヤー2201及び要素2202のメタクラス330が所有の関係にあるので、ソフトウェア構造2200にはレイヤー2201が含まれ、レイヤー2201には要素2202が含まれる。

[0082] また、レイヤー2201及び要素2202のメタクラス330がソフトウェア構成要素2203のメタクラス330と継承303の関係にあるので、ソフトウェア構成要素2203の種類としてレイヤー2201及び要素2202が挙げられることとなる。

[0083] そして、ソフトウェア構成要素2203のメタクラス330は、ソフトウェア仕様定義210のソフトウェア要求2102のメタクラス330と導出304の関係にある。従って、ソフトウェア基本設計220のレイヤー2201やレイヤー2201に含まれる要素2202は、ソフトウェア仕様定義210のソフトウェア要求2102と関係づけられている。

- [0084] このソフトウェア基本設計220の設計結果305の一例を、図14に示す。例えば、自動運転ではアプリケーションレイヤー（APPレイヤー）221には、車速偏差2210、車間距離偏差2211、及び目標制御量2212の項目がある。その下のレイヤーであるアプリケーションフレームワークレイヤー（AFWレイヤー）222には、先行車の有無2220、クルーズコントロールの制御状態2221、外部システム制御量2222の項目が入る。
- [0085] 更にその下のレイヤーであるプラットフォームレイヤー（PFレイヤー）223には、先行車情報2230、自車走行情報2231、外部システム状態2232、スイッチ状態2233、及び外部システム要求2234の項目がある。そして、最も下のレイヤーであるハードウェアレイヤー（HWレイヤー）224には、上記各項目の前提となる信号を出力する各機器として、車載機器にも利用可能なネットワークのコントローラ（受信）2240、イグニッションスイッチ2241、各種スイッチ2242、及び車載機器にも利用可能なネットワークのコントローラ（送信）2243がある。
- [0086] 従って、APPレイヤー221、AFWレイヤー222、PFレイヤー223、HWレイヤー224が、メタモデル300のレイヤー2201に対応する。そして、車速偏差2210、車間距離偏差2211、及び目標制御量2212の項目、先行車の有無2220、クルーズコントロールの制御状態2221、外部システム制御量2222の項目、先行車情報2230、自車走行情報2231、外部システム状態2232、スイッチ状態2233、及び外部システム要求2234の項目、車載機器にも利用可能なネットワークのコントローラ（受信）2240、イグニッションスイッチ2241、各種スイッチ2242、及び車載機器にも利用可能なネットワークのコントローラ（送信）2243が、各レイヤー2201に含まれる要素2202に対応する。
- [0087] なお、図14では、APPレイヤー221からHWレイヤー224までの各レイヤー間の関係を破線の矢印で示している。例えば、HWレイヤー22

4のイグニッションスイッチ2241からの信号はP Fレイヤー223の外部システム状態2232の項目に取り込まれ、スイッチ状態2233の項目と共にA F Wレイヤー222のクルーズコントロールの制御状態2221の項目に取り込まれる。そして、この制御状態2221は、A P Pレイヤー221の車速偏差2210と車間距離偏差2211に出力する。

[0088] 従って、図14の矢印は、設計結果305の各レイヤー2201間の関係を示すもので、メタモデル300の矢印とは関係ない。

[0089] メタモデル300と設計結果305との関係も上述の通りである。例えば、レイヤー2201がメタクラス330であり、A P Pレイヤー221、A F Wレイヤー222、P Fレイヤー223、H Wレイヤー224が、設計結果305のコンポーネントである。

[0090] ソフトウェアの詳細設計230は、この基本設計220の機能を実現するための詳細な制御を定義するものである。メタモデル300の一例を図15に示す。要素2300のメタクラス330は、基本設計220の要素2202のメタクラス330と同じである。

[0091] 要素2300のメタクラス330には、関数2301、データ2302、入力ポート2303及び出力ポート2304の各メタクラス330と所有301の関係にある。従って、要素2300は、関数2301、データ2302、入力ポート2303及び出力ポート2304を備えている。

[0092] データ2302のメタクラス330は関数2301のメタクラス330にも所有301の関係となっているので、データ2302は、要素2300に用いられると共に、関数2301にも用いられることとなる。

[0093] このソフトウェア詳細設計230の設計結果305は、例えば、フローチャートを用いたり、また、図16のように、表を用いたりして演算処理を規定する。図16の例では、入力項目231として「1. クルーズコントロールの状態」、「2. 車両の速度」、「3. 先行車の有無」、「4. 実測車間距離」、「5. 設定車間距離」がある。出力項目232としては、「1. 実測車間距離と設定車間距離との差」がある。内部データ233には、「1.

目標車速」と「2. 実測車速」がある。

[0094] このソフトウェア詳細設計230の設計結果305は、上記例以外に、例えば、図17のように状態遷移制御を用いてクルーズコントロールスイッチの操作がなされた際の状態が追従走行234と定速走行235とで切り替わることを示したりする。なお、図17の状態遷移では追従走行234と定速走行235の定義が記載されていないが、実際の詳細設計では定義を詳細に規定する。

[0095] メタモデル300と設計結果305との関係も上述の通りである。例えば、入力項目231がメタクラス330であり、「1. クルーズコントロールの状態」、「2. 車両の速度」、「3. 先行車の有無」、「4. 実測車間距離」、「5. 設定車間距離」が設計結果305のコンポーネントである。

[0096] このように、本実施例の設計支援ツールは、システム開発100の要件定義110からソフトウェア開発200の詳細設計230までの一連の開発設計を全てメタモデル300に定義して、このメタモデル300の定義内容に沿って設計を進める。そして、その間のメタモデル300の情報も設計結果305も一つのデータベース310（図18）で記録している。なお、データベース310は、物理的に一つである必要はなく、分散配置されてもよい。

[0097] 例えば、データベース310に設計結果として、サブシステム3100にシステム状態判定3101が書き込まれると、そのシステム状態判定3101は、図18に示すように、論理設計120のシステム状態判定126としても表示でき、物理設計140のシステム状態判定1425としても表示できる。

[0098] 本実施例の設計支援ツールは、図19に示すように、複数の形式で設計結果305を表示することができる。換言すれば、本実施例の設計ツールは、複数の画面から設計情報を入力することができる。図19はソフトウェア基本設計220の設計結果305を示しているが、左のビュー307は実体関連図であるERダイアグラムで、図14と同じである。このERダイアグラ

ムの記載内容は、右側画面の表形式のビュー307でも表示できる。なお、ビュー307は、液晶ディスプレイ320（図27）に表示される。

[0099] 表形式のビュー307は、APPLレイヤー221の債務として、「加減速の目標量を車速と車間距離との差から表示する。」と記載し、要素2202には、「1. 車間距離偏差2211」、「2. 目標制御量2212」、「3. 車速偏差2210」の名称と、それぞれの要素2202の責務が記載されている。AFWレイヤー222以下のレイヤー2201に付いても同様に表示される。

[0100] これは、ERダイアグラムのビュー307でも、表形式のビュー307でも、単に表示の仕方が異なるのみで、データベース310内では同じ情報として格納されているからである。

[0101] 本実施例の設計ツールで用いるビュー307の形式は、ERダイアグラム3070、表形式のドキュメントフォーム3072に限らず、図20に示すように、ツリーダイアグラム3071やツリーグリッド3073として表すこともできる。設計者は設計の各ニーズに応じて使用しやすいビュー307を適宜選択することができる。全体の構造を概観するには、ERダイアグラム3070が望ましく、各項目の詳細を定義するにはドキュメントフォーム3072が望ましい。

[0102] 但し、図20の4種類のビュー307は、いずれも設計を行う上で利用しやすい例であるが、本実施例の設計支援ツールで用いるビュー307は、この4種類に限定されるものではない。逆に、ビュー307の種類を4種類より少なくすることも可能である。

[0103] 本実施例の設計支援ツールは、既述のように、各ビュー307の表示は、単にデータベース310に格納されているデータに基づき、各コンポーネントの見せ方を変更するのみであるため、いずれのビュー307からの入力も、データベース310には同様な入力となる。

[0104] 図21は、データベース310内でのデータの持ち方の例を示す。例えば、物理設計140のADASECU142の出力ポート1405とメータE

CU143の入力ポート1404との接続148を定める場合、データベース310内では、接続148自身のID1480と、関連元のID1481及び関連先のID1482によって特定を行う。そして、接続148に関連する各種のデータが格納される。例えば、名称、データ自体、データのバージョンや削除情報等がある。

[0105] データベース310に格納される情報として、メタクラス330間の関係もある。図21の接続148は参照302の関係であるが、上述の通り、メタクラス330間の関係には所有301、参照302、継承303、及び導出304があるので、その関係がデータベース310に格納される。

[0106] データベース310に格納される情報として、メタクラス330とそれに基づく設計結果305のコンポーネントとの関係もある。各コンポーネントとのID情報と、そのコンポーネントとに関係するメタクラス330のID情報が格納される。

[0107] データベース310に格納される情報として、他には設計結果305のコンポーネント間の情報もある。記述の通り、メタクラス330に複数の他には設計結果305のコンポーネントが対応する場合がある。その際には、メタクラス330とコンポーネント間の情報のみでなく、コンポーネント間の情報もデータベース310に格納される。コンポーネント間の関係としては、所有と参照がある。

[0108] このように、本実施例の設計支援ツールでは、図20に示した様々なビュー307を用いてメタモデル300を定義したり、メタモデル300に対応させて設計することができる。そして、いずれか一つのビュー307で設計するのみで、設計結果305は、図20の全てのビュー307形式で表示することができる。

[0109] そして、いずれか一つのビュー307で設計結果305を変更すれば、変更結果は関連する全てのビュー307に自動で反映される。そのため、関連する設計結果305は常に最新となり、本実施例の設計支援ツールでは更新漏れの心配がない。

- [0110] 図19の例では、レイヤーを示す左図のAPPレイヤー221の車速偏差2210に変更を加えれば、右図のドキュメントフォームでは、APPレイヤー221の責務やコンポーネントを説明する文書にその変更が反映される。図18の例では、システム開発の論理設計120でシステム状態判定126に変更を加えれば、システム開発の物理設計140のADASECU142のシステム状態判定1425にもその変更が反映される。
- [0111] このように、本実施例の設計支援ツールでは特定のルールに縛られることなく、設計の各工程でメタモデル300や設計結果305を自由に変更可能である。そのため、大まかな設計をトップダウン開発で定めるのみで、各コンポーネント側で検討して詳細設計を行うことができる。大規模なシステム開発に適した設計支援ツールである。
- [0112] 同様に、本実施例の設計支援ツールは、下位設計で詳細設計したコンポーネントを用いて上位設計を行うに際しても、設計の各工程でメタモデル300や設計結果305の書き換えが可能のため、ボトムアップ設計にも適している。
- [0113] ただ、一方で、トップダウン開発で行った定義を下位工程で変更することが可能となるため、上位工程と下位工程との間や、同位工程のコンポーネント間で不整合が発生する可能性がある。逆に、ボトムアップ開発の場合には、下位工程で定義したメタモデル300や設計結果305とは異なる定義を上位工程の設計で行う必要が生じる場合もある。
- [0114] 例えば、図22に示すように、X設計結果400でコンポーネントA401とコンポーネントB402を使用しており、そのコンポーネントB402はY設計結果410のコンポーネントB411を参照しているときに、Y設計結果410でコンポーネントB411が削除されると、X設計結果400とY設計結果410との間で不整合が発生する。
- [0115] また、図23に示すように、X設計結果400でコンポーネントA401とコンポーネントB402を使用しており、そのコンポーネントB402はY設計結果410のコンポーネントB411を参照しているときに、同じコ

ンポーネントBがZ設計結果420のコンポーネントB421としても定義されている場合、Y設計結果410のコンポーネントB411とZ設計結果420のコンポーネントB421との間で不整合が発生する。

[0116] 他の例として、図24に示すように、Y設計結果410のコンポーネントB411がX設計結果400のコンポーネントA401を参照している状態で、X設計結果400のコンポーネントA401が削除される場合もある。引用先の設計結果305が削除され実態が無くなるという不整合が発生する。

[0117] 他には、図25に示すように、メタモデル300に存在しないパーツが存在する場合もある。図25の例ではユースケース308に対応するのは定速走行3080と追従走行3081であるが、追従走行3081にさらに追従ステップ3082が書き加えられると、メタモデル300と設計結果305との間で不整合が発生する。

[0118] 本実施例の設計支援ツールは、上述のように設計の各時点での修正を行うことが可能であるため、このような不整合が発生することも許容している。この不整合を許容することで、設計支援ツールとしてのフレキシビリティをもたせ、設計者にストレスを与えることなく設計を継続させることができる。

[0119] 本実施例の設計支援ツールは、不整合を許容する代わりに、不整合を検出して不整合を設計者に通知し、設計者が整合性のとれたメタモデル300及びメタモデル300に基づく設計結果305に容易に修正できるようにしている。不整合の検出は、ファイルを開いたタイミングや、削除や編集、マージによってメタモデル300の変更が行われたタイミングで行う。

[0120] 図22の例では、不整合の検出時に「削除されているモデルが見つかりました。」との表示をディスプレイ320（図27）で行い、X設計結果400のファイル名と、関連元であるコンポーネントA401のクラス名、関連a403の関連クラス名、及びコンポーネントB402が何番目のメタモデルであったかを示すコレクションのインデックス番号を表示する。

- [0121] これは、上述の通り、データベース310にメタクラス330とそれに対応するコンポーネントA401、及びコンポーネントB402が格納されており、更に、コンポーネントA401とコンポーネントB402とが参照の関係にあることも格納されているからである。そのため、コンポーネントB402の削除により、参照の関係に不整合が生じることが検出できるのである。
- [0122] 設計者は、このような表示を見た場合、専用の不整合修正機能を用いることなく、設計の際に通常に使用するエディタ機能を用いて修正することが可能である。例えば、Y設計結果410でコンポーネントB411が削除されている場合、コンポーネントB411が削除される前のY設計結果410を使用することで対応できる。
- [0123] 図23の例では、不整合の検出時に「複数のファイルで重複するモデルが見つかりました。」との表示をディスプレイ320に示し、Y設計結果410とZ設計結果420のファイル名と、コンポーネントB411、421のモデルのパスを表示する。
- [0124] データベース310には、X設計結果400のコンポーネントB402とY設計結果410のコンポーネントB411が参照の関係にあることが、それぞれのID情報と共に格納されている。かつ、X設計結果400のコンポーネントB402とZ設計結果420のコンポーネントB421が参照の関係にあることもそれぞれのID情報と共に格納されている。従って、データベース310では、参照の関係に不整合があることを検知できる。
- [0125] この例でも、設計者は特別な不整合修正機能を用いる必要はない。例えば、最初に見つかったコンポーネントB411を採用し、後に見つかったコンポーネントB421を読み飛ばすことでも対応できる。
- [0126] 設計者が不整合を修正する場合でも、通常のエディタ機能を用いて、最初に見つかったコンポーネントB411を削除し、後に見つかったコンポーネントB421を採用するようにしてもよい。逆に、後に見つかったコンポーネントB421を削除することも可能である。

- [0127] 図24の例も同様で、本実施例の設計支援ツールは、不整合の検出時に「親が存在しないモデルが見つかりました。」との表示をディスプレイ320に示し、X設計結果400のファイル名と、関連a403の関連クラス名を表示する。
- [0128] 図24の例では、本実施例の設計支援ツールは、Y設計結果410を単体で読み込んだ場合と同じ動作となり、特別な不整合修正機能を提供することはない。設計者は、通常的设计機能を用いてX設計結果400を適切な位置に移動したり、X設計結果400の削除を解除したりすることで対応する。
- [0129] なお、図22、図23、及び図24の例では、不整合の原因となった操作を行ったときにもエラーメッセージを表示する。例えば、図24の例では、X設計結果400の削除時にも、設計支援ツールはエラーメッセージを表示する。
- [0130] なお、以上の例では設計結果305のコンポーネント間の関係が参照の関係であったが、同様の不整合は所有の関係でも検出できる。データベース310には、設計結果305のコンポーネント間の情報として、参照と所有が格納されている。
- [0131] 図25の例では、本実施例の設計支援ツールは、不整合の検出時に「メタモデルが存在しないモデルが見つかりました。」との表示をディスプレイ320に示し、メタモデル300のモデルファイル名と存在しないユースケース308に対応する追従ステップ3082のモデル名を表示する。
- [0132] データベース310では、ユースケース308のメタクラス330と設計結果305のコンポーネントとの関係が格納されている。コンポーネントとして、追従ステップ3082が加わると、追従ステップ3082はメタクラス330にない関係となるので、その不整合を検出することができる。
- [0133] 図25の例も同様で、本実施例の設計支援ツールは特別な不整合修正機能の提供はしない。設計者は、通常のエディタ機能を用い、追従ステップ3082を削除することで不整合を修正することができる。
- [0134] 本実施例の設計支援ツールが、上述のエラーメッセージを表示できるのは

、データベース310で所有301と参照302の関係を情報として格納しているからである。所有301と参照302は異なるメタクラス330間の関係を規定しており、各工程での設計結果305のコンポーネントは、メタクラス330と関係づけられることで、この関係を踏襲している。

[0135] 所有301と参照302は、また、設計結果305のコンポーネント間の情報としても、データベース310に格納されている。従って、設計結果305のコンポーネントとメタクラス330との間や、コンポーネントの相互関係に矛盾が生じると、データベース310はその矛盾を検知することができる。

[0136] また、本実施例の設計ツールは、トレーサビリティを自動で確保している。トップダウン開発が分かりやすいが、システム開発100の要件定義110からソフトウェア開発200の詳細設計230までの開発では、上位工程と下位工程との間で一貫性が求められる。こうした工程間の作業成果物（コンポーネント）の関係性を一元管理し、設計、製造、保守上のトラブルが発生した際に、速やかに問題の原因を追跡（トレース）できるようにすることが「トレーサビリティ管理」である。

[0137] 本実施例の設計支援ツールでは、上位工程から下位工程まで設計情報がメタモデル300で継承303と導出304で定義されているので、上位工程で定義したメタモデル300に関連付けて下位工程のメタモデル300を作成することができる。逆に、下位工程で定義したメタモデル300に関連付けて上位工程のメタモデル300を作成することもできる。

[0138] 図26は、ディスプレイ320での導出304の操作を説明する図である。図に示すように、ディスプレイ320には、上位工程の要件定義110と下位工程のソフトウェア基本設計220とを画面の左右に並べて表示することができる。そして、右側画面のソフトウェア基本設計220のAPプレーヤー221に車間距離偏差コンポーネント2211を設計しようとする場合、マウスで左側画面の定速走行117をドラックして、車間距離偏差コンポーネント2211の場所にドロップする。この直観的な操作で車間距離偏差

コンポーネント 2 2 1 1 が定速走行 1 1 7 から導出されることとなる。

[0139] 以上は操作例の説明であるが、データベース 3 1 0 では、設計者が左右画面のメタモデル 3 0 0 を画面上で操作して関係付けることで、導出 3 0 4 が記録される。即ち、データベース 3 1 0 は、設計者の導出の操作をトレース情報として自動的に記録する。

[0140] 換言すれば、データベース 3 1 0 では、車間距離偏差コンポーネント 2 2 1 1 と定速走行 1 1 7 とが導出 3 0 4 の関係にあることを自動的に記録する。より具体的には、どの時点で導出 3 0 4 をおこなったかを、データベース 3 1 0 に格納する。データベース 3 1 0 に格納されるのは、導出 3 0 4 の関係と、導出先の ID 情報及び導出元の ID 情報である。そのため、この導出 3 0 4 の関係は、トレース情報として用いることができる。

[0141] 本実施例の設計支援ツールでは、この導出 3 0 4 の関係を線で結ぶことで設計者が直観的に把握することができる。図 2 7 では、システム開発 1 0 0 の要件定義 1 1 0、論理設計 1 2 0 及び物理設計と、ソフトウェアの仕様定義 2 1 0 及び基本設計をディスプレイ 3 2 0 に並べて表示し、導出 3 0 4 の関係を線で結んでいる。

[0142] 例えば、要件定義 1 1 0 の定速走行 1 1 7 と、論理設計 1 2 0 のドライバー通知出力 1 2 7 と、物理設計 1 4 0 のメータ ECU 1 4 3 と、ソフトウェア仕様定義 2 1 0 の追従走行 2 1 0 9 と、基本設計 2 2 0 の車速偏差 2 2 1 0 とは導出 3 0 4 の関係にある。従って、この導出関係の線をたどればトレース情報を得ることができる。

[0143] このように、本実施例の設計支援ツールでは、設計の各工程におけるメタモデル 3 0 0 を規定して、その規定に沿った設計を定めている。そして、上位工程、下位工程の各コンポーネント間の導出 3 0 4 関係をデータベース 3 1 0 で記憶している。従って、本実施例の設計支援ツールは、上位工程の要求が下位工程の機能に全て落とし込まれているのかが直観的に把握できる。換言すれば、上位工程の要求にない機能が下位工程で作られていないかを把握できる。そのため、設計変更を行う際には、設計変更により影響を受ける

範囲も把握することができる。

[0144] 自動車の自動運転は用途の一例であって、他のシステム開発に使用可能であることは勿論である。ディスプレイ320は、通常はコンピューターの液晶画面が用いられるが、必要に応じて紙媒体にプリントアウトすることも可能である。設計支援ツールの操作も、マウスやキーボードを用いて行うのが通常であるが、入力情報を画像認識や音声認識で行うことも可能である。また、他の機器で入力された情報を取り込むことで、設計支援ツールを動作させるようにしてもよい。

[0145] システム開発100の設計態様は、要件定義110、論理設計120、制御設計130、及び物理設計140と規定し、ソフトウェア開発200の設計態様は、仕様定義210、基本設計220、及び詳細設計230と規定するのが一般的であるが、他の規定の仕方を用いても良い。本実施例の設計支援ツールは、設計結果を複数のビューで見ることができ、各工程の名称によって本実施例の設計支援ツールの特徴が変更されるものではない。

[0146] メタモデル300のメタクラス330間の関係は、所有301、参照302、継承303及び導出304を全て備えるのが望ましいが、使用形態によっては、いくつかの関係を削除してもよい。逆に、追加の関係を加えてもよい。

[0147] 本開示は、設計支援ツールとして利用可能で、例えば、自動車の自動運転システム等の大規模なシステムを開発する際の設計に用いることができる。

[0148] 本開示は、設計支援方法として用いることもできる。

少なくとも一工程の設計を支援する設計支援ツールで用いられる設計支援方法は、少なくとも一つのメタクラスによってメタモデルを定義し、前記工程の設計をこのメタモデルに基づいて行い、設計内容をデータベースに格納し、前記設計内容を、ディスプレイにビューとして表示することを含み、前記ディスプレイのビューは、記載形式の異なる複数の表示である。

[0149] 本開示は、実施例に準拠して記述されたが、本開示は当該実施例や構造に限定されるものではないと理解される。本開示は、様々な変形例や均等範囲

内の変形をも包含する。加えて、様々な組み合わせや形態、さらには、それらに一要素のみ、それ以上、あるいはそれ以下、を含む他の組み合わせや形態をも、本開示の範疇や思想範囲に入るものである。

## 請求の範囲

- [請求項1]            少なくとも一工程の設計を支援する設計支援ツールであって、  
                         少なくとも一つのメタクラスによってメタモデルを定義し、前記工  
程の設計をこのメタモデルに基づいて行い、  
                         設計内容をデータベースに格納し、  
                         前記設計内容は、ディスプレイにビューとして表示され、  
                         前記ディスプレイのビューは、記載形式の異なる複数の表示である  
設計支援ツール。
- [請求項2]            前記ディスプレイのビューは、ERダイアグラム、ツリーダイアグ  
ラム、ドキュメントフォーム及びツリーグリッドの中の少なくとも二  
つの表示である  
                         請求項1記載の設計支援ツール。
- [請求項3]            前記ディスプレイのビューは、記載形式の異なる複数の表示が、同  
時に前記ディスプレイのビューに表示される  
                         請求項1若しくは2記載の設計支援ツール。
- [請求項4]            少なくとも二工程の設計を支援する設計支援ツールであって、  
                         少なくとも二工程が前記ディスプレイのビューに同時に表示される  
                         請求項1若しくは2記載の設計支援ツール。
- [請求項5]            前記ディスプレイのビューで、少なくとも前記メタモデル若しくは  
前記メタモデルに基づく設計結果のいずれかで生成、変更、削除を行  
うと、前記ディスプレイの他のビューでその生成、変更、削除が反映  
される  
                         請求項1乃至4いずれか記載の設計支援ツール。
- [請求項6]            前記工程は、システム開発の要件定義、論理設計、制御設計、及び  
物理設計と、ソフトウェア開発の仕様定義、基本設計、及び詳細設計  
の中のいずれかである  
                         請求項1乃至5いずれか記載の設計支援ツール。
- [請求項7]            少なくとも一工程の設計を支援する設計支援ツールで用いられる設

計支援方法あって、

少なくとも一つのメタクラスによってメタモデルを定義し、前記工程の設計をこのメタモデルに基づいて行い、

設計内容をデータベースに格納し、

前記設計内容を、ディスプレイにビューとして表示することを含み

、

前記ディスプレイのビューは、記載形式の異なる複数の表示である設計支援方法。

[請求項8] 前記ディスプレイのビューは、ERダイアグラム、ツリーダイアグラム、ドキュメントフォーム及びツリーグリッドの中の少なくとも二つの表示である

請求項7記載の設計支援方法。

[請求項9] 前記ディスプレイのビューは、記載形式の異なる複数の表示が、同時に前記ディスプレイのビューに表示される

請求項7若しくは8記載の設計支援方法。

[請求項10] 少なくとも二工程の設計を支援する設計支援ツールで用いられ、少なくとも二工程が前記ディスプレイのビューに同時に表示される請求項7若しくは8記載の設計支援方法。

[請求項11] 前記ディスプレイのビューで、少なくとも前記メタモデル若しくは前記メタモデルに基づく設計結果のいずれかで生成、変更、削除を行うと、前記ディスプレイの他のビューでその生成、変更、削除が反映される

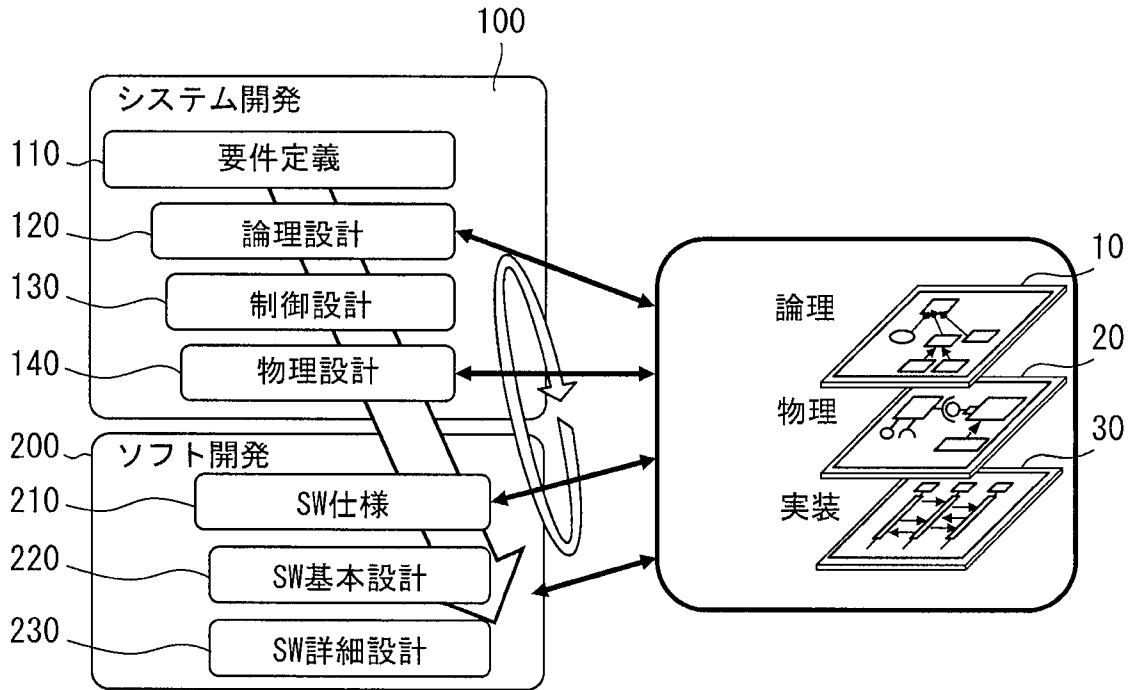
請求項7乃至10いずれか記載の設計支援方法。

[請求項12] 前記工程は、システム開発の要件定義、論理設計、制御設計、及び物理設計と、ソフトウェア開発の仕様定義、基本設計、及び詳細設計の中のいずれかである

請求項7乃至11いずれか記載の設計支援方法。

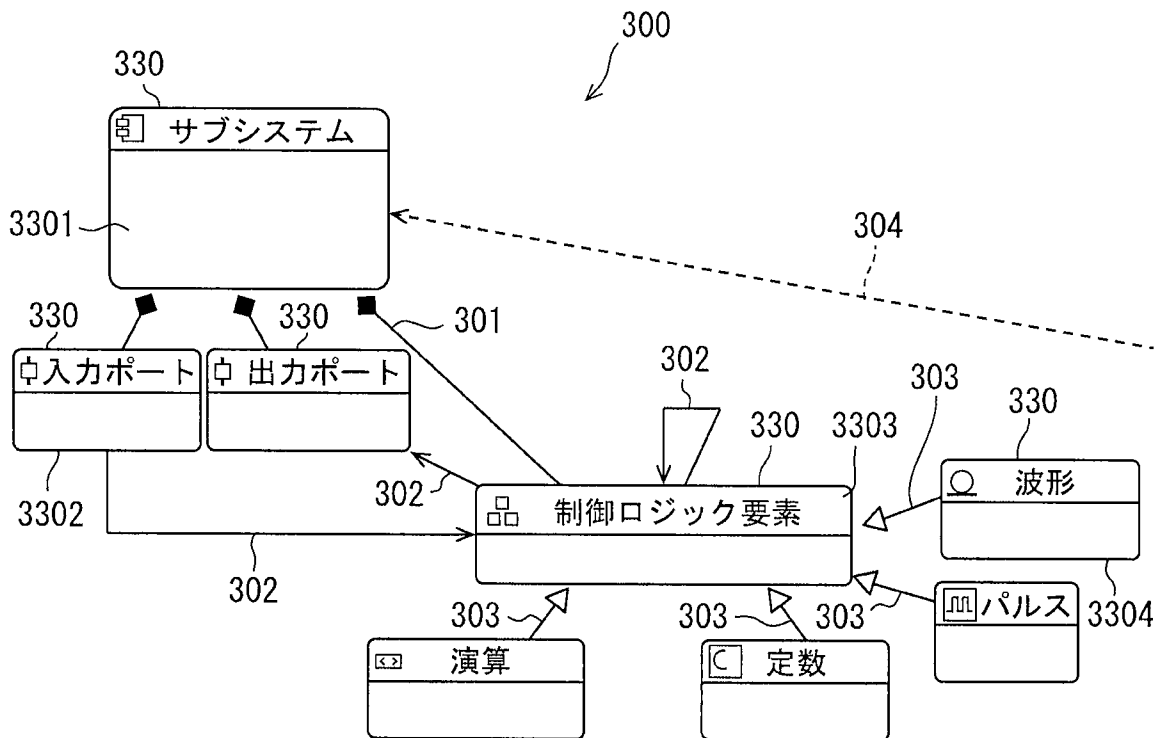
[図1]

図1

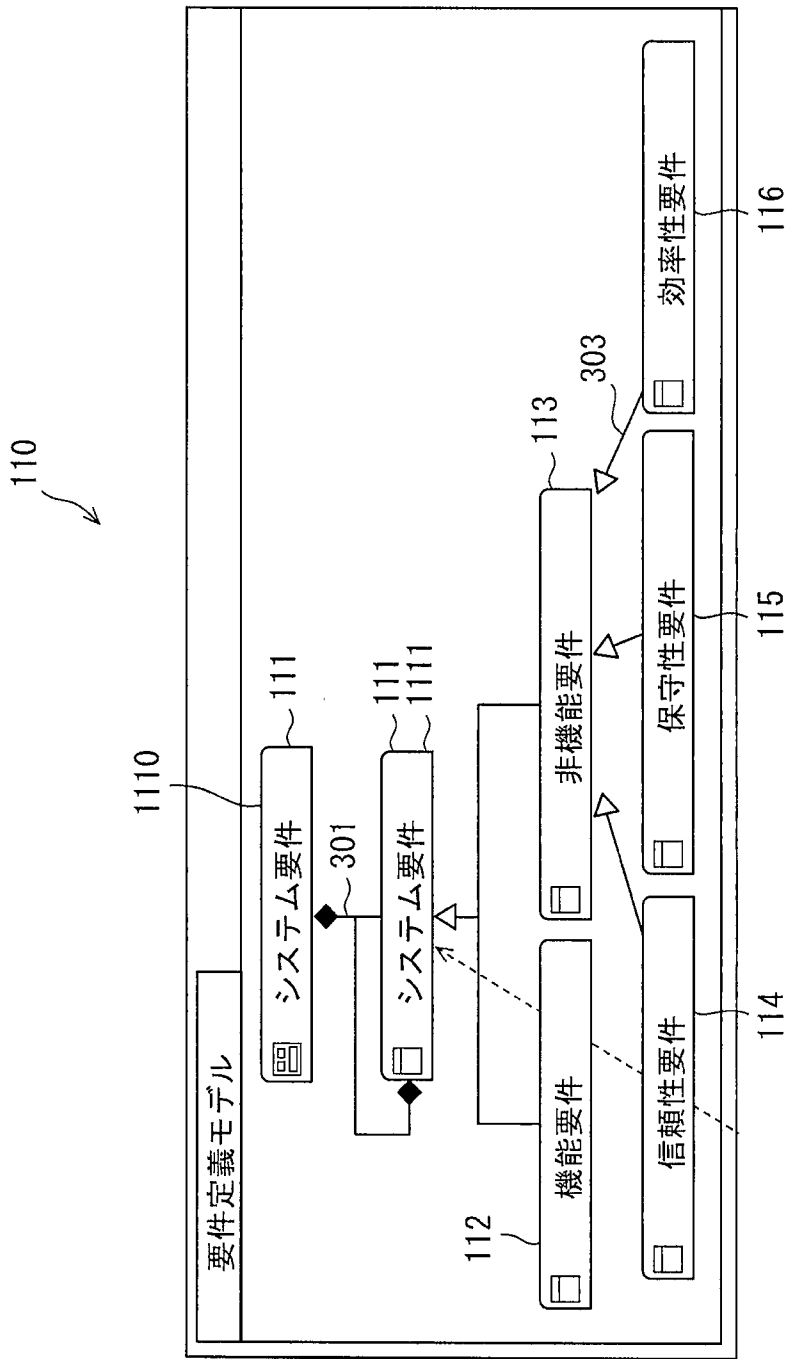


[図2]

図2

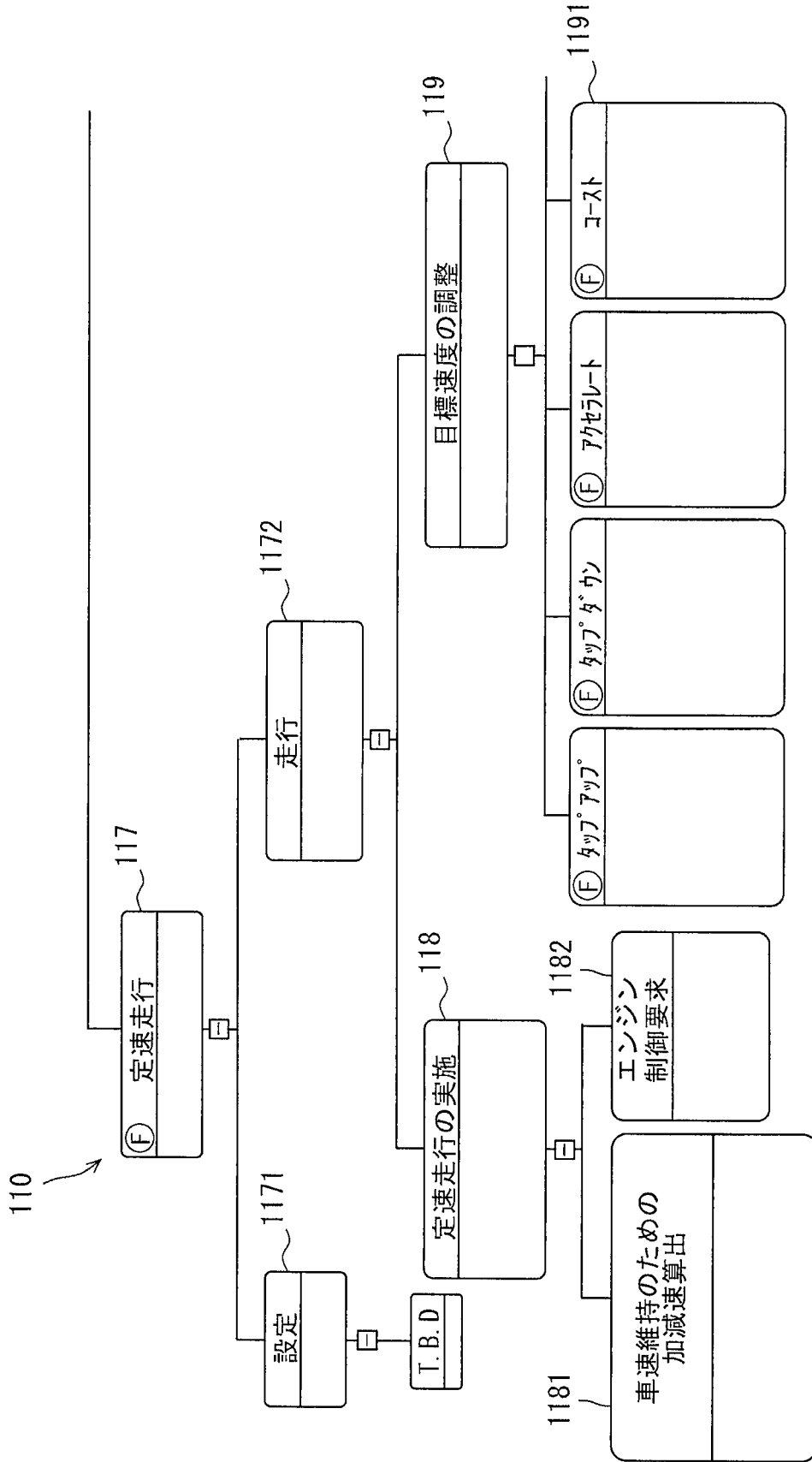


[図3]  
[図3]



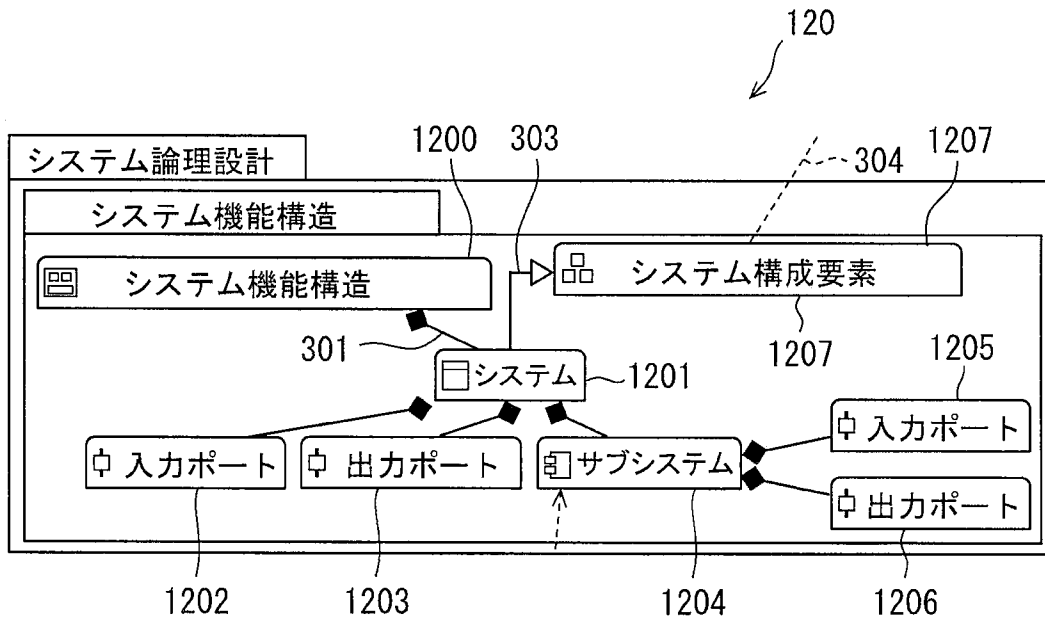
[図4]

図4



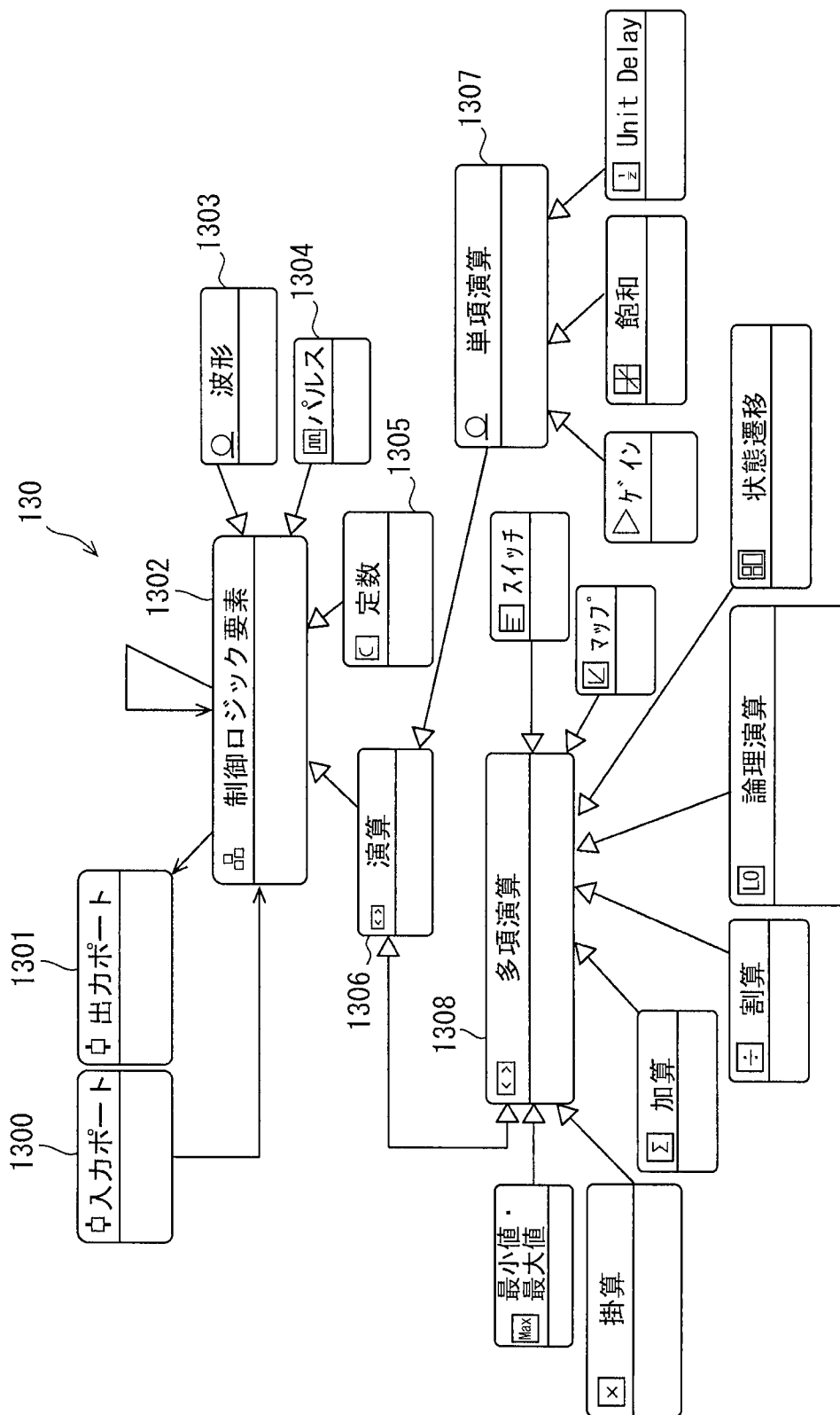
[図5]

図5



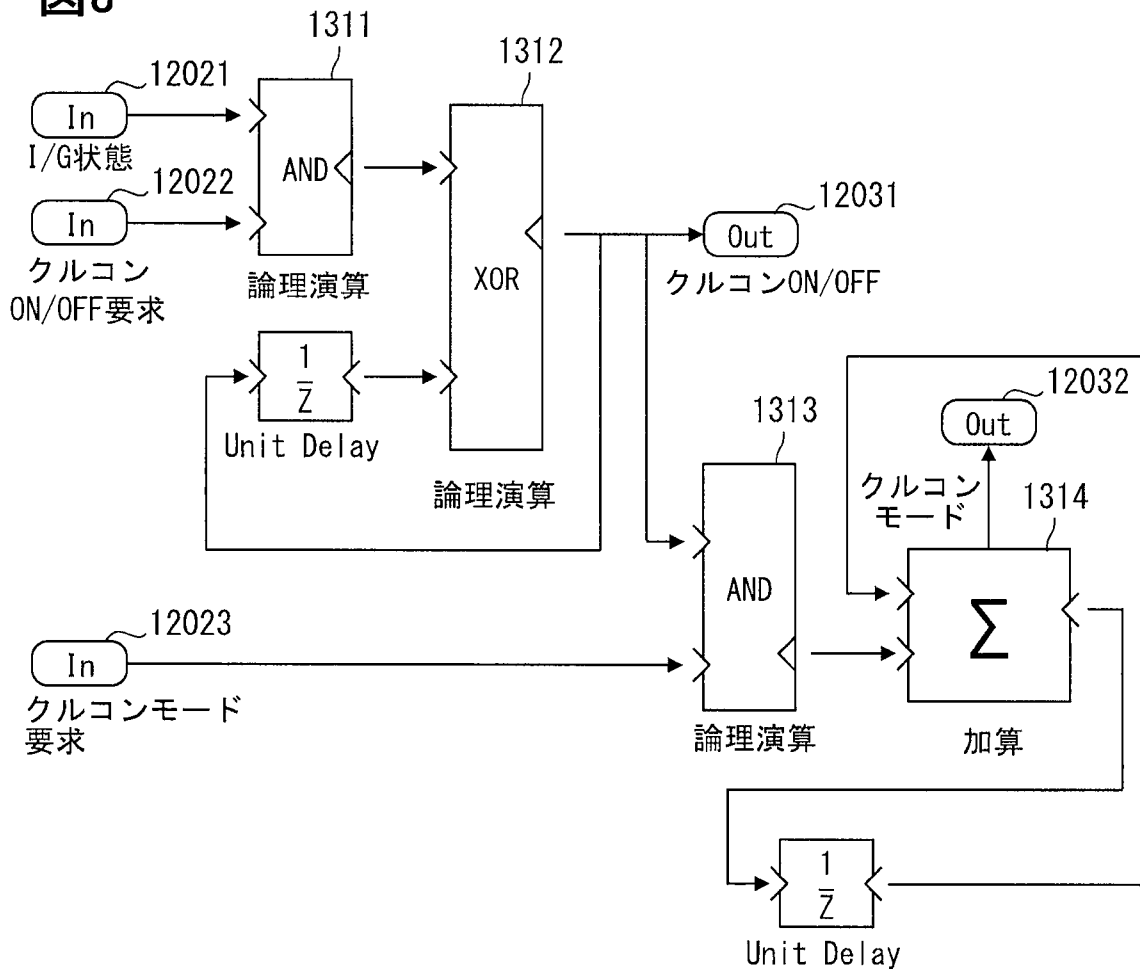


[図7]



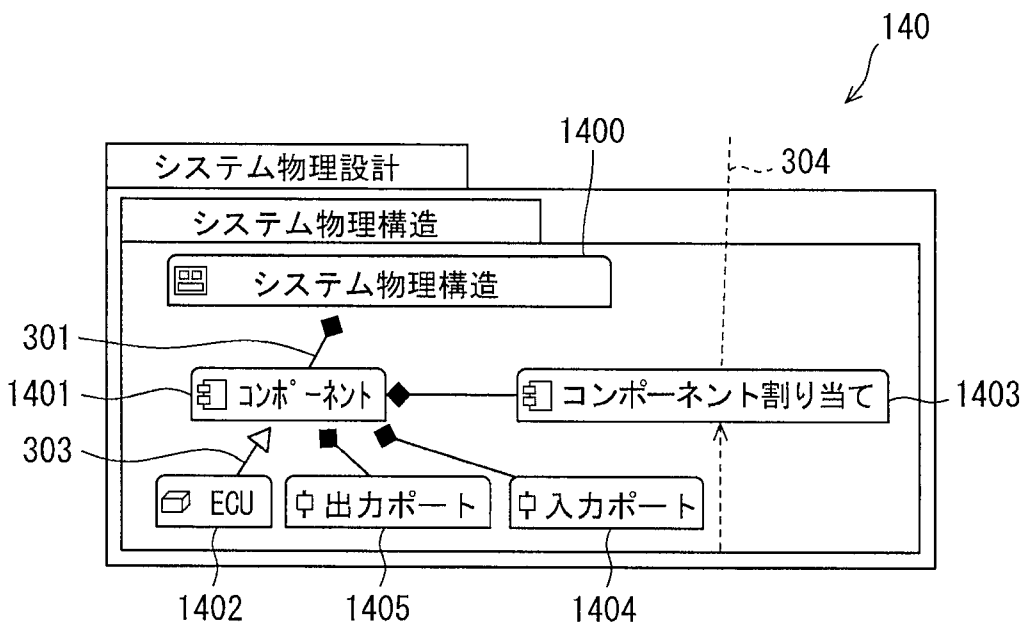
[図8]

図8

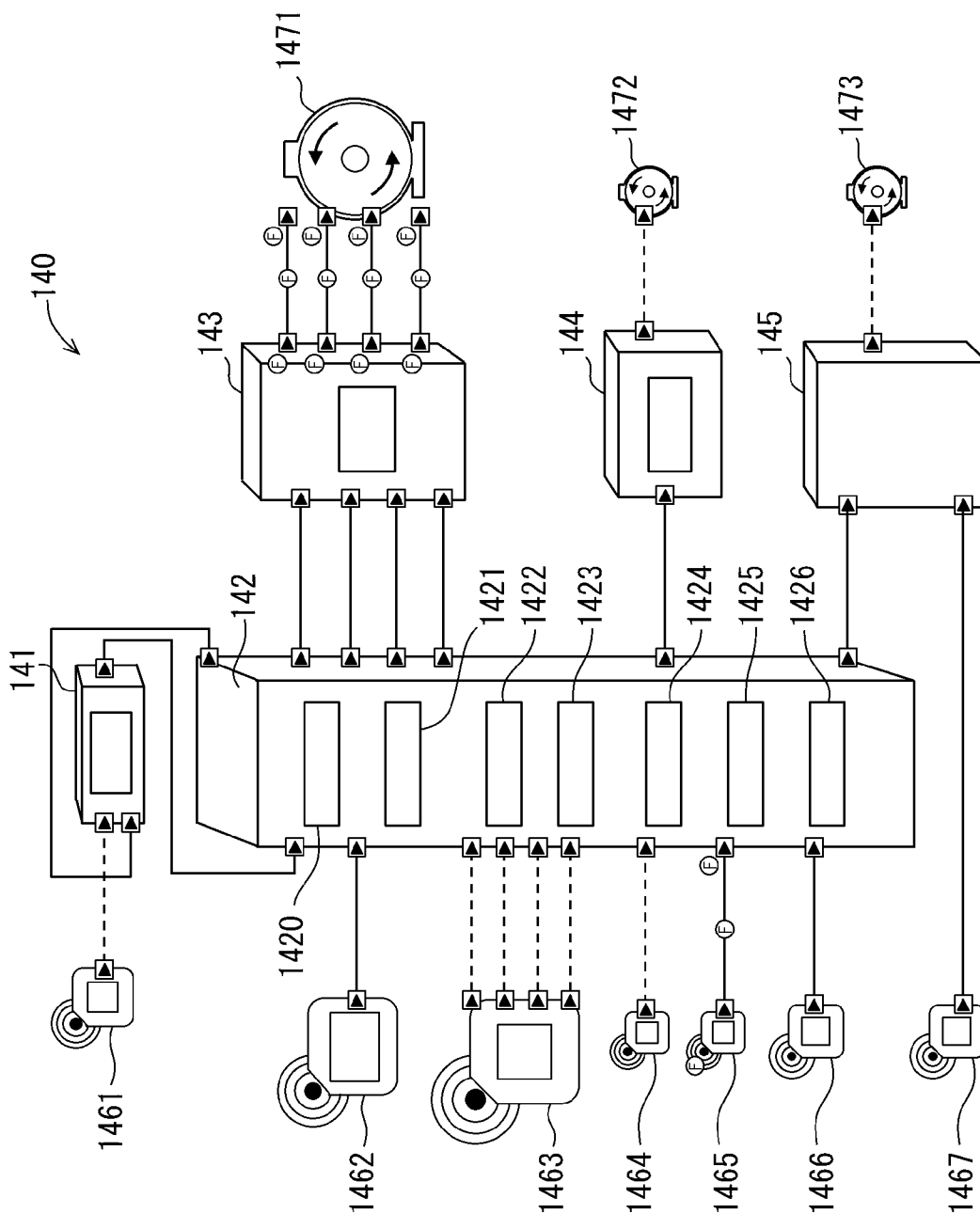


[図9]

図9

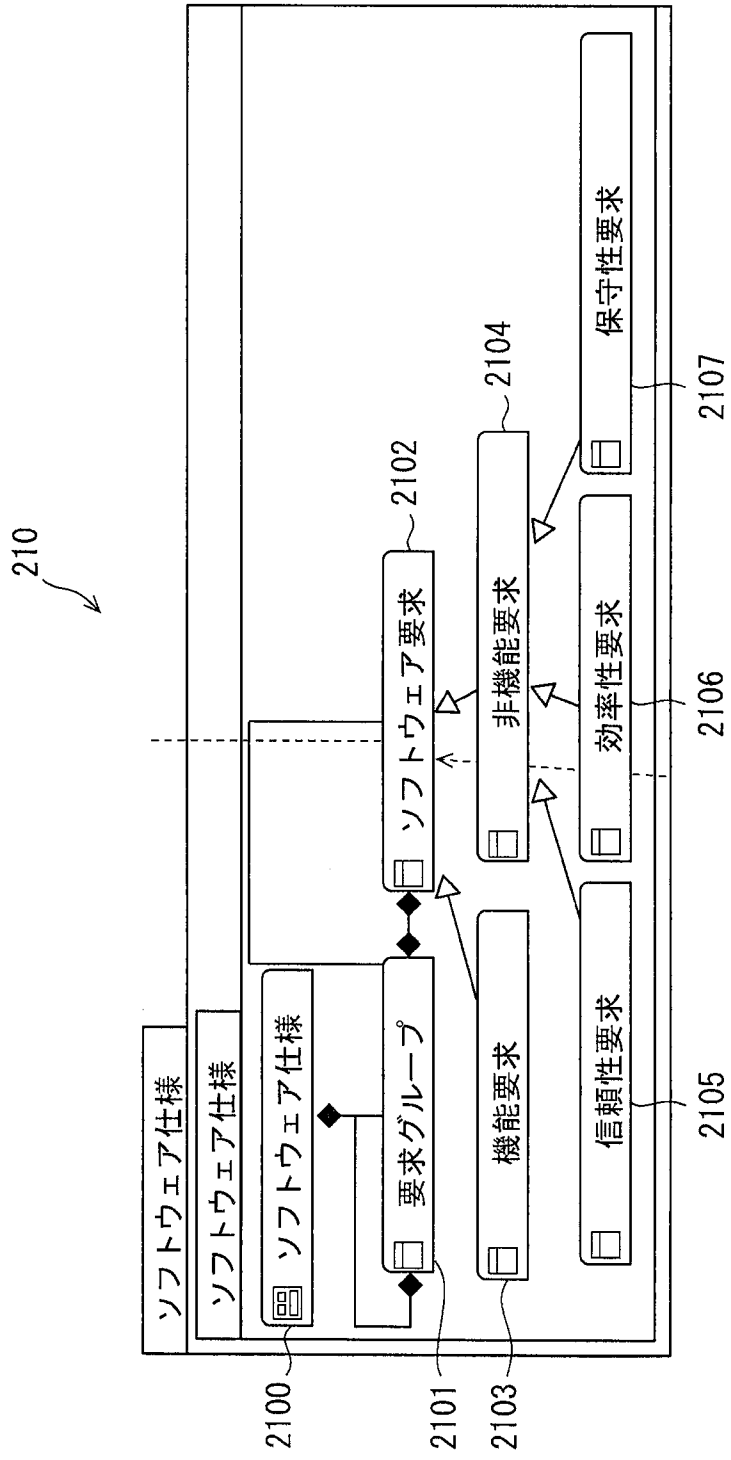


[図10]  
10

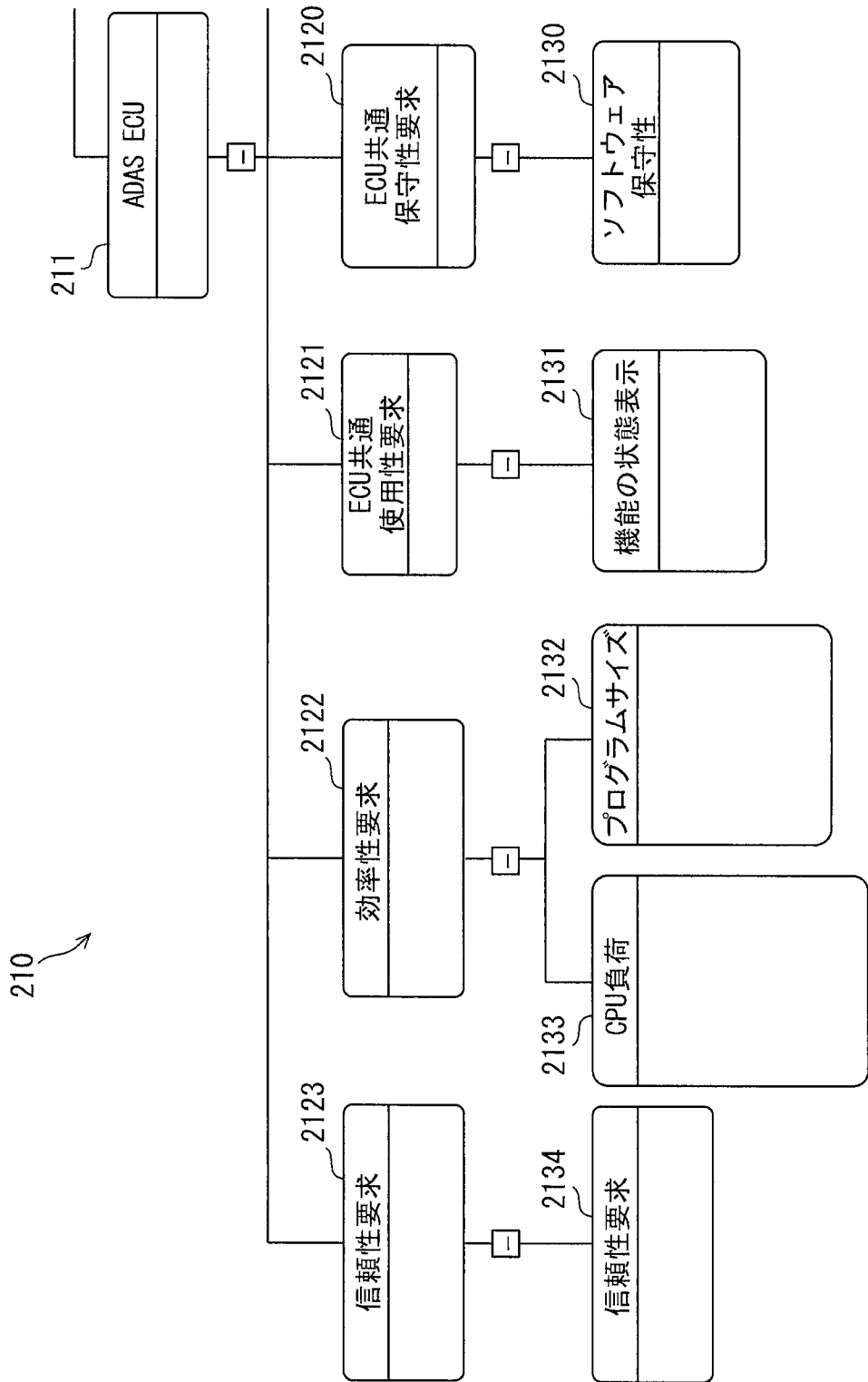


[図11]

図11



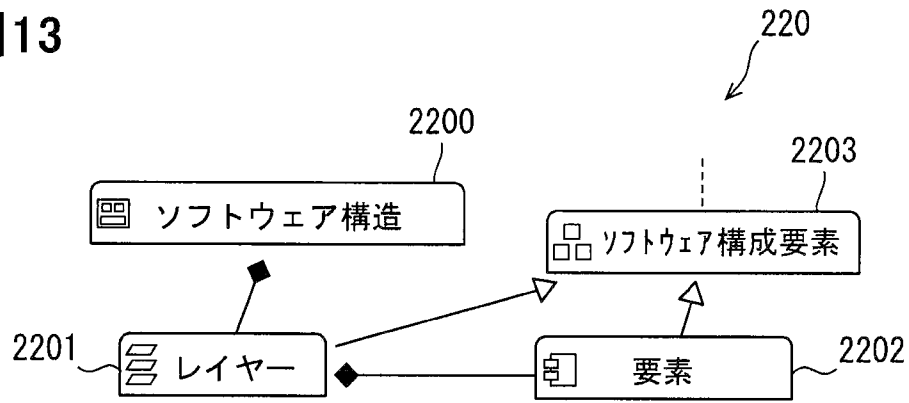
[図12]  
図12



210 ↗

[図13]

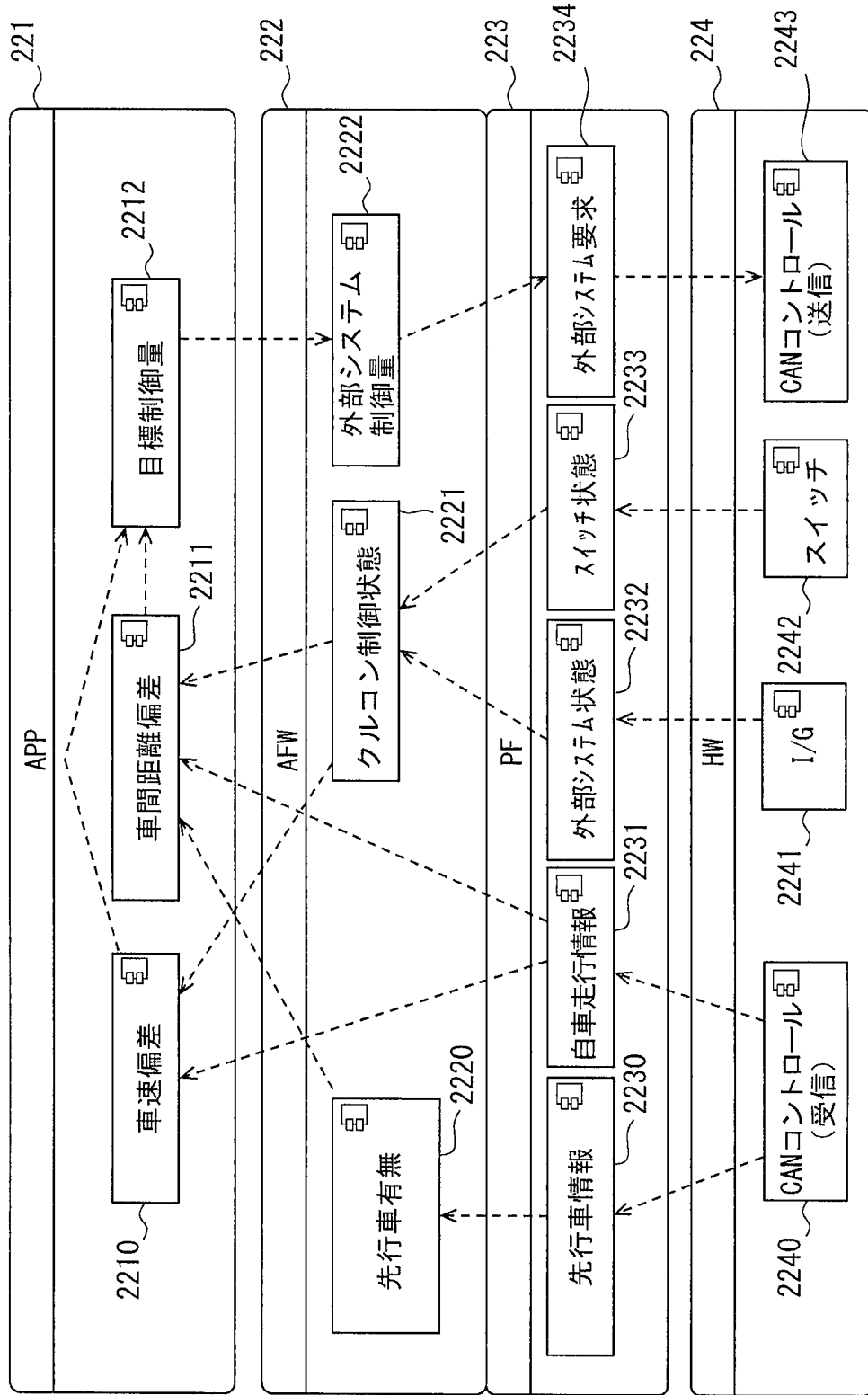
図13



[図14]

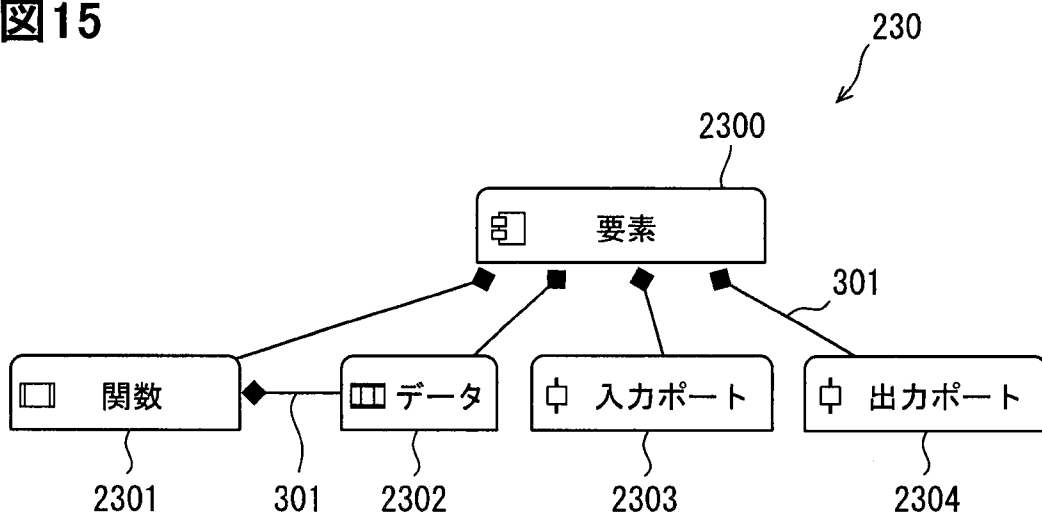
図14

220



[図15]

図15



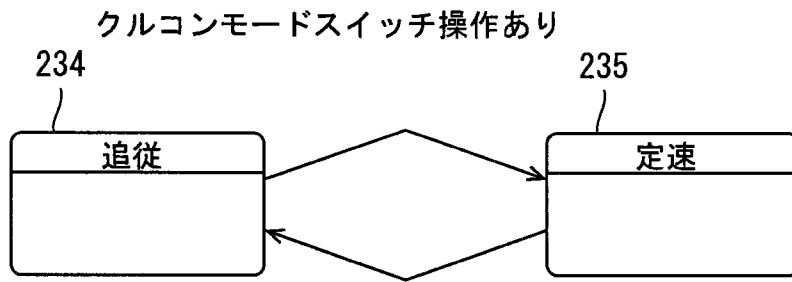
[図16]

## 図16



[図17]

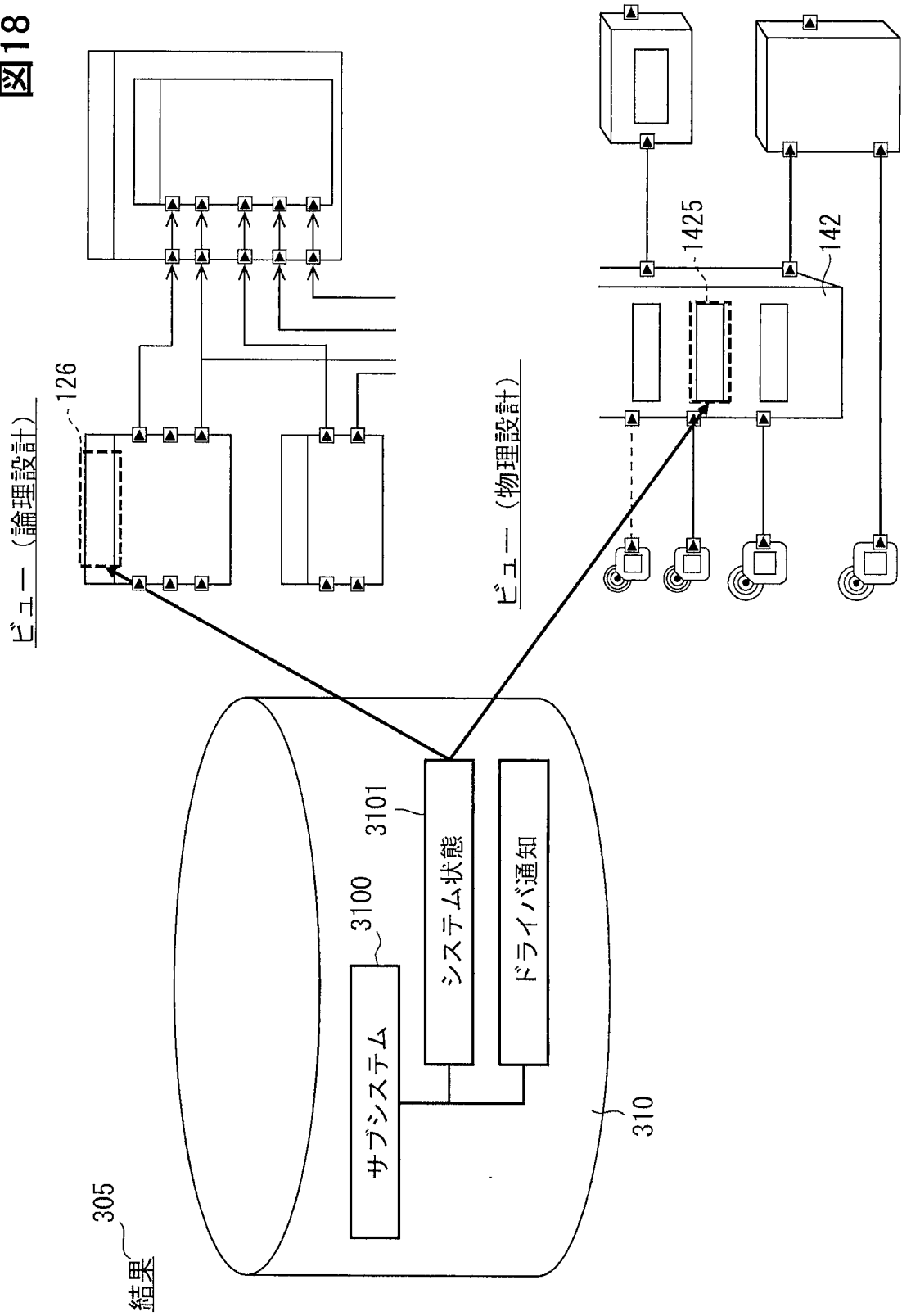
図17



クルコンモードスイッチ操作あり

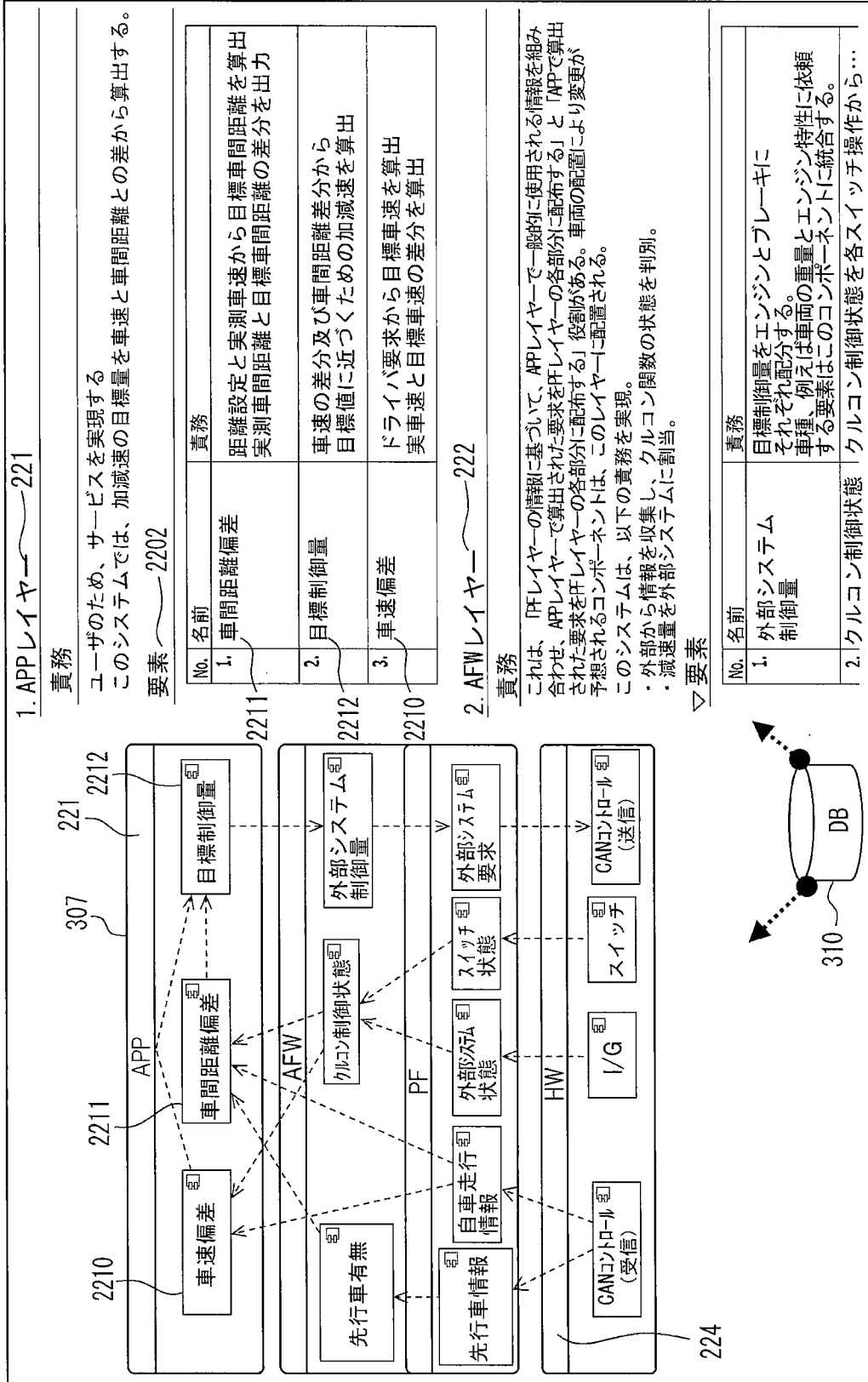
[図18]

図18



[図19]

図19



1. APPレイヤー 221

責務

ユーザのため、サービスを実現するこのシステムでは、加減速の目標量を車速と車間距離との差から算出する。

要素 2202

No.	名前	責務
1.	車間距離偏差	距離設定と実測車速から目標車間距離を算出 実測車間距離と目標車間距離の差を出力
2.	目標制御量	車速の差分及び車間距離差分から 目標値に近づぐための加減速を算出
3.	車速偏差	ドライバ要求から目標車速を算出 実車速と目標車速の差を算出

2. AFWレイヤー 222

責務

これは、PFレイヤーの情報に基づいて、APPレイヤーで一般的に使用される情報を組み合わせ、APPレイヤーで算出された要求をPFレイヤーの各部分に配布する」と「APPで算出された要求をPFレイヤーの各部分に配布する」役割がある。車両の配置により変更が予想されるコンポーネントは、このレイヤーに配置される。

このシステムは、以下の責務を実現。

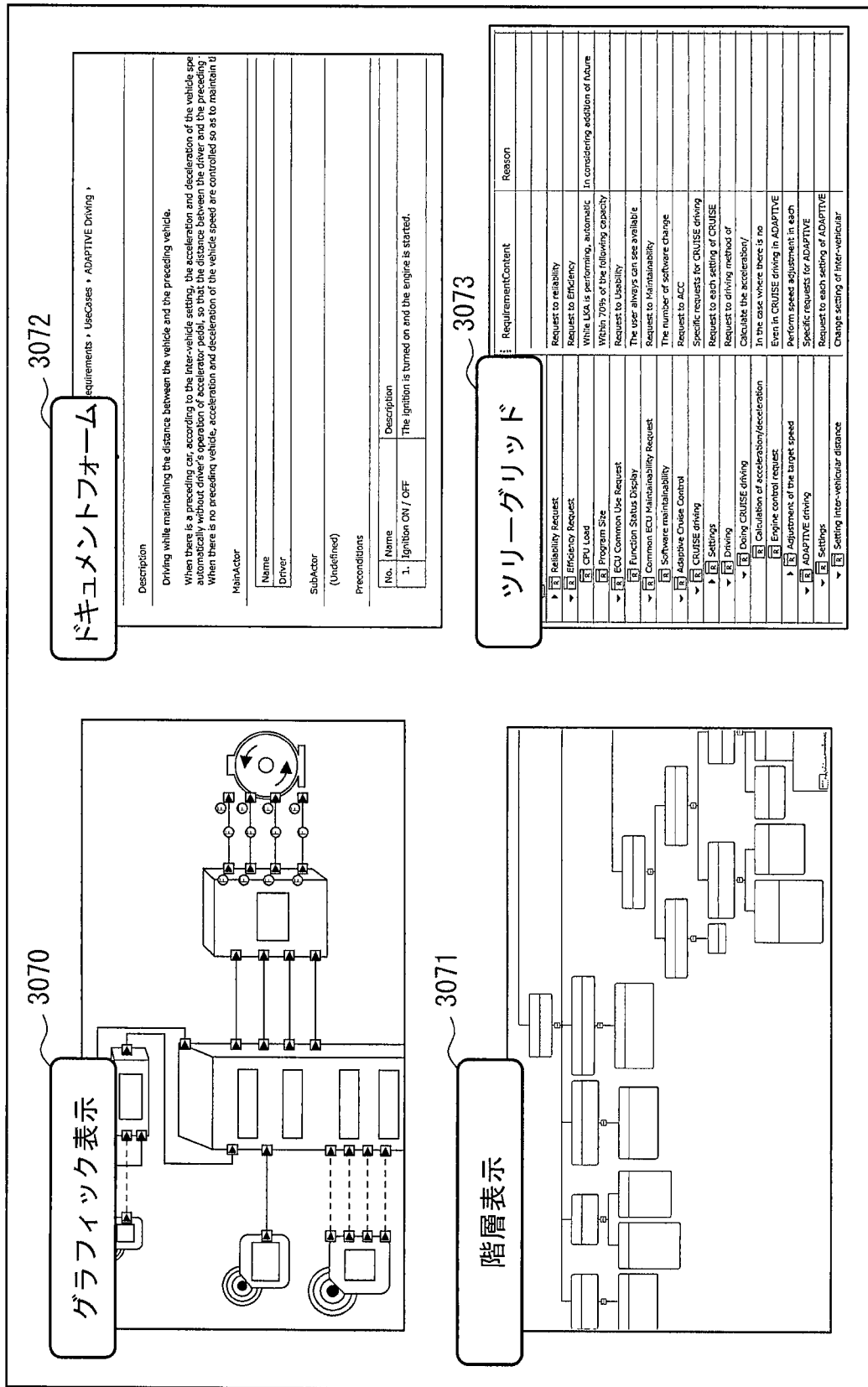
- ・外部から情報を収集し、クルコン関数の状態を判別。
- ・減速量を外部システムに割当。

▽要素

No.	名前	責務
1.	外部システム制御量	目標制御量をエンジンとブレーキに それぞれ配分する。 車種、例えば車両の重量とエンジン特性に依頼 する要素はこのコンポーネントに統合する。
2.	クルコン制御状態	クルコン制御状態を各スイッチ操作から…

[図20]

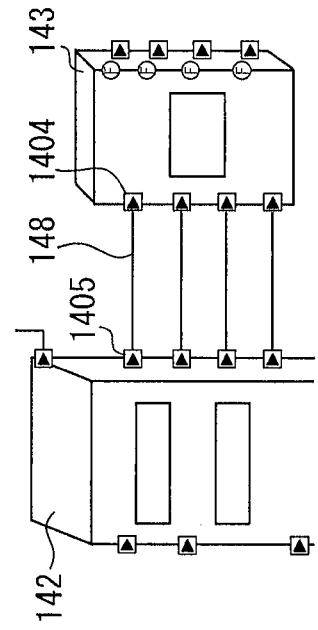
図20



[図21]

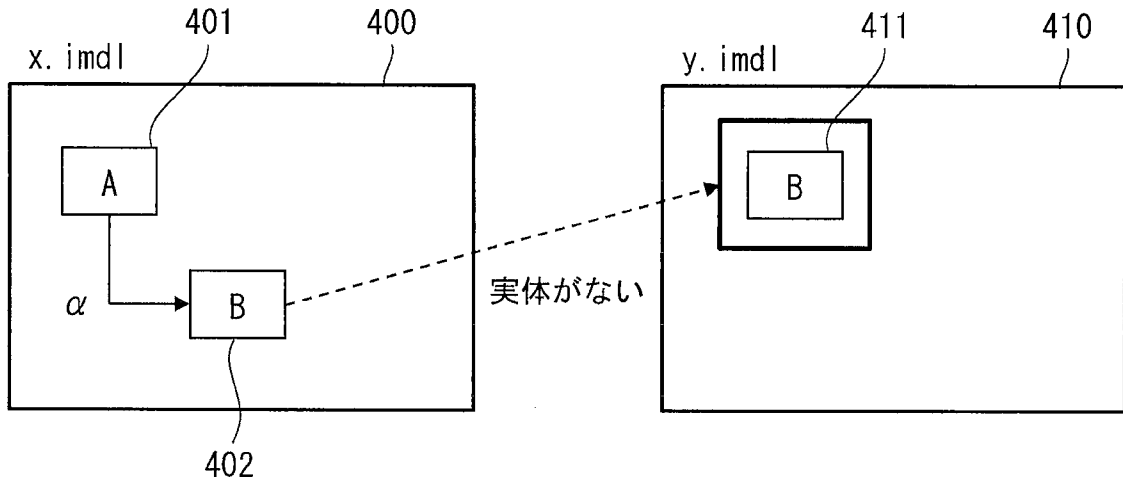
図21

1481		1482		1480					
Table 1480 関係									
関係タイプ	関連元Id	関連先Id	偏差	関連元Index	関連先Index	メタモデルId	親Id	IsProxy	Id
Filter	Filter	Filter	Filter	Filter	Filter	Filter	Filter	Filter	Filter
1 Embed	6864cde2-fcac-4e20-9...	2adb8f6e-88c...	0	0	-1	System.Core...	NULL	0	1562acd8-c0b2-4820-9...
2 Embed	6864cde2-fcac-4e20-9...	e597256a-05...	0	1	-1	System.Core...	NULL	0	f2ec53f4-2aa...
3 Embed	2adb8f6e-88c...	fe59b896-89...	0	0	-1	System.Desig...	NULL	0	a5a614d7-13...
4 Embed	2adb8f6e-88c...	4821b6a0-429...	0	1	-1	System.Desig...	NULL	0	ea298820-88...
5 Embed	2adb8f6e-88c...	b420d16c-e9c4-4fcb-88...	0	2	-1	System.Desig...	NULL	0	7e9b6512-ee12-4bad-8...
6 Embed	2adb8f6e-88c...	1b81b5ce-9d...	0	3	-1	System.Desig...	NULL	0	e07150b7-2f...
7 Embed	2adb8f6e-88c...	da24aedc-4d3...	0	4	-1	System.Desig...	NULL	0	17f5ad5a-4d8...
8 Embed	fe59b896-89...	2bb12f97-9d5...	0	0	-1	OS.OScaab-2c...	NULL	0	8cb7e9ec-3b...
9 Embed	fe59b896-89...	e6909dd0-79...	0	0	-1	b71cb15e-e003-4b69-a...	NULL	0	02d0374d-6d...
10 Embed	2bb12f97-9d5...	dd1a2e56-6f5...	0	0	-1	00add2d1-ea01-4d22-a...	NULL	0	830143fc-edf12-4814-be...



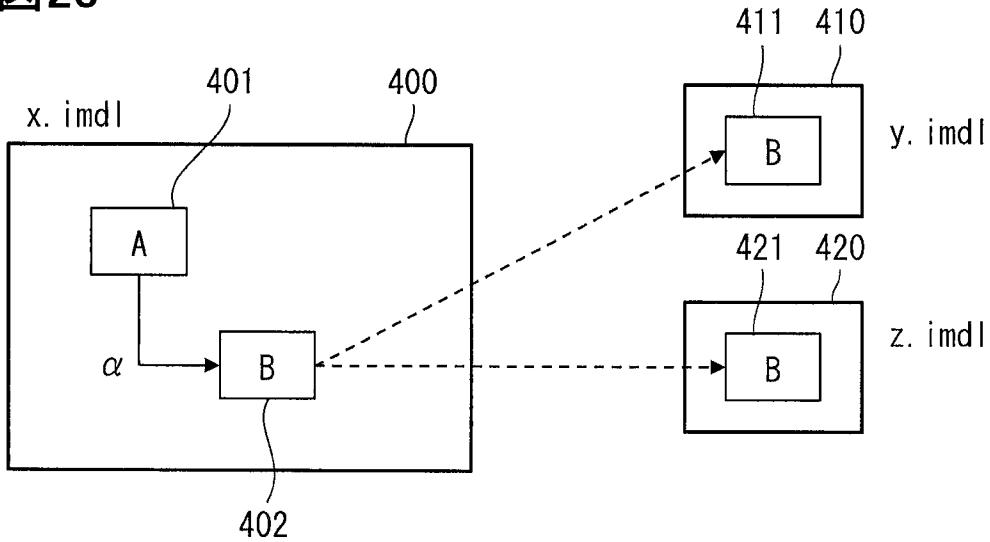
[図22]

図22



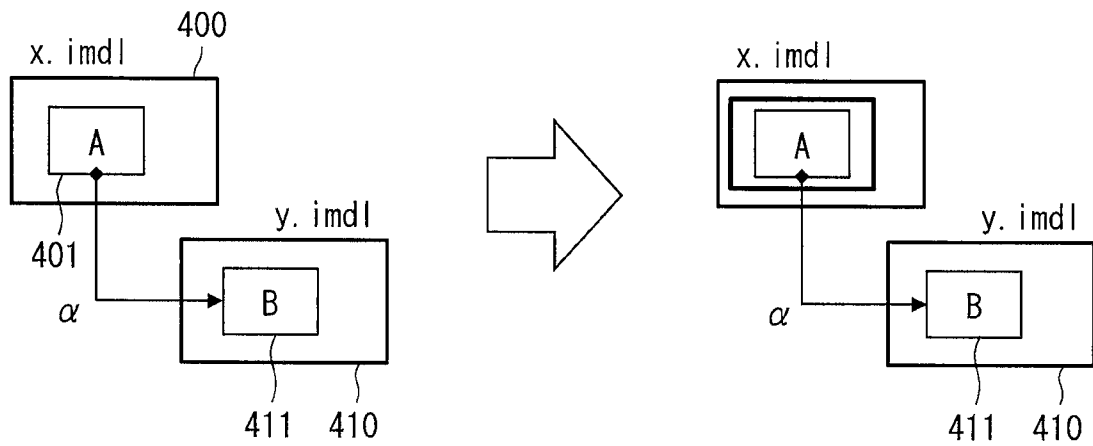
[図23]

図23



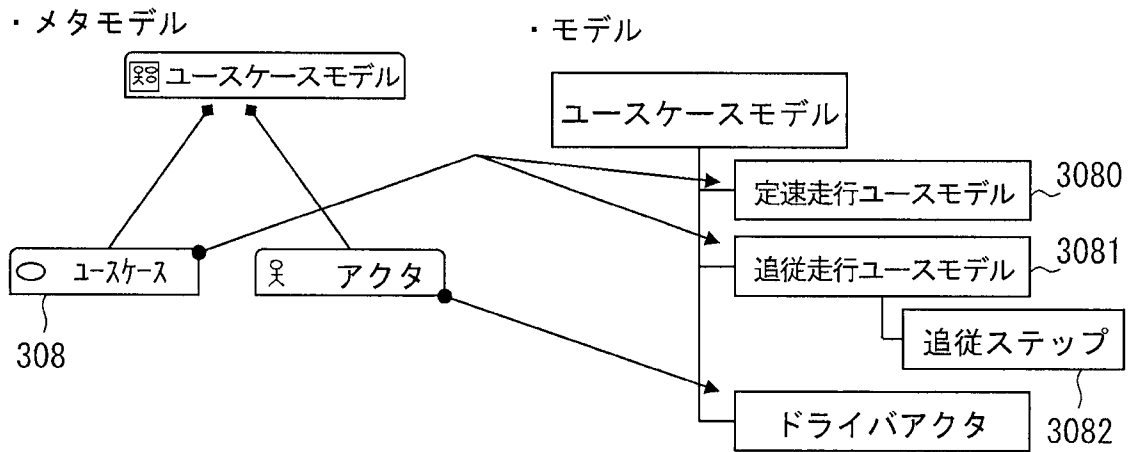
[図24]

図24



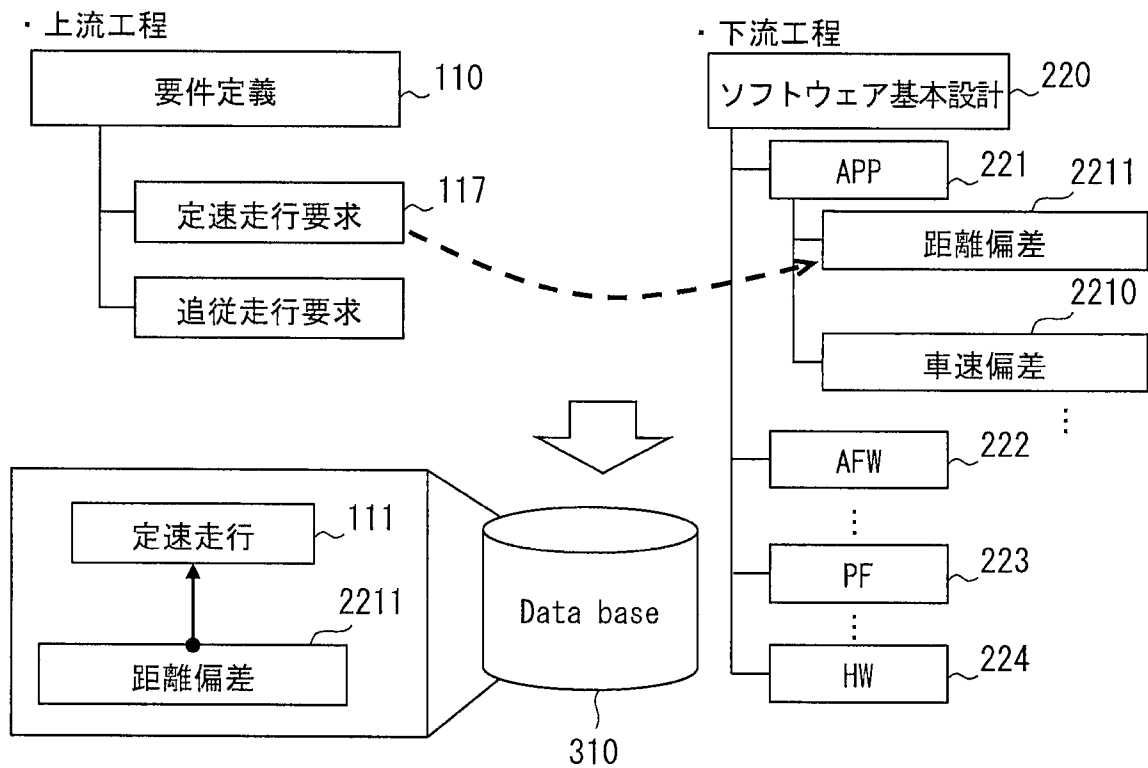
[図25]

図25



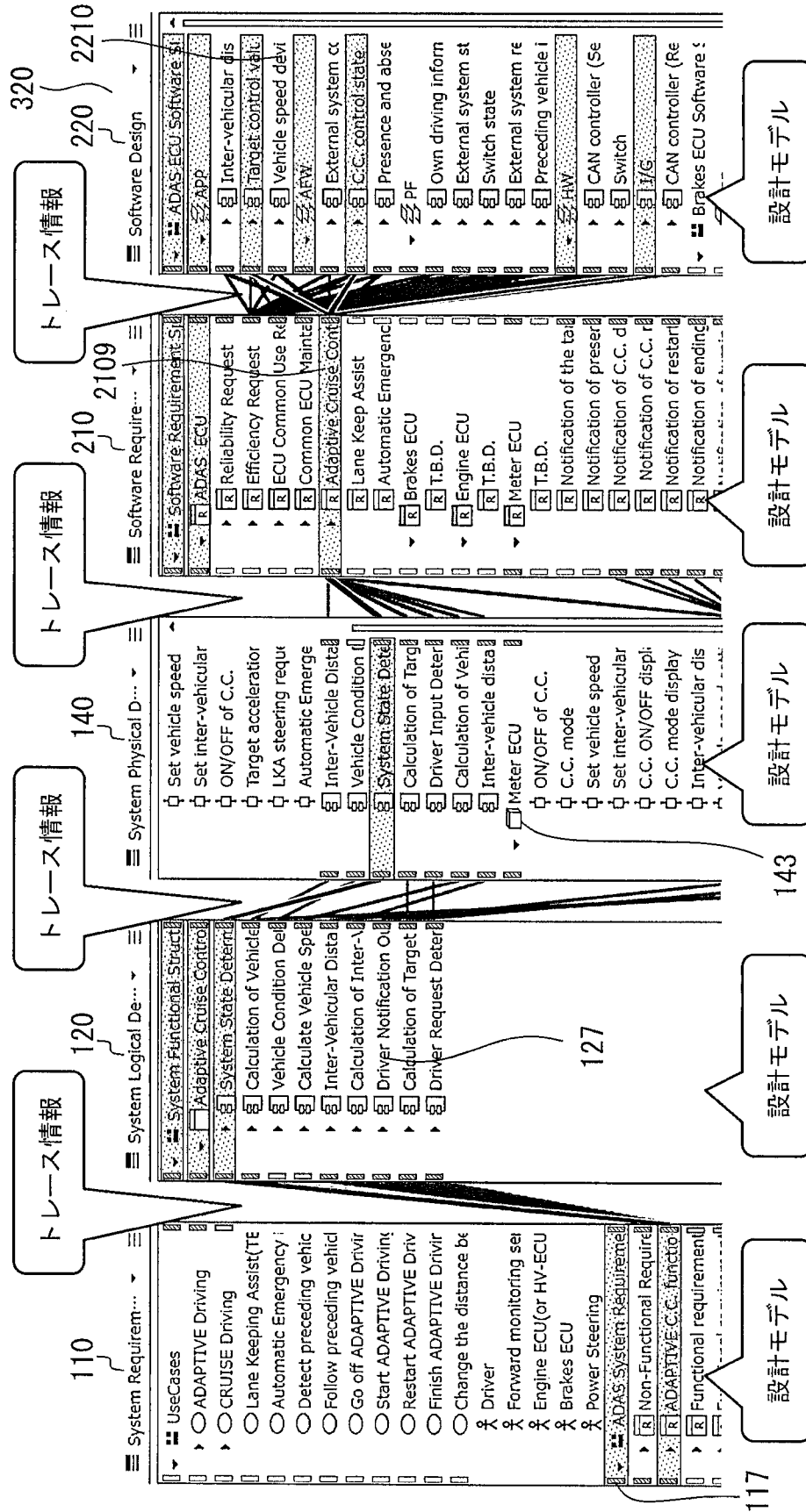
[図26]

図26



[図27]

図27



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2020/033088

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> G06F 8/20 (2018.01) i; G06F 8/35 (2018.01) i; G06F 30/10 (2020.01) i FI: G06F8/20; G06F17/50 61 OA; G06F8/35  According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b> Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) G06F8/00-8/77; G06F30/10; G06F30/20  Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Published examined utility model applications of Japan 1922-1996 Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2020 Registered utility model specifications of Japan 1996-2020 Published registered utility model applications of Japan 1994-2020  Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2010-182184 A (TOSHIBA CORP.) 19 August 2010 (2010-08-19) paragraphs [0018]-[0024], [0030]-[0033], [0044]-[0053], fig. 1-3, 6-7	1-12
Y	JP 2000-353083 A (NIPPON STEEL CORP.) 19 December 2000 (2000-12-19) paragraphs [0063]-[0095], fig. 10-11	1-12
Y	JP 2010-244229 A (NEC CORP.) 28 October 2010 (2010-10-28) paragraphs [0085]-[0092], fig. 11	4, 10
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 18 November 2020 (18.11.2020)		Date of mailing of the international search report 01 December 2020 (01.12.2020)
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan		Authorized officer  Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
Information on patent family members

International application No.  
PCT/JP2020/033088

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 2010-182184 A	19 Aug. 2010	CN 101799758 A	
JP 2000-353083 A	19 Dec. 2000	US 8151242 B1 column 16, line 55 to column 21, line 10, fig. 10-11	
JP 2010-244229 A	28 Oct. 2010	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） G06F 8/20(2018.01)i; G06F 8/35(2018.01)i; G06F 30/10(2020.01)i FI: G06F8/20; G06F17/50 610A; G06F8/35		
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC）） G06F8/00-8/77; G06F30/10; G06F30/20 最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2020年 日本国実用新案登録公報 1996-2020年 日本国登録実用新案公報 1994-2020年		
国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2010-182184 A (株式会社東芝) 19.08.2010 (2010-08-19) [0018] - [0024], [0030] - [0033], [0044] - [0053], 図1-3, 6-7	1-12
Y	JP 2000-353083 A (新日本製鐵株式会社) 19.12.2000 (2000-12-19) [0063] - [0095], 図10-11	1-12
Y	JP 2010-244229 A (日本電気株式会社) 28.10.2010 (2010-10-28) [0085] - [0092], 図11	4, 10
<input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー	“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの “E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの “X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの “L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す） “Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの “O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 “&” 同一パテントファミリー文献 “P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献	
国際調査を完了した日	18.11.2020	国際調査報告の発送日 01.12.2020
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	権限のある職員（特許庁審査官）  杉浦 孝光 5B 5287  電話番号 03-3581-1101 内線 3545	

国際調査報告  
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2020/033088

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2010-182184 A	19.08.2010	CN 101799758 A	
JP 2000-353083 A	19.12.2000	US 8151242 B1 col.16 line 55 - col.21 line 10, FIGs.10-11	
JP 2010-244229 A	28.10.2010	(ファミリーなし)	