

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7707366号
(P7707366)

(45)発行日 令和7年7月14日(2025.7.14)

(24)登録日 令和7年7月4日(2025.7.4)

(51)国際特許分類		F I			
H 0 4 N	7/18 (2006.01)	H 0 4 N	7/18	J	
G 0 9 G	5/00 (2006.01)	G 0 9 G	5/00	5 5 0 C	
G 0 6 T	1/00 (2006.01)	G 0 9 G	5/00	5 5 0 H	
B 6 0 R	1/20 (2022.01)	G 0 6 T	1/00	5 0 0 A	
		B 6 0 R	1/20	1 0 0	
請求項の数 6 (全37頁)					
(21)出願番号 特願2024-81459(P2024-81459)			(73)特許権者 000153878		
(22)出願日 令和6年5月20日(2024.5.20)			株式会社半導体エネルギー研究所		
(62)分割の表示 特願2022-182480(P2022-182480)			神奈川県厚木市長谷 3 9 8 番地		
)の分割			(72)発明者 山崎 舜平		
原出願日 平成30年4月16日(2018.4.16)			神奈川県厚木市長谷 3 9 8 番地 株式会		
(65)公開番号 特開2024-116154(P2024-116154			社半導体エネルギー研究所内		
A)			(72)発明者 宮口 厚		
(43)公開日 令和6年8月27日(2024.8.27)			神奈川県厚木市長谷 3 9 8 番地 株式会		
審査請求日 令和6年6月14日(2024.6.14)			社半導体エネルギー研究所内		
(31)優先権主張番号 特願2017-89495(P2017-89495)			審査官 小野 博之		
(32)優先日 平成29年4月28日(2017.4.28)					
(33)優先権主張国・地域又は機関					
日本国(JP)					
(31)優先権主張番号 特願2017-125394(P2017-125394)					
(32)優先日 平成29年6月27日(2017.6.27)					
最終頁に続く			最終頁に続く		

(54)【発明の名称】 移動体

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

表示システムを有する移動体であって、
前記表示システムは、
撮像装置、特徴量出力回路、送受信回路と、画像処理回路及び表示装置、を有し、
前記撮像装置は、撮像データを取得する機能を有し、
前記特徴量出力回路は、前記撮像データから特徴量データを取得する機能を有し、
前記送受信回路は、前記移動体とは異なる場所に設けられたデータベースへ、前記特徴
量データを送信する機能と、前記データベースから、前記特徴量データに対応する補正用
データを受信する機能と、を有し、
前記画像処理回路は、前記撮像データの一部を、前記補正用データをもとに補正し、か
つ画像データとして出力する機能を有し、
前記表示装置は、前記画像データを表示部に表示する機能を有する移動体。

【請求項2】

表示システムを有する移動体であって、
前記表示システムは、
撮像装置、特徴量出力回路、データベースと、画像処理回路及び表示装置、を有し、
前記撮像装置は、撮像データを取得する機能を有し、
前記特徴量出力回路は、前記撮像データから特徴量データを取得する機能を有し、
前記データベースは、前記特徴量データに対応する補正用データを出力する機能を有し、

前記画像処理回路は、前記撮像データの一部を、前記補正用データをもとに補正し、かつ画像データとして出力する機能を有し、

前記表示装置は、前記画像データを表示部に表示する機能を有する移動体。

【請求項 3】

表示システムを有する移動体であって、

前記表示システムは、

撮像装置、特徴量出力回路、送受信回路と、画像処理回路及び表示装置、照度センサと、を有し、

前記撮像装置は、撮像データを取得する機能を有し、

前記特徴量出力回路は、前記撮像データから特徴量データを取得する機能を有し、

10

前記送受信回路は、前記移動体とは異なる場所に設けられたデータベースへ、前記特徴量データを送信する機能と、前記データベースから、前記特徴量データに対応する補正用データを受信する機能と、を有し、

前記画像処理回路は、前記撮像データの一部を、前記補正用データをもとに補正し、かつ画像データとして出力する機能を有し、

前記表示装置は、前記画像データを表示部に表示する機能を有し、

前記表示システムは、前記照度センサが検知した照度によって、前記特徴量出力回路の機能を停止または開始する機能を有する、移動体。

【請求項 4】

表示システムを有する移動体であって、

20

前記表示システムは、

撮像装置、特徴量出力回路、データベースと、画像処理回路及び表示装置、照度センサと、を有し、

前記撮像装置は、撮像データを取得する機能を有し、

前記特徴量出力回路は、前記撮像データから特徴量データを取得する機能を有し、

前記データベースは、前記特徴量データに対応する補正用データを出力する機能を有し、

前記画像処理回路は、前記撮像データを、前記補正用データをもとに補正し、かつ画像データとして出力する機能を有し、

前記表示装置は、前記画像データの一部を表示部に表示する機能を有し、

前記表示システムは、前記照度センサが検知した照度によって、前記特徴量出力回路の機能を停止または開始する機能を有する、移動体。

30

【請求項 5】

請求項 1 乃至請求項 4 のいずれか一において、

前記表示部は、ルームミラーとしての機能を有する移動体。

【請求項 6】

請求項 1 乃至請求項 5 のいずれか一において、

前記表示装置は、発光素子と、トランジスタとを有し、

前記トランジスタは、チャネル形成領域に酸化物半導体を有し、

前記酸化物半導体は、酸化インジウムからなる移動体。

【発明の詳細な説明】

40

【技術分野】

【0001】

本発明の一態様は、表示システムおよび移動体に関する。

【背景技術】

【0002】

車両周辺の情報を撮像するための撮像装置、および撮像で得られた情報を表示するための表示装置を備えた車両が普及している（例えば特許文献 1）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

50

【文献】特開 2017-5678 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

夜間走行中に車両周辺を撮像するような状況で、車両のヘッドライト（前照灯）などによる高照度の光源（眩光）が近付くことになる。そのため得られる撮像データは光源周辺で過剰な露光となり、光源周辺に対応する領域の表示が白くなるといった問題がある。一方露光を抑えることで、光源周辺の露光が調節可能となるものの表示する画像が暗くなってしまい、車両全体の大きさや形状の把握が困難となる。つまり、得られる情報が限定的となる。

10

【0005】

本発明の一態様は、新規な表示システムおよび移動体等を提供することを課題の一とする。

【0006】

または本発明の一態様は、撮像環境に起因して、取得した撮像データに欠損（不鮮明な）部分が生じても正常な表示を行うことができる、新規な表示システムおよび移動体等を提供することを課題の一とする。または本発明の一態様は、視認性の向上を図ることができる、新規な表示システムおよび移動体等を提供することを課題の一とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明の一態様の表示システムは、撮像装置で得られる撮像データにおいて、鮮明に撮像された被写体の一部の情報から特徴量を抽出し、データベースにおいて照合することで対応する補正用データを選び出して、この補正用データをもとに撮像データの不鮮明な領域を補正することを要旨とする。

20

【0008】

本発明の一態様は、撮像装置、表示装置、特徴量出力回路、画像処理回路、およびデータベースを有し、撮像装置は、撮像データを出力する機能を有し、特徴量出力回路は、撮像データの特徴量データを出力する機能を有し、データベースは、補正用データと、検出用データと、を有し、特徴量データに応じて補正用データを画像処理回路に出力する機能を有し、画像処理回路は、補正用データをもとに撮像データを補正することで画像データを生成する機能を有し、表示装置は、画像データに応じた表示を行う機能を有する表示システムである。

30

【0009】

本発明の一態様において、データベースは、特徴量データに一致または類似する検出用データを選び出して検出用データに対応する補正用データを画像処理回路に出力する機能を有する表示システムが好ましい。

【0010】

本発明の一態様において、データベースは、特徴量データを学習用データとした機械学習により重みパラメータとなる検出用データを更新し、特徴量データに一致または類似する補正用データを推論することができる機能を有する表示システムが好ましい。

40

【0011】

本発明の一態様は、撮像装置、表示装置、特徴量出力回路、画像処理回路、および送受信回路と、を有し、撮像装置は、撮像データを取得する機能を有し、特徴量出力回路は、撮像データの特徴量データを取得する機能を有し、特徴量データは、送受信回路を介して、補正用データと、検出用データとを有するデータベースに送信される機能を有し、画像処理回路は、送受信回路を介して、データベースから補正用データを受信し、補正用データをもとに撮像データを補正することで画像データを生成する機能を有し、表示装置は、画像データに応じた表示を行う機能を有する移動体である。

【0012】

本発明の一態様において、補正用データは、検出用データに対応するデータであり、検

50

出用データは、特徴量データに一致または類似するデータである移動体が好ましい。

【0013】

本発明の一態様において、補正用データは、特徴量データを学習用データとした機械学習により重みパラメータとなる検出用データを更新したデータベースにおいて、特徴量データを入力することで推論して得られるデータである移動体が好ましい。

【0014】

なおその他の本発明の一態様については、以下で述べる「発明を実施するための形態」、および「図面」に記載されている。

【発明の効果】

【0015】

本発明の一態様は、新規な表示システム、および当該表示システムを備えた移動体等を提供することができる。

【0016】

または本発明の一態様は、撮像環境に起因して、取得した撮像データに欠損（不鮮明な）部分が生じても正常な表示を行うことができる、新規な表示システムおよび移動体等を提供することができる。または本発明の一態様は、視認性の向上を図ることができる、新規な表示システムおよび移動体等を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0017】

【図1】表示システムを説明するためのブロック図。

【図2】表示システムを説明するためのブロック図。

【図3】表示システムを説明するための概念図。

【図4】表示システムを説明するためのブロック図。

【図5】表示システムを説明するためのブロック図。

【図6】表示システムを説明するためのフローチャート。

【図7】表示システムを説明するためのフローチャート。

【図8】表示システムを説明するためのブロック図。

【図9】表示システムを説明するための図。

【図10】表示システムを説明するための図。

【図11】表示システムの動作の具体例を説明するための図。

【図12】表示システムの動作の具体例を説明するための図。

【図13】表示システムの動作の具体例を説明するための図。

【図14】表示システムの動作の具体例を説明するための図。

【図15】表示システムの動作の具体例を説明するための図。

【図16】半導体装置の構成例を示す図。

【図17】メモリセルの構成例を示す図。

【図18】オフセット回路の構成例を示す図。

【図19】タイミングチャート。

【図20】積差演算回路の応用例を示す図。

【図21】表示装置の一態様を示す上面図。

【図22】表示装置の一態様を示す断面図。

【図23】表示装置の一態様を示す断面図。

【図24】移動体における表示装置を説明するための図。

【図25】移動体の一例を説明する図。

【発明を実施するための形態】

【0018】

以下、本発明の一態様について図面を参照しながら説明する。但し、本発明の一態様は多くの異なる態様で実施することが可能であり、趣旨およびその範囲から逸脱することなくその形態および詳細を様々に変更し得ることは当業者であれば容易に理解される。従って、本発明は、以下の記載内容に限定して解釈されるものではない。

10

20

30

40

50

【 0 0 1 9 】

(実施の形態 1)

< 表示システムの構成 >

本発明の一態様の表示システムについて説明する。

【 0 0 2 0 】

図 1 は、本発明の一態様である表示システムの一例を説明するためのブロック図である。図 1 に示す表示システム 1 0 は、撮像装置 1 1、特徴量出力回路 1 2、データベース 1 3、画像処理回路 1 4 および表示装置 1 5 を有する。

【 0 0 2 1 】

撮像装置 1 1 は、具体的には、自動車などの移動体に取り付けられるカメラモジュールである。撮像装置 1 1 は、撮像データ 1 6 を出力する機能を有する。撮像データ 1 6 は、特徴量出力回路 1 2 および画像処理回路 1 4 に出力される。

10

【 0 0 2 2 】

撮像装置 1 1 はダイナミックレンジの広い撮像素子を有することが好適である。例えば、セレンを有する撮像素子を備えた撮像装置 1 1 とすることで、明暗差の大きい被写体を撮像する際に、撮像データの不鮮明な部分を減らすことができる。

【 0 0 2 3 】

特徴量出力回路 1 2 は、撮像データ 1 6 における特徴量を抽出し、特徴量データとして出力する。特徴量の抽出は、撮像装置 1 1 で得られる撮像データと、被写体の相対速度や相対位置を検出するのに用いるセンサなどから取得できるデータと、を組み合わせる行うことが有効である。

20

【 0 0 2 4 】

特徴量としては、外観の特徴量（外観特徴量）がある。例えば、自動車における外観特徴量は、一例として、自車の車体色、ナンバープレートのナンバー、車種、車幅、車高、ウインカーランプ、ヘッドライトなどがある。これらの特徴量の特徴量データは、符号化されたデータ、あるいは元の撮像データから切り出されたデータとして、データベース 1 3 に出力される。

【 0 0 2 5 】

特徴量の設定は、デフォルトでは、画像認識による検出が容易なものを設定しておくことで、画像認識処理の負荷を低減することができる。なおウインカーランプやブレーキランプは、点灯または点滅が状況により変化するため、画像認識の対象から除外することも有効である。

30

【 0 0 2 6 】

撮像データ 1 6 の不鮮明な領域は、明暗のコントラスト比が小さいなどのために、特徴量の抽出が困難な領域である。そのため特徴量出力回路 1 2 は、特徴量を抽出することで撮像データの不鮮明な領域のデータを削減することができる。

【 0 0 2 7 】

また特徴量出力回路 1 2 は、例えば、Haar-like 特徴、HOG (Histograms of Oriented Gradients) 特徴、SIFT (Scale Invariance Feature Transform) 特徴、またはSURF (Speeded Up Robust Features) を抽出する局所勾配特徴抽出技術などを組みあわせて所望箇所の特徴量データを抽出して出力することも有効である。また撮像データ 1 6 をガウシアンフィルタで平滑化し、特徴的な領域の情報を選別することも有効である。

40

【 0 0 2 8 】

また局所勾配特徴抽出技術とSVM (Support Vector Machine) 学習とを組み合わせた物体検出を行ない、所望箇所の特徴量データを抽出して出力することも有効である。特徴量出力回路 1 2 は、例えば、CNN (Convolutional Neural Network) 学習によって自動算出された特徴量の特徴量データとして出力してもよい。

50

【 0 0 2 9 】

特徴量出力回路 1 2 は、主にマイクロコンピュータとして構成され、プロセッサ、メモリ、I / O、及びこれらを接続するバスによって構成される。特徴量出力回路 1 2 では、撮像装置 1 1 の他、各種センサの情報に基づき、プロセッサがメモリに予め記憶されているプログラムを実行することによって各種機能を実現することができる。

【 0 0 3 0 】

データベース 1 3 は、特徴量データ 1 7、補正用データ 1 8 および検出用データ 1 9 を記憶する。補正用データ 1 8 は、撮像データ 1 6 を補正するためのデータである。検出用データ 1 9 は、特徴量データをもとに補正用データ 1 8 を選び出すためのデータである。

【 0 0 3 1 】

補正用データ 1 8 は、画像処理回路 1 4 において、撮像データ 1 6 を補正するためのデータである。補正用データ 1 8 は、撮像データ 1 6 より解像度が高い表示が可能なデータとすることが好ましい。当該構成とすることで、撮像データ 1 6 の補正によって得られる画像の解像度を高めることができ、表示装置 1 5 における表示の視認性を高めることができる。

【 0 0 3 2 】

なお補正用データ 1 8 を用いた撮像データの補正によって得られる画像データは、実際に目視して得られる像とは異なる場合がある。例えば、車種、車体の形状などが部分的に異なる画像データとなる場合がある。あるいは、同じ特徴量データを有する被写体から補正用データを選び出す場合がある。このような場合でも、補正のない画像データと比べて被写体の全体の情報をおぎなうことができるため、映し出された画像によってより効率的に状況を把握することができる。

【 0 0 3 3 】

検出用データ 1 9 は、特徴量出力回路 1 2 より入力される特徴量データ 1 7 をもとに、補正用データ 1 8 を選び出すことができるデータである。例えば検出用データは、補正用データ 1 8 をもとに抽出された外観特徴量などの特徴量データとすることができる。当該構成により、特徴量データ 1 7 と一致または類似する検出用データ 1 9 を選び出すことによって、所望の補正用データ 1 8 を選択することができる。

【 0 0 3 4 】

あるいは検出用データ 1 9 は、CNN 学習における重みパラメータとなるデータでもよい。この場合、データベース 1 3 における CNN 学習は、予め収集した特徴量出力回路 1 2 より入力される特徴量データ 1 7 に補正用データ 1 8 に対応する正解ラベルを付与したデータを学習データとして重みパラメータである検出用データ 1 9 を更新して行う。CNN 学習を繰り返すことで検出用データ 1 9 が更新される。更新を繰り返すことで、精度を向上させることができる。更新された検出用データ 1 9 を重みパラメータとした CNN を用いることで、特徴量データ 1 7 の入力に応じた補正用データ 1 8 を精度よく選択することができる。

【 0 0 3 5 】

データベース 1 3 は、補正用データ 1 8 および検出用データ 1 9 を記憶する機能の他、特徴量データ 1 7 に応じた補正用データ 1 8 を選び出すためのプログラムを記憶するメモリと、当該プログラムを実行するためのプロセッサとを備えたコンピュータとしての機能を有する。データベース 1 3 では、コンピュータに予め記憶されているプログラムを実行することによって各種機能を実現することができる。

【 0 0 3 6 】

画像処理回路 1 4 は、補正用データ 1 8 をもとに撮像データ 1 6 の不鮮明な領域のデータを補正し、補正された撮像データを画像データとして出力する機能を有する回路である。なお撮像データ 1 6 の不鮮明な領域は、明暗のコントラスト比が小さい領域などの、特徴量の抽出が困難な領域に対応する。そのため、特徴量の抽出が困難な領域を補正用データ 1 8 をもとに補正する構成を一例として挙げることができる。補正用データ 1 8 は、撮像データ 1 6 での被写体の全体の輪郭を補正する際に特に有効である。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 7 】

画像処理回路 1 4 は、一旦取得した補正用データを保持する構成が好ましい。当該構成とすることで一旦補正用データ 1 8 を保持しておけば、繰り返して撮像データの補正に用いることができる。

【 0 0 3 8 】

なお補正用データ 1 8 は、撮像データ 1 6 より解像度が高いことが好適である。撮像装置 1 1 で得られる撮像データの解像度がディスプレイの解像度に比べて小さい場合、補正用データ 1 8 を撮像データの超解像処理に用いることができ、補正されて表示される画像をより鮮明にすることができる。

【 0 0 3 9 】

表示装置 1 5 は、画像処理回路で生成された画像データに基づく表示を行う。表示装置 1 5 は、自動車の場合、ルームミラーの代わりとして用いることができる。表示装置 1 5 としては、液晶表示装置の他、エレクトロルミネッセンス素子を有する自発光型表示装置などを用いることができる。

【 0 0 4 0 】

表示システム 1 0 は、撮像装置 1 1 および表示装置 1 5 を有する。表示システム 1 0 は、撮像装置 1 1 で得られる撮像データ 1 6 において、被写体の一部の情報から特徴量を抽出し、データベース 1 3 において照合することで補正用データ 1 8 を選び出して、この補正用データ 1 8 をもとに撮像データ 1 6 の不鮮明な領域を補正する。

【 0 0 4 1 】

表示システム 1 0 は、自動車などの移動体への適用が好適である。具体的には、自動車周辺をカメラなどの撮像装置で撮像し、その様子を表示装置で視認する状況で特に好適である。なお移動体とは、自動車のように移動する車両のことである。したがって移動体は自動車に限らず、バス、電車、飛行機などを含む。

【 0 0 4 2 】

上述のように撮像装置および表示装置を搭載した自動車では、昼夜、晴雨等の状況の変化に応じて、撮像装置で得られる撮像データに不鮮明な領域が生じる場合がある。例えば、後方の自動車のヘッドライト、あるいは撮像装置に付着した水滴等が、不鮮明な領域を生じさせる原因となる。このように得られる撮像データに不鮮明な領域が存在する場合、被写体全体の大きさや形状の把握が困難となり、得られる情報が限定的となる。上述したように本発明の一態様の表示システム 1 0 では、この被写体の一部の情報から特徴量を抽出し、データベース 1 3 において照合することで補正用データ 1 8 を選び出して、撮像データ 1 6 の不鮮明な領域を補正する。そのため、視認性の向上に有効である。

【 0 0 4 3 】

本発明の表示システム 1 0 の適用は、移動体に限らない。撮像装置で撮像した撮像データを表示装置に表示する際に有効である。例えば、防犯用カメラやスマートフォンなどの撮像装置で得られる撮像データの不鮮明な部分を補正する場合に有効である。

【 0 0 4 4 】

なおデータベース 1 3 は、自動車と離れた遠隔地に設ける場合、図 2 に示す表示システムのブロック図のようにすればよい。図 2 に示す表示システム 1 0 A は、図 1 の表示システム 1 0 の構成に送受信回路 2 0 およびネットワーク 2 1 を追加した構成である。つまり、特徴量出力回路 1 2 からデータベース 1 3 に出力されるデータ、およびデータベースから画像処理回路 1 4 に出力されるデータは、送受信回路 2 0 およびネットワーク 2 1 を介して行われる。

【 0 0 4 5 】

図 2 の表示システム 1 0 A の構成は、図 3 (A) に図示する概念図で説明することができる。すなわち、表示システム 1 0 A は、送受信回路 2 0 が取り付けられた自動車 2 2 A から中継局 2 4 を介してデータベース 1 3 とのデータの送受信を行う構成となる。

【 0 0 4 6 】

なお図 1 の表示システム 1 0 の構成は、図 3 (B) に図示する概念図で説明することが

10

20

30

40

50

できる。すなわち、表示システム 10 を構成する撮像装置 11、特徴量出力回路 12、データベース 13、画像処理回路 14 および表示装置 15 は、自動車 22 内に有する構成となる。特徴量出力回路 12、データベース 13 および画像処理回路 14 は、データ処理回路 23 として図示している。

【0047】

また図 1 の表示システム 10 の構成において、各構成を複数設ける構成としてもよい。例えば図 4 には、複数の撮像装置 11₁ - 11_n (n は自然数) および表示装置 15₁ - 15_n を備えた表示システム 10B のブロック図について図示している。なお図 4 の構成では、撮像装置 11₁ - 11_n が出力する複数の撮像データ 16 の他、特徴量出力回路 12、データベース 13 および画像処理回路 14 が出力するデータについても複数となる。なお表示装置 15 は、大型の表示部を有することで、複数の撮像装置 11₁ - 11_n で撮像して得られる画像データを並べて表示する構成とすることも可能である。

10

【0048】

また図 1 の表示システム 10 の構成において、周辺の照度に応じて補正の有無を切り替える構成としてもよい。例えば図 5 には、図 1 の表示システム 10 の構成にセンサ 25 を追加した表示システム 10C のブロック図について図示している。

【0049】

図 5 の表示システム 10C の構成において、センサ 25 は、その出力に応じて、特徴量出力回路 12 の機能を停止するか否かを制御することができる。例えばセンサ 25 が照度センサの場合、照度が大きいと特徴量出力回路 12 からの特徴量データの出力を停止し、照度が小さいと特徴量出力回路 12 からの特徴量データの出力を開始する構成とすることができる。

20

【0050】

特徴量出力回路 12 からの特徴量データの出力の切り替えは、ユーザによる切り替え機能のオンとオフによって行う構成としてもよい。この場合、タッチセンサなどによる入力に応じて、機能の開始と停止を切り替えることができる構成とすればよい。

【0051】

センサ 25 として、被写体の相対速度や相対位置を検出するのに用いることができるミリ波レーダ等の他のセンサなどと組み合わせて用いる構成としてもよい。

30

【0052】

以上説明した本発明の一態様の表示システムでは、撮像環境に起因して、取得した撮像データに欠損（不鮮明）部分が生じて、補正用データをもとに撮像データを補正し、正常な表示を行うための画像データを生成することができる。そのため、表示装置に表示された画像の視認性の向上を図ることができる。

【0053】

< 表示システムの動作 >

図 6 は、図 1 で説明した表示システム 10 の動作例を説明するためのフローチャートである。

【0054】

図 6 で説明する表示システムの動作では、撮像データ 16 の特徴量を抽出することで特徴量データをデータベース 13 に入力し、特徴量データ 17 に一致または類似する検出用データ 19 を比較することで補正用データ 18 を選び出す。そして、選び出された補正用データ 18 を画像処理回路 14 で撮像データ 16 の補正に用いる。

40

【0055】

まずステップ S11 は、撮像装置 11 で撮像データ 16 を取得するステップである。撮像データ 16 は、特徴量出力回路 12 に出力される。同じ撮像データ 16 は、画像処理回路 14 にも出力される。

【0056】

ステップ S12 は、入力された撮像データ 16 に表示異常があるか否かを判定するステ

50

ップである。ステップ S 1 2 は、ステップ S 1 3 の特徴量の抽出とともにおこなってもよい。表示異常がある場合、外観特徴量などの特徴量の抽出が部分的に困難となる。そのため、特徴量データの変化に基づく、表示異常の判定を行うことが有効である。あるいは、照度センサなどのセンサの出力に応じて表示異常を判定する構成でもよい。ユーザが撮像データ 1 6 に基づく表示を見て表示異常を判定し、センサ等による切り替えを行ってもよい。表示異常がない (N o) と判定すればステップ S 1 7 での表示装置 1 5 による表示を行うステップに進む。表示異常がある (Y e s) と判定すれば、ステップ S 1 3 に進む。

【 0 0 5 7 】

ステップ S 1 3 は、特徴量出力回路 1 2 で特徴量抽出を行うステップである。得られた特徴量は、特徴量データ 1 7 としてデータベース 1 3 に出力される。特徴量データ 1 7 は、画像認識処理に基づく外観特徴量と、特徴的な領域の局所勾配特徴抽出技術で得られる特徴量と、を組み合わせ得られるデータである。

10

【 0 0 5 8 】

ステップ S 1 4 は、ステップ S 1 3 で得られた特徴量データに対応する、データベース 1 3 に記憶された検出用データ 1 9 を選び出す (サーチする) ステップである。検出用データ 1 9 は、上述したように、特徴量データ 1 7 をもとに補正用データ 1 8 を選び出すためのデータである。

【 0 0 5 9 】

ステップ S 1 5 は、ステップ S 1 4 でのサーチによって特徴量データ 1 7 に一致または類似した (ヒットした) 検出用データ 1 9 に対応する補正用データ 1 8 を画像処理回路 1 4 に出力させるステップである。補正用データ 1 8 は、上述したように、撮像データ 1 6 の欠損 (不鮮明) 領域を補正するためのデータである。

20

【 0 0 6 0 】

ステップ S 1 6 は、撮像データ 1 6 を補正して画像データを生成するステップである。補正された撮像データ 1 6 をもとに得られる画像データは、光源周辺で過剰な露光や、被写体全体の大きさや形状の情報が補正されたデータである。つまり補正用データ 1 8 によって、得られる情報を補完することができる。

【 0 0 6 1 】

ステップ S 1 7 は、表示装置 1 5 での画像データに基づく表示を行うステップである。

【 0 0 6 2 】

図 6 で説明した表示システムの一連の動作では、特徴量データ 1 7 に一致または類似する検出用データ 1 9 を比較し、補正用データ 1 8 を選び出すことができる。選び出された補正用データ 1 8 を画像処理回路 1 4 で撮像データ 1 6 の補正に用いることで、取得した撮像データに欠損 (不鮮明) 部分が生じた際に正常な表示を行うための画像データを生成することができる。そのため、表示装置に表示された画像の視認性の向上を図ることができる。

30

【 0 0 6 3 】

また表示システムの動作では、撮像データ 1 6 の特徴量をデータベース 1 3 に抽出させて特徴量データから補正用データ 1 8 を選び出すことができる。なおデータベース 1 3 は、検出用データ 1 9 を C N N 学習における重みパラメータとして特徴量データに応じた補正用データ 1 8 を推論するように学習をさせておく。そして、選び出された補正用データ 1 8 を画像処理回路 1 4 で撮像データ 1 6 の補正に用いることができる。

40

【 0 0 6 4 】

図 7 では、検出用データ 1 9 を C N N 学習における重みパラメータとする場合の表示システム 1 0 の学習の例を説明するためのフローチャートを示す。

【 0 0 6 5 】

ステップ S 2 1 は、上記ステップ S 1 3 と同じ特徴量抽出を行う。つまりステップ S 1 2 で表示異常のある撮像データ 1 6 の特徴量抽出を行う。ステップ S 2 1 で得られる特徴量データは訓練用のデータおよびテスト用のデータであり、元になる撮像データは異なるデータであることが好ましく、大量の特徴量データを生成して用意することが好ましい。

50

【 0 0 6 6 】

ステップ S 2 2 は、特徴量データに正解ラベルを付与するステップである。正解ラベルは、特徴量データに対応する撮像データ 1 6 の補正に最適な補正用データ 1 8 に相当する。

【 0 0 6 7 】

ステップ S 2 3 は、訓練用の特徴量データを与えて、重みパラメータとなる検出用データ 1 9 の更新を行うステップである。重みパラメータの更新は、誤差逆伝播法など既知の学習方法を用いて行うことが有効である。

【 0 0 6 8 】

ステップ S 2 4 は、特徴量データの入力を行うステップである。ステップ S 2 4 で入力する特徴量データは、正解ラベルを付したテスト用のデータである。

【 0 0 6 9 】

ステップ S 2 5 は、ステップ S 2 4 によって得られた出力信号が先に付した正解ラベルに対応するか否かの判定 (Y e s 又は N o) を行う。対応しなければ、ステップ S 2 3 でのパラメータの更新を繰り返す。

【 0 0 7 0 】

ステップ S 2 6 は、特徴量データ 1 7 に一致または類似する補正用データ 1 8 が得られるかの精度が設定値以下であるかの判定 (Y e s 又は N o) である。精度が設定値以下であれば、ステップ S 2 3 でのパラメータの更新を繰り返す。

【 0 0 7 1 】

C N N 学習を繰り返すことで検出用データ 1 9 が更新される。更新を繰り返すことで、特徴量データ 1 7 の入力に対応する補正用データ 1 8 の精度を向上させることができる。更新された検出用データ 1 9 を重みパラメータとした C N N を用いることで、未知の特徴量データ 1 7 の入力に応じた補正用データ 1 8 を精度よく選択することができる。

【 0 0 7 2 】

図 8 は、図 7 で説明した C N N (畳み込みニューラルネットワーク) の構成例を説明するためのブロック図である。

【 0 0 7 3 】

図 8 に示す畳み込みニューラルネットワーク 3 0 は、入力層 3 1、中間層 3 2 および出力層 3 3 で構成される。

【 0 0 7 4 】

図 8 では、入力層 3 1 において、入力データである特徴量データ 1 7 を図示している。

【 0 0 7 5 】

また図 8 では、中間層 3 2 において、フィルタ 3 4、畳み込みデータ 3 5、プーリングデータ 3 6、フィルタ 3 7、畳み込みデータ 3 8 およびプーリングデータ 3 9 を図示している。なお中間層 3 2 の構成は一例であり、プーリング処理、およびフィルタ 3 4、3 7 による畳み込み演算処理をさらに多層で行う構成や、パディングやストライドといった演算処理を介して行う構成としてもよい。

【 0 0 7 6 】

また図 8 では、出力層 3 3 において、全結合データ 4 0 および出力データ 4 1 を図示している。出力データ 4 1 は、得られた全結合データ 4 0 (図中、 $y_1 - y_m$) をソフトマックス関数で処理し、正解ラベルに対応する出力が得られる。

【 0 0 7 7 】

図 7 で説明したフローチャートにおける C N N 学習では、フィルタ 3 4、3 7 のパラメータ (重みデータ) を更新して、ラベルを付与した出力データ 4 1 (図中、 $O(y_1) - O(y_m)$) が得られるように学習させ、推論できるようにする。特徴量データ 1 7 を畳み込みニューラルネットワーク 3 0 に入力することで、対応する補正用データ 1 8 を画像処理回路 1 4 に出力する構成とすることができる。

【 0 0 7 8 】

以上説明した表示システム 1 0 およびその動作の具体例について説明する。図 9 および

10

20

30

40

50

図 10 では、表示システム 10 を自動車に適用する場合の例について説明する。

【0079】

図 9 (A) は、自動車 22 の後方から見た模式図である。図 9 (A) では、撮像装置 11 であるカメラ、表示装置 15 であるルームミラーを図示している。

【0080】

図 9 (B) では、自動車 22 と、その後方にある別の自動車 42 を図示している。自動車 42 は光源 43 であるヘッドライトを照射方向 44 にある自動車 22 に向けて照射する様子を図示している。また図 9 (B) では自動車 22 の撮像装置 11 を撮像方向 45 にある自動車 42 に向けて撮像している様子を図示している。

【0081】

なお図 9 (B) の例では、撮像装置 11 で撮像する被写体として自動車 42 を例示しているが、被写体は自動車に限らない。例えば被写体は、歩行者、自転車、街灯、標識など、撮像データの中から特徴量の抽出によって補正用データを選び出すことができる対象であればよい。歩行者であれば、足や手などの部位の特徴から特徴量を抽出して、頭や上半身の部位を補正用データで補正する構成とすることも有効である。歩行者全身の画像データを表示装置に表示させることで、視認性を高めることができる。

【0082】

図 9 (B) の場合、撮像装置 11 で得られる撮像データ 16 は、図 9 (C) のように表すことができる。つまり図 9 (C) に図示するように、光源 43 の照度が高くなる。露光を抑えることで光源 43 周辺の領域の形状は認識されるものの、自動車 42 全体の形状は認識することが困難になる。そのため、図 9 (D) に図示するように、夜間走行時などで高照度の光源を有する自動車を撮像する場合、撮像データ内に鮮明領域 48 と不鮮明領域 49 とが混在することになる。

【0083】

また別の例として図 10 (A) は、自動車 22 A の後方から見た模式図である。図 10 (A) では、撮像装置 11 A であるカメラ、表示装置 15 であるルームミラーを図示している。また図 10 (A) では撮像装置 11 A を拡大した模式図を図示しており、レンズ 46 および水滴 47 を図示している。雨天などの場合、レンズ 46 の表面に水滴 47 などが付着し、得られる撮像データが不鮮明になる場合がある。なお図 10 (A) では、表示装置 15 をルームミラーの位置に配置する構成を図示しているが、サイドミラー、あるいはダッシュボードの位置の表示装置を配置する構成などにも有効である。

【0084】

図 10 (B) では、自動車 22 A と、その後方にある別の自動車 42 を図示している。図 10 (B) では自動車 22 A の撮像装置 11 A を撮像方向 45 にある自動車 42 に向けて撮像している様子を図示している。

【0085】

図 10 (B) の場合、撮像装置 11 で得られる撮像データ 16 は、図 10 (C) のように表すことができる。つまり図 10 (C) に図示するように、水滴 47 が撮像されることにより自動車 42 の像が不鮮明となり、自動車 42 全体の形状は認識することが困難になる。そのため、図 10 (D) に図示するように、雨天走行時などで自動車を撮像する場合、撮像データ内に鮮明領域 48 と不鮮明領域 49 とが混在することになる。

【0086】

上述した本発明の一態様の表示システム 10 では、撮像データ 16 の鮮明領域 48 にある自動車 42 の一部の情報から特徴量を抽出し、特徴量データ 17 をデータベース 13 において照合することで補正用データ 18 を選び出して、撮像データ 16 の不鮮明な領域を補正することができる。

【0087】

そのため表示システム 10 を搭載した自動車では、昼夜、晴雨等の状況の変化に応じて、撮像装置で得られる撮像データに不鮮明な領域が生じても補正された画像を視認することができる。例えば、後方の自動車のヘッドライト、あるいは撮像装置に付着した水滴等

10

20

30

40

50

が、不鮮明な領域を生じさせても特徴量データに応じた補正用データを選び出して撮像データを補正することができる。そのため、被写体全体の大きさや形状の把握が容易になる。また得られる情報を増やすことができるため、視認性の向上に有効である。

【 0 0 8 8 】

< 表示システムの動作を説明するための具体例 >

図 1 1 は、表示システムの動作のより具体的な例を説明するためのフローチャートである。図 1 1 では、図 1 で説明した表示システム 1 0 における撮像装置 1 1、特徴量出力回路 1 2、データベース 1 3、画像処理回路 1 4、および表示装置 1 5 でのデータの流れについて図示している。

【 0 0 8 9 】

図 1 1 に示すステップ S 3 1 は、撮像装置 1 1 での撮像データの取得、特徴量出力回路 1 2 への撮像データの出力を行う。また図 1 1 に示すステップ S 3 1 は、データベース 1 3 で、補正用データ、検出用データの保存を行う。データベース 1 3 における補正用データ 1 8、検出用データ 1 9 の保存は、予め行っておいてもよい。

【 0 0 9 0 】

図 1 1 に示すステップ S 3 1 は、図 1 2 に示すブロック図のように図示することができる。図 1 2 では、理解を容易にするために、図 9 (C) で図示した撮像データ 1 6 を図示している。また図 1 2 では、理解を容易にするために、補正用データ 1 8 として複数の自動車の画像 1 8 A を図示している。また、図 1 2 では、理解を容易にするために、検出用データとして自動車の画像の一部であるヘッドライトの画像 1 9 A を図示している。

【 0 0 9 1 】

図 1 1 に示すステップ S 3 2 は、特徴量出力回路 1 2 での特徴量データの演算、および特徴量出力回路 1 2 からデータベース 1 3 への特徴量データ出力を行う。

【 0 0 9 2 】

図 1 1 に示すステップ S 3 2 は、図 1 3 に示すブロック図のように図示することができる。図 1 3 では、理解を容易にするために、特徴量データ 1 7 として外観特徴量である、自動車の画像の一部としてヘッドライトの画像 1 7 A を図示している。

【 0 0 9 3 】

図 1 1 に示すステップ S 3 3 は、特徴量出力回路 1 2 からデータベース 1 3 への特徴量データ 1 7 の入力、ヘッドライトの画像 1 7 A を用いた特徴量データに一致または類似する検出用データ 1 9 のサーチによる検出用データ 1 9 の選択、および検出用データ 1 9 に応じた補正用データ 1 8 の画像処理回路 1 4 への出力を行う。

【 0 0 9 4 】

図 1 1 に示すステップ S 3 3 は、図 1 4 に示すブロック図のように図示することができる。図 1 4 では、理解を容易にするために、ヘッドライトの画像 1 7 A の特徴量データとヘッドライトの画像 1 9 A の特徴量データとが一致するとして、画像処理回路 1 4 に出力される補正用データ 1 8 である画像 1 8 A を図示している。

【 0 0 9 5 】

図 1 1 に示すステップ S 3 4 は、画像処理回路 1 4 に対して補正元のデータである撮像装置 1 1 からの撮像データ 1 6 と補正用のデータであるデータベース 1 3 からの補正用データ 1 8 とが入力され、撮像データ 1 6 が補正される。補正された撮像データは、画像データとして画像処理回路 1 4 から表示装置 1 5 に出力される。表示装置 1 5 では画像処理回路 1 4 から画像データが入力され、鮮明な表示を行うことができる。

【 0 0 9 6 】

図 1 1 に示すステップ S 3 4 は、図 1 5 に示すブロック図のように図示することができる。図 1 5 では、理解を容易にするために、図 9 (C) で図示した撮像データ 1 6 を図示している。また図 1 5 では、理解を容易にするために、画像処理回路 1 4 に出力される補正用データ 1 8 として画像 1 8 A を図示している。また図 1 5 では、理解を容易にするために、表示装置 1 5 に出力される画像データに対応する画像データ 5 1 を図示している。

【 0 0 9 7 】

10

20

30

40

50

上述した本発明の一態様の表示システム 10 では、図 11 に図示したように撮像データ 16 の一部の情報から特徴量を抽出し、データベース 13 において特徴量データ 17 を照合することで補正用データ 18 を選び出して、撮像データ 16 の不鮮明な領域を補正する。そのため、視認性の向上に有効である。

【0098】

そのため表示システム 10 を搭載した自動車では、昼夜、晴雨等の状況の変化に応じて、撮像装置で得られる撮像データに不鮮明な領域が生じても補正された画像を視認することができる。例えば、後方の自動車のヘッドライト、あるいは撮像装置に付着した水滴等が、不鮮明な領域を生じさせても特徴量データに応じた補正用データを選び出して撮像データを補正することができる。そのため、被写体全体の大きさや形状の把握が容易になる。また得られる情報を増やすことができるため、視認性の向上に有効である。

10

【0099】

(実施の形態 2)

本実施の形態では、上記の実施の形態で説明したニューラルネットワーク 30 に用いることが可能な半導体装置の構成例について説明する。特に、中間層 32 や出力層 33 などの積和演算回路に用いることができる。

【0100】

<半導体装置の構成例>

図 16 に、ニューラルネットワークの演算を行う機能を有する半導体装置 MAC の構成例を示す。半導体装置 MAC は、上記の実施の形態で説明したニューラルネットワーク 30 の少なくとも一部に用いることができる。半導体装置 MAC は、ニューロン間の結合強度(重み)に対応する第 1 のデータと、入力データに対応する第 2 のデータの積和演算を行う機能を有する。なお、第 1 のデータ及び第 2 のデータはそれぞれ、アナログデータ又は多値のデータ(離散的なデータ)とすることができる。また、半導体装置 MAC は、積和演算によって得られたデータを活性化関数によって変換する機能を有する。

20

【0101】

半導体装置 MAC は、セルアレイ CA、電流源回路 CS、カレントミラー回路 CM、回路 WDD、回路 WLD、回路 CLD、オフセット回路 OFST、及び活性化関数回路 ACTV を有する。

【0102】

セルアレイ CA は、複数のメモリセル MC 及び複数のメモリセル MCref を有する。図 16 には、セルアレイ CA が m 行 n 列 (m, n は 1 以上の整数) のメモリセル MC (MC[1, 1] 乃至 [m, n]) と、m 個のメモリセル MCref (MCref[1] 乃至 [m]) を有する構成例を示している。メモリセル MC は、第 1 のデータを格納する機能を有する。また、メモリセル MCref は、積和演算に用いられる参照データを格納する機能を有する。なお、参照データはアナログデータ又は多値のデータとすることができる。

30

【0103】

メモリセル MC[i, j] (i は 1 以上 m 以下の整数、j は 1 以上 n 以下の整数) は、配線 WL[i]、配線 RW[i]、配線 WD[j]、及び配線 BL[j] と接続されている。また、メモリセル MCref[i] は、配線 WL[i]、配線 RW[i]、配線 WDref、配線 BLref と接続されている。ここで、メモリセル MC[i, j] と配線 BL[j] 間を流れる電流を IMC[i, j] と表記し、メモリセル MCref[i] と配線 BLref 間を流れる電流を IMCref[i] と表記する。

40

【0104】

メモリセル MC 及びメモリセル MCref の具体的な構成例を、図 17 に示す。図 17 には代表例としてメモリセル MC[1, 1]、[2, 1] 及びメモリセル MCref[1]、[2] を示しているが、他のメモリセル MC 及びメモリセル MCref にも同様の構成を用いることができる。メモリセル MC 及びメモリセル MCref はそれぞれ、トランジスタ Tr11、Tr12、容量素子 C11 を有する。ここでは、トランジスタ Tr11

50

及びトランジスタ T_{r12} が n チャンネル型のトランジスタである場合について説明する。

【0105】

メモリセル MC において、トランジスタ T_{r11} のゲートは配線 WL と接続され、ソース又はドレインの一方はトランジスタ T_{r12} のゲート、及び容量素子 C_{11} の第1の電極と接続され、ソース又はドレインの他方は配線 WD と接続されている。トランジスタ T_{r12} のソース又はドレインの一方は配線 BL と接続され、ソース又はドレインの他方は配線 VR と接続されている。容量素子 C_{11} の第2の電極は、配線 RW と接続されている。配線 VR は、所定の電位を供給する機能を有する配線である。ここでは一例として、配線 VR から低電源電位（接地電位など）が供給される場合について説明する。

【0106】

トランジスタ T_{r11} のソース又はドレインの一方、トランジスタ T_{r12} のゲート、及び容量素子 C_{11} の第1の電極と接続されたノードを、ノード NM とする。また、メモリセル $MC[1, 1]$ 、 $[2, 1]$ のノード NM を、それぞれノード $NM[1, 1]$ 、 $[2, 1]$ と表記する。

【0107】

メモリセル MC_{ref} も、メモリセル MC と同様の構成を有する。ただし、メモリセル MC_{ref} は配線 WD の代わりに配線 WD_{ref} と接続され、配線 BL の代わりに配線 BL_{ref} と接続されている。また、メモリセル $MC_{ref}[1]$ 、 $[2]$ において、トランジスタ T_{r11} のソース又はドレインの一方、トランジスタ T_{r12} のゲート、及び容量素子 C_{11} の第1の電極と接続されたノードを、それぞれノード $NM_{ref}[1]$ 、 $[2]$ と表記する。

【0108】

ノード NM とノード NM_{ref} はそれぞれ、メモリセル MC とメモリセル MC_{ref} の保持ノードとして機能する。ノード NM には第1のデータが保持され、ノード NM_{ref} には参照データが保持される。また、配線 $BL[1]$ からメモリセル $MC[1, 1]$ 、 $[2, 1]$ のトランジスタ T_{r12} には、それぞれ電流 $I_{MC}[1, 1]$ 、 $I_{MC}[2, 1]$ が流れる。また、配線 BL_{ref} からメモリセル $MC_{ref}[1]$ 、 $[2]$ のトランジスタ T_{r12} には、それぞれ電流 $I_{MC_{ref}}[1]$ 、 $I_{MC_{ref}}[2]$ が流れる。

【0109】

トランジスタ T_{r11} は、ノード NM 又はノード NM_{ref} の電位を保持する機能を有するため、トランジスタ T_{r11} のオフ電流は小さいことが好ましい。そのため、トランジスタ T_{r11} としてオフ電流が極めて小さい OS トランジスタを用いることが好ましい。これにより、ノード NM 又はノード NM_{ref} の電位の変動を抑えることができ、演算精度の向上を図ることができる。また、ノード NM 又はノード NM_{ref} の電位をリフレッシュする動作の頻度を低く抑えることが可能となり、消費電力を削減することができる。

【0110】

トランジスタ T_{r12} は特に限定されず、例えば Si トランジスタ又は OS トランジスタなどを用いることができる。トランジスタ T_{r12} に OS トランジスタを用いる場合、トランジスタ T_{r11} と同じ製造装置を用いて、トランジスタ T_{r12} を作製することが可能となり、製造コストを抑制することができる。なお、トランジスタ T_{r12} は n チャンネル型であっても p チャンネル型であってもよい。

【0111】

電流源回路 CS は、配線 $BL[1]$ 乃至 $[n]$ 及び配線 BL_{ref} と接続されている。電流源回路 CS は、配線 $BL[1]$ 乃至 $[n]$ 及び配線 BL_{ref} に電流を供給する機能を有する。なお、配線 $BL[1]$ 乃至 $[n]$ に供給される電流値と配線 BL_{ref} に供給される電流値は異なってもよい。ここでは、電流源回路 CS から配線 $BL[1]$ 乃至 $[n]$ に供給される電流を I_C 、電流源回路 CS から配線 BL_{ref} に供給される電流を $I_{C_{ref}}$ と表記する。

【0112】

10

20

30

40

50

カレントミラー回路CMは、配線IL[1]乃至[n]及び配線ILrefを有する。配線IL[1]乃至[n]はそれぞれ配線BL[1]乃至[n]と接続され、配線ILrefは、配線BLrefと接続されている。ここでは、配線IL[1]乃至[n]と配線BL[1]乃至[n]の接続箇所をノードNP[1]乃至[n]と表記する。また、配線ILrefと配線BLrefの接続箇所をノードNPrefと表記する。

【0113】

カレントミラー回路CMは、ノードNPrefの電位に応じた電流ICMを配線ILrefに流す機能と、この電流ICMを配線IL[1]乃至[n]にも流す機能を有する。図16には、配線BLrefから配線ILrefに電流ICMが排出され、配線BL[1]乃至[n]から配線IL[1]乃至[n]に電流ICMが排出される例を示している。また、カレントミラー回路CMから配線BL[1]乃至[n]を介してセルアレイCAに流れる電流を、IB[1]乃至[n]と表記する。また、カレントミラー回路CMから配線BLrefを介してセルアレイCAに流れる電流を、IBrefと表記する。

10

【0114】

回路WDDは、配線WD[1]乃至[n]及び配線WDrefと接続されている。回路WDDは、メモリセルMCに格納される第1のデータに対応する電位を、配線WD[1]乃至[n]に供給する機能を有する。また、回路WDDは、メモリセルMCrefに格納される参照データに対応する電位を、配線WDrefに供給する機能を有する。回路WLDは、配線WL[1]乃至[m]と接続されている。回路WLDは、データの書き込みを行うメモリセルMC又はメモリセルMCrefを選択するための信号を、配線WL[1]乃至[m]に供給する機能を有する。回路CLDは、配線RW[1]乃至[m]と接続されている。回路CLDは、第2のデータに対応する電位を、配線RW[1]乃至[m]に供給する機能を有する。

20

【0115】

オフセット回路OFSTは、配線BL[1]乃至[n]及び配線OL[1]乃至[n]と接続されている。オフセット回路OFSTは、配線BL[1]乃至[n]からオフセット回路OFSTに流れる電流量、及び/又は、配線BL[1]乃至[n]からオフセット回路OFSTに流れる電流の変化量を検出する機能を有する。また、オフセット回路OFSTは、検出結果を配線OL[1]乃至[n]に出力する機能を有する。なお、オフセット回路OFSTは、検出結果に対応する電流を配線OLに出力してもよいし、検出結果に対応する電流を電圧に変換して配線OLに出力してもよい。セルアレイCAとオフセット回路OFSTの間を流れる電流を、Iα[1]乃至[n]と表記する。

30

【0116】

オフセット回路OFSTの構成例を図18に示す。図18に示すオフセット回路OFSTは、回路OC[1]乃至[n]を有する。また、回路OC[1]乃至[n]はそれぞれ、トランジスタTr21、トランジスタTr22、トランジスタTr23、容量素子C21、及び抵抗素子R1を有する。各素子の接続関係は図18に示す通りである。なお、容量素子C21の第1の電極及び抵抗素子R1の第1の端子と接続されたノードを、ノードNaとする。また、容量素子C21の第2の電極、トランジスタTr21のソース又はドレインの一方、及びトランジスタTr22のゲートと接続されたノードを、ノードNbとする。

40

【0117】

配線VrefLは電位Vrefを供給する機能を有し、配線VaLは電位Vaを供給する機能を有し、配線VbLは電位Vbを供給する機能を有する。また、配線VDDLは電位VDDを供給する機能を有し、配線VSSLは電位VSSを供給する機能を有する。ここでは、電位VDDが高電源電位であり、電位VSSが低電源電位である場合について説明する。また、配線RSTは、トランジスタTr21の導通状態を制御するための電位を供給する機能を有する。トランジスタTr22、トランジスタTr23、配線VDDL、配線VSSL、及び配線VbLによって、ソースフォロワ回路が構成される。

【0118】

50

次に、回路 $OC[1]$ 乃至 $[n]$ の動作例を説明する。なお、ここでは代表例として回路 $OC[1]$ の動作例を説明するが、回路 $OC[2]$ 乃至 $[n]$ も同様に動作させることができる。まず、配線 $BL[1]$ に第1の電流が流れると、ノード Na の電位は、第1の電流と抵抗素子 $R1$ の抵抗値に応じた電位となる。また、このときトランジスタ $Tr21$ はオン状態であり、ノード Nb に電位 Va が供給される。その後、トランジスタ $Tr21$ はオフ状態となる。

【0119】

次に、配線 $BL[1]$ に第2の電流が流れると、ノード Na の電位は、第2の電流と抵抗素子 $R1$ の抵抗値に応じた電位に変化する。このときトランジスタ $Tr21$ はオフ状態であり、ノード Nb はフローティング状態となっているため、ノード Na の電位の変化に伴い、ノード Nb の電位は容量結合により変化する。ここで、ノード Na の電位の変化を ΔV_{Na} とし、容量結合係数を1とすると、ノード Nb の電位は $Va + \Delta V_{Na}$ となる。そして、トランジスタ $Tr22$ のしきい値電圧を V_{th} とすると、配線 $OL[1]$ から電位 $Va + \Delta V_{Na} - V_{th}$ が出力される。ここで、 $Va = V_{th}$ とすることにより、配線 $OL[1]$ から電位 ΔV_{Na} を出力することができる。

10

【0120】

電位 ΔV_{Na} は、第1の電流から第2の電流への変化量、抵抗素子 $R1$ 、及び電位 V_{ref} に応じて定まる。ここで、抵抗素子 $R1$ と電位 V_{ref} は既知であるため、電位 ΔV_{Na} から配線 BL に流れる電流の変化量を求めることができる。

【0121】

20

上記のようにオフセット回路 $OFST$ によって検出された電流量、及び/又は電流の変化量に対応する信号は、配線 $OL[1]$ 乃至 $[n]$ を介して活性化関数回路 $ACTV$ に入力される。

【0122】

活性化関数回路 $ACTV$ は、配線 $OL[1]$ 乃至 $[n]$ 、及び、配線 $NIL[1]$ 乃至 $[n]$ と接続されている。活性化関数回路 $ACTV$ は、オフセット回路 $OFST$ から入力された信号を、あらかじめ定義された活性化関数に従って変換するための演算を行う機能を有する。活性化関数としては、例えば、シグモイド関数、 $\tanh$ 関数、 softmax 関数、 ReLU 関数、しきい値関数などを用いることができる。活性化関数回路 $ACTV$ によって変換された信号は、出力データとして配線 $NIL[1]$ 乃至 $[n]$ に出力される。

30

【0123】

<半導体装置の動作例>

上記の半導体装置 MAC を用いて、第1のデータと第2のデータの積和演算を行うことができる。以下、積和演算を行う際の半導体装置 MAC の動作例を説明する。

【0124】

図19に半導体装置 MAC の動作例のタイミングチャートを示す。図19には、図17における配線 $WL[1]$ 、配線 $WL[2]$ 、配線 $WD[1]$ 、配線 WD_{ref} 、ノード $NM[1,1]$ 、ノード $NM[2,1]$ 、ノード $NM_{ref}[1]$ 、ノード $NM_{ref}[2]$ 、配線 $RW[1]$ 、及び配線 $RW[2]$ の電位の推移と、電流 $I_B[1] - I_\alpha[1]$ 、及び電流 $I_{B_{ref}}$ の値の推移を示している。電流 $I_B[1] - I_\alpha[1]$ は、配線 $BL[1]$ からメモリセル $MC[1,1]$ 、 $[2,1]$ に流れる電流の総和に相当する。

40

【0125】

なお、ここでは代表例として図17に示すメモリセル $MC[1,1]$ 、 $[2,1]$ 及びメモリセル $MC_{ref}[1]$ 、 $[2]$ に着目して動作を説明するが、他のメモリセル MC 及びメモリセル MC_{ref} も同様に動作させることができる。

【0126】

[第1のデータの格納]

まず、時刻 $T01 - T02$ において、配線 $WL[1]$ の電位がハイレベルとなり、配線 $WD[1]$ の電位が接地電位 (GND) よりも $V_{PR} - V_{W[1,1]}$ 大きい電位となり

50

、配線 W_{Dref} の電位が接地電位よりも V_{PR} 大きい電位となる。また、配線 $RW[1]$ 、及び配線 $RW[2]$ の電位が基準電位 ($REFP$) となる。なお、電位 $V_{W[1,1]}$ はメモリセル $MC[1,1]$ に格納される第1のデータに対応する電位である。また、電位 V_{PR} は参照データに対応する電位である。これにより、メモリセル $MC[1,1]$ 及びメモリセル $MC_{ref}[1]$ が有するトランジスタ $Tr11$ がオン状態となり、ノード $NM[1,1]$ の電位が $V_{PR} - V_{W[1,1]}$ 、ノード $NM_{ref}[1]$ の電位が V_{PR} となる。

【0127】

このとき、配線 $BL[1]$ からメモリセル $MC[1,1]$ のトランジスタ $Tr12$ に流れる電流 $I_{MC[1,1],0}$ は、次の式で表すことができる。ここで、 k はトランジスタ $Tr12$ のチャネル長、チャネル幅、移動度、及びゲート絶縁膜の容量などで決まる定数である。また、 V_{th} はトランジスタ $Tr12$ のしきい値電圧である。

10

【0128】

$$I_{MC[1,1],0} = k(V_{PR} - V_{W[1,1]} - V_{th})^2 \quad (E1)$$

【0129】

また、配線 BL_{ref} からメモリセル $MC_{ref}[1]$ のトランジスタ $Tr12$ に流れる電流 $I_{MC_{ref}[1],0}$ は、次の式で表すことができる。

【0130】

$$I_{MC_{ref}[1],0} = k(V_{PR} - V_{th})^2 \quad (E2)$$

【0131】

20

次に、時刻 $T02 - T03$ において、配線 $WL[1]$ の電位がローレベルとなる。これにより、メモリセル $MC[1,1]$ 及びメモリセル $MC_{ref}[1]$ が有するトランジスタ $Tr11$ がオフ状態となり、ノード $NM[1,1]$ 及びノード $NM_{ref}[1]$ の電位が保持される。

【0132】

なお、前述の通り、トランジスタ $Tr11$ として OS トランジスタを用いることが好ましい。これにより、トランジスタ $Tr11$ のリーク電流を抑えることができ、ノード $NM[1,1]$ 及びノード $NM_{ref}[1]$ の電位を正確に保持することができる。

【0133】

次に、時刻 $T03 - T04$ において、配線 $WL[2]$ の電位がハイレベルとなり、配線 $WD[1]$ の電位が接地電位よりも $V_{PR} - V_{W[2,1]}$ 大きい電位となり、配線 WD_{ref} の電位が接地電位よりも V_{PR} 大きい電位となる。なお、電位 $V_{W[2,1]}$ はメモリセル $MC[2,1]$ に格納される第1のデータに対応する電位である。これにより、メモリセル $MC[2,1]$ 及びメモリセル $MC_{ref}[2]$ が有するトランジスタ $Tr11$ がオン状態となり、ノード $NM[2,1]$ の電位が $V_{PR} - V_{W[2,1]}$ 、ノード $NM_{ref}[2]$ の電位が V_{PR} となる。

30

【0134】

このとき、配線 $BL[1]$ からメモリセル $MC[2,1]$ のトランジスタ $Tr12$ に流れる電流 $I_{MC[2,1],0}$ は、次の式で表すことができる。

【0135】

40

$$I_{MC[2,1],0} = k(V_{PR} - V_{W[2,1]} - V_{th})^2 \quad (E3)$$

【0136】

また、配線 BL_{ref} からメモリセル $MC_{ref}[2]$ のトランジスタ $Tr12$ に流れる電流 $I_{MC_{ref}[2],0}$ は、次の式で表すことができる。

【0137】

$$I_{MC_{ref}[2],0} = k(V_{PR} - V_{th})^2 \quad (E4)$$

【0138】

次に、時刻 $T04 - T05$ において、配線 $WL[2]$ の電位がローレベルとなる。これにより、メモリセル $MC[2,1]$ 及びメモリセル $MC_{ref}[2]$ が有するトランジスタ $Tr11$ がオフ状態となり、ノード $NM[2,1]$ 及びノード $NM_{ref}[2]$ の電位

50

が保持される。

【 0 1 3 9 】

以上の動作により、メモリセル $MC[1, 1]$ 、 $[2, 1]$ に第 1 のデータが格納され、メモリセル $MCref[1]$ 、 $[2]$ に参照データが格納される。

【 0 1 4 0 】

ここで、時刻 $T04 - T05$ において、配線 $BL[1]$ 及び配線 $BLref$ に流れる電流を考える。配線 $BLref$ には、電流源回路 CS から電流が供給される。また、配線 $BLref$ を流れる電流は、カレントミラー回路 CM 、メモリセル $MCref[1]$ 、 $[2]$ へ排出される。電流源回路 CS から配線 $BLref$ に供給される電流を I_{Cref} 、配線 $BLref$ からカレントミラー回路 CM へ排出される電流を $I_{CM, 0}$ とすると、次の式が成り立つ。

10

【 0 1 4 1 】

$$I_{Cref} - I_{CM, 0} = I_{MCref[1], 0} + I_{MCref[2], 0}$$

(E 5)

【 0 1 4 2 】

配線 $BL[1]$ には、電流源回路 CS からの電流が供給される。また、配線 $BL[1]$ を流れる電流は、カレントミラー回路 CM 、メモリセル $MC[1, 1]$ 、 $[2, 1]$ へ排出される。また、配線 $BL[1]$ からオフセット回路 $OFST$ に電流が流れる。電流源回路 CS から配線 $BL[1]$ に供給される電流を $I_{C, 0}$ 、配線 $BL[1]$ からオフセット回路 $OFST$ に流れる電流を $I_{\alpha, 0}$ とすると、次の式が成り立つ。

20

【 0 1 4 3 】

$$I_C - I_{CM, 0} = I_{MC[1, 1], 0} + I_{MC[2, 1], 0} + I_{\alpha, 0}$$

(E 6)

【 0 1 4 4 】

[第 1 のデータと第 2 のデータの積和演算]

次に、時刻 $T05 - T06$ において、配線 $RW[1]$ の電位が基準電位よりも $V_{x[1]}$ 大きい電位となる。このとき、メモリセル $MC[1, 1]$ 、及びメモリセル $MCref[1]$ のそれぞれの容量素子 $C11$ には電位 $V_{x[1]}$ が供給され、容量結合によりトランジスタ $Tr12$ のゲートの電位が上昇する。なお、電位 $V_{x[1]}$ はメモリセル $MC[1, 1]$ 及びメモリセル $MCref[1]$ に供給される第 2 のデータに対応する電位である。

30

【 0 1 4 5 】

トランジスタ $Tr12$ のゲートの電位の変化量は、配線 RW の電位の変化量に、メモリセルの構成によって決まる容量結合係数を乗じた値となる。容量結合係数は、容量素子 $C11$ の容量、トランジスタ $Tr12$ のゲート容量、及び寄生容量などによって算出される。以下では便宜上、配線 RW の電位の変化量とトランジスタ $Tr12$ のゲートの電位の変化量が同じ、すなわち容量結合係数が 1 であるとして説明する。実際には、容量結合係数を考慮して電位 V_x を決定すればよい。

【 0 1 4 6 】

メモリセル $MC[1]$ 及びメモリセル $MCref[1]$ の容量素子 $C11$ に電位 $V_{x[1]}$ が供給されると、ノード $NN[1]$ 及びノード $NMref[1]$ の電位がそれぞれ $V_{x[1]}$ 上昇する。

40

【 0 1 4 7 】

ここで、時刻 $T05 - T06$ において、配線 $BL[1]$ からメモリセル $MC[1, 1]$ のトランジスタ $Tr12$ に流れる電流 $I_{MC[1, 1], 1}$ は、次の式で表すことができる。

【 0 1 4 8 】

$$I_{MC[1, 1], 1} = k (V_{PR} - V_{W[1, 1]} + V_{x[1]} - V_{th})^2$$

(E 7)

【 0 1 4 9 】

50

すなわち、配線 $RW[1]$ に電位 $V_X[1]$ を供給することにより、配線 $BL[1]$ からメモリセル $MC[1, 1]$ のトランジスタ $Tr12$ に流れる電流は、 $\Delta I_{MC}[1, 1] = I_{MC}[1, 1], 1 - I_{MC}[1, 1], 0$ 増加する。

【0150】

また、時刻 $T05 - T06$ において、配線 $BLref$ からメモリセル $MCref[1]$ のトランジスタ $Tr12$ に流れる電流 $I_{MCref}[1], 1$ は、次の式で表すことができる。

【0151】

$$I_{MCref}[1], 1 = k(V_{PR} + V_X[1] - V_{th})^2 \quad (E8)$$

【0152】

すなわち、配線 $RW[1]$ に電位 $V_X[1]$ を供給することにより、配線 $BLref$ からメモリセル $MCref[1]$ のトランジスタ $Tr12$ に流れる電流は、 $\Delta I_{MCref}[1] = I_{MCref}[1], 1 - I_{MCref}[1], 0$ 増加する。

【0153】

また、配線 $BL[1]$ 及び配線 $BLref$ に流れる電流について考える。配線 $BLref$ には、電流源回路 CS から電流 I_{Cref} が供給される。また、配線 $BLref$ を流れる電流は、カレントミラー回路 CM 、メモリセル $MCref[1]$ 、 $[2]$ へ排出される。配線 $BLref$ からカレントミラー回路 CM へ排出される電流を $I_{CM}, 1$ とすると、次の式が成り立つ。

【0154】

$$I_{Cref} - I_{CM}, 1 = I_{MCref}[1], 1 + I_{MCref}[2], 0 \quad (E9)$$

【0155】

配線 $BL[1]$ には、電流源回路 CS から電流 I_C が供給される。また、配線 $BL[1]$ を流れる電流は、カレントミラー回路 CM 、メモリセル $MC[1, 1]$ 、 $[2, 1]$ へ排出される。さらに、配線 $BL[1]$ からオフセット回路 $OFST$ にも電流が流れる。配線 $BL[1]$ からオフセット回路 $OFST$ に流れる電流を $I_\alpha, 1$ とすると、次の式が成り立つ。

【0156】

$$I_C - I_{CM}, 1 = I_{MC}[1, 1], 1 + I_{MC}[2, 1], 1 + I_\alpha, 1 \quad (E10)$$

【0157】

そして、式 (E1) 乃至式 (E10) から、電流 $I_\alpha, 0$ と電流 $I_\alpha, 1$ の差 (差分電流 ΔI_α) は次の式で表すことができる。

【0158】

$$\Delta I_\alpha = I_\alpha, 1 - I_\alpha, 0 = 2kV_W[1, 1]V_X[1] \quad (E11)$$

【0159】

このように、差分電流 ΔI_α は、電位 $V_W[1, 1]$ と $V_X[1]$ の積に応じた値となる。

【0160】

その後、時刻 $T06 - T07$ において、配線 $RW[1]$ の電位は接地電位となり、ノード $NM[1, 1]$ 及びノード $NMref[1]$ の電位は時刻 $T04 - T05$ と同様になる。

【0161】

次に、時刻 $T07 - T08$ において、配線 $RW[1]$ の電位が基準電位よりも $V_X[1]$ 大きい電位となり、配線 $RW[2]$ の電位が基準電位よりも $V_X[2]$ 大きい電位となる。これにより、メモリセル $MC[1, 1]$ 、及びメモリセル $MCref[1]$ のそれぞれの容量素子 $C11$ に電位 $V_X[1]$ が供給され、容量結合によりノード $NM[1, 1]$ 及びノード $NMref[1]$ の電位がそれぞれ $V_X[1]$ 上昇する。また、メモリセル $MC[2, 1]$ 、及びメモリセル $MCref[2]$ のそれぞれの容量素子 $C11$ に電位 V_X

10

20

30

40

50

[2] が供給され、容量結合によりノード $NM[2, 1]$ 及びノード $NMref[2]$ の電位がそれぞれ $V_X[2]$ 上昇する。

【 0 1 6 2 】

ここで、時刻 $T07 - T08$ において、配線 $BL[1]$ からメモリセル $MC[2, 1]$ のトランジスタ $Tr12$ に流れる電流 $IMC[2, 1], 1$ は、次の式で表すことができる。

【 0 1 6 3 】

$$IMC[2, 1], 1 = k (V_{PR} - V_{W[2, 1]} + V_X[2] - V_{th})^2 \quad (E12)$$

【 0 1 6 4 】

すなわち、配線 $RW[2]$ に電位 $V_X[2]$ を供給することにより、配線 $BL[1]$ からメモリセル $MC[2, 1]$ のトランジスタ $Tr12$ に流れる電流は、 $\Delta IMC[2, 1] = IMC[2, 1], 1 - IMC[2, 1], 0$ 増加する。

【 0 1 6 5 】

また、時刻 $T05 - T06$ において、配線 $BLref$ からメモリセル $MCref[2]$ のトランジスタ $Tr12$ に流れる電流 $IMCref[2], 1$ は、次の式で表すことができる。

【 0 1 6 6 】

$$IMCref[2], 1 = k (V_{PR} + V_X[2] - V_{th})^2 \quad (E13)$$

【 0 1 6 7 】

すなわち、配線 $RW[2]$ に電位 $V_X[2]$ を供給することにより、配線 $BLref$ からメモリセル $MCref[2]$ のトランジスタ $Tr12$ に流れる電流は、 $\Delta IMCref[2] = IMCref[2], 1 - IMCref[2], 0$ 増加する。

【 0 1 6 8 】

また、配線 $BL[1]$ 及び配線 $BLref$ に流れる電流について考える。配線 $BLref$ には、電流源回路 CS から電流 I_{cref} が供給される。また、配線 $BLref$ を流れる電流は、カレントミラー回路 CM 、メモリセル $MCref[1], [2]$ へ排出される。配線 $BLref$ からカレントミラー回路 CM へ排出される電流を $I_{CM, 2}$ とすると、次の式が成り立つ。

【 0 1 6 9 】

$$I_{cref} - I_{CM, 2} = IMCref[1], 1 + IMCref[2], 1 \quad (E14)$$

【 0 1 7 0 】

配線 $BL[1]$ には、電流源回路 CS から電流 I_C が供給される。また、配線 $BL[1]$ を流れる電流は、カレントミラー回路 CM 、メモリセル $MC[1, 1], [2, 1]$ へ排出される。さらに、配線 $BL[1]$ からオフセット回路 $OFFST$ にも電流が流れる。配線 $BL[1]$ からオフセット回路 $OFFST$ に流れる電流を $I_{\alpha, 2}$ とすると、次の式が成り立つ。

【 0 1 7 1 】

$$I_C - I_{CM, 2} = IMC[1, 1], 1 + IMC[2, 1], 1 + I_{\alpha, 2} \quad (E15)$$

【 0 1 7 2 】

そして、式 (E1) 乃至式 (E8)、及び、式 (E12) 乃至式 (E15) から、電流 $I_{\alpha, 0}$ と電流 $I_{\alpha, 2}$ の差 (差分電流 ΔI_{α}) は次の式で表すことができる。

【 0 1 7 3 】

$$\Delta I_{\alpha} = I_{\alpha, 2} - I_{\alpha, 0} = 2k (V_{W[1, 1]} V_X[1] + V_{W[2, 1]} V_X[2]) \quad (E16)$$

【 0 1 7 4 】

このように、差分電流 ΔI_{α} は、電位 $V_{W[1, 1]}$ と電位 $V_X[1]$ の積と、電位 $V_{W[2, 1]}$ と電位 $V_X[2]$ の積と、を足し合わせた結果に応じた値となる。

10

20

30

40

50

【 0 1 7 5 】

その後、時刻 T 0 8 - T 0 9 において、配線 R W [1]、[2] の電位は接地電位となり、ノード N M [1 , 1]、[2 , 1] 及びノード N M r e f [1]、[2] の電位は時刻 T 0 4 - T 0 5 と同様になる。

【 0 1 7 6 】

式 (E 9) 及び式 (E 1 6) に示されるように、オフセット回路 O F S T に入力される差分電流 ΔI_{α} は、第 1 のデータ (重み) に対応する電位 V_X と、第 2 のデータ (入力データ) に対応する電位 V_W の積を足し合わせた結果に応じた値となる。すなわち、差分電流 ΔI_{α} をオフセット回路 O F S T で計測することにより、第 1 のデータと第 2 のデータの積和演算の結果を得ることができる。

10

【 0 1 7 7 】

なお、上記では特にメモリセル M C [1 , 1]、[2 , 1] 及びメモリセル M C r e f [1]、[2] に着目したが、メモリセル M C 及びメモリセル M C r e f の数は任意に設定することができる。メモリセル M C 及びメモリセル M C r e f の行数 m を任意の数とした場合の差分電流 ΔI_{α} は、次の式で表すことができる。

【 0 1 7 8 】

$$\Delta I_{\alpha} = 2 k \sum_i V_W [i , 1] V_X [i] \quad (E 1 7)$$

【 0 1 7 9 】

また、メモリセル M C 及びメモリセル M C r e f の列数 n を増やすことにより、並列して実行される積和演算の数を増やすことができる。

20

【 0 1 8 0 】

以上のように、半導体装置 M A C を用いることにより、第 1 のデータと第 2 のデータの積和演算を行うことができる。なお、メモリセル M C 及びメモリセル M C r e f として図 1 7 に示す構成を用いることにより、少ないトランジスタ数で積和演算回路を構成することができる。そのため、半導体装置 M A C の回路規模の縮小を図ることができる。

【 0 1 8 1 】

半導体装置 M A C をニューラルネットワークにおける演算に用いる場合、メモリセル M C の行数 m は一のニューロンに供給される入力データの数に対応させ、メモリセル M C の列数 n はニューロンの数に対応させることができる。例えば、中間層において半導体装置 M A C を用いた積和演算を行う場合を考える。このとき、メモリセル M C の行数 m は、入力層から供給される入力データの数 (入力層のニューロンの数) に設定し、メモリセル M C の列数 n は、中間層のニューロンの数に設定することができる。

30

【 0 1 8 2 】

以上のように、半導体装置 M A C を用いることにより、ニューラルネットワークの積和演算を行うことができる。さらに、セルアレイ C A に図 1 7 に示すメモリセル M C 及びメモリセル M C r e f を用いることにより、演算精度の向上、消費電力の削減、又は回路規模の縮小を図ることが可能な集積回路を提供することができる。

【 0 1 8 3 】

なお、第 1 のデータ (重み) に対応する電位 V_X が任意の基準電位以上である場合を「正」、小さい場合を「負」とすることにより、積差演算を行なうことができる。よって、半導体装置 M A C は積差演算回路として機能することができる。

40

【 0 1 8 4 】

積差演算回路を用いて、突発的に生じたノイズの除去などを行なうことができる。一例として、図 2 0 (A) および (B) を示す。図 2 0 (A) および (B) は、トンネル内などの暗所を走行中の車両を示す画像である。図 2 0 (A) は、急に点灯した車両 1 0 0 の前照灯 1 0 5 の影響により、トンネル外に位置する車両 1 1 0 は視認できるものの、トンネル内にいる歩行者 1 2 0 および歩行者 1 3 0 の視認性が低下した状態を示している。

【 0 1 8 5 】

図 2 0 (B) は、積差演算回路を用いた画像処理により、急に点灯した前照灯 1 0 5 の影響を軽減し、トンネル外に位置する車両 1 1 0 のみでなく、トンネル内にいる歩行者 1

50

20 および歩行者130の視認性も高めた状態を示している。なお、積差演算回路によって現在のフレーム画像と直前のフレーム画像の差分情報を取得し、該差分情報を用いて画像処理を行うこともできる。

【0186】

近年、自動運転向けや、サイドミラーおよびバックミラーとして車載イメージセンサが期待されている。本発明の一態様と、画素毎に感度を調整する仕組みと、を組み合わせることにより、他車のライトなどがまぶしい状況でも障害物や人を正確に検出することができる。

【0187】

本実施の形態は、他の実施の形態の記載と適宜組み合わせることができる。

10

【0188】

(実施の形態3)

本実施の形態においては、先の実施の形態で例示した表示装置15の一例について、図21乃至図23を用いて以下説明を行う。

【0189】

図21は、先の実施の形態で例示した表示装置15に適用可能な表示装置700を示す上面図である。図21に示す表示装置700は、第1の基板701上に設けられた画素部702と、第1の基板701に設けられたデマルチプレクサ703、ソースドライバ704およびゲートドライバ706と、画素部702、デマルチプレクサ703、およびゲートドライバ706を囲むように配置されるシール材712と、第1の基板701に対向するように設けられる第2の基板705と、を有する。なお、第1の基板701と第2の基板705は、シール材712によって封止されている。すなわち、画素部702、デマルチプレクサ703、およびゲートドライバ706は、第1の基板701とシール材712と第2の基板705によって封止されている。なお、図21には図示しないが、第1の基板701と第2の基板705の間には表示素子が設けられる。

20

【0190】

また、表示装置700は、第1の基板701上のシール材712によって囲まれている領域とは異なる領域に、画素部702、デマルチプレクサ703、ソースドライバ704、およびゲートドライバ706と、それぞれ電氣的に接続されるFPC端子部708(FPC:Flexible printed circuit)が設けられる。また、FPC端子部708には、FPC716が接続され、FPC716によって画素部702、デマルチプレクサ703、ソースドライバ704、およびゲートドライバ706に各種信号等が供給される。また、画素部702、デマルチプレクサ703、ソースドライバ704、ゲートドライバ706、およびFPC端子部708には、信号線710が各々接続されている。FPC716により供給される各種信号等は、信号線710を介して、画素部702、デマルチプレクサ703、ソースドライバ704、ゲートドライバ706、およびFPC端子部708に与えられる。

30

【0191】

また、表示装置700にゲートドライバ706を複数設けてもよい。また、表示装置700としては、ゲートドライバ706を画素部702と同じ第1の基板701に形成し、ソースドライバ704をソースドライバICとしている例を示しているが、この構成に限定されない。例えば、ソースドライバ704を第1の基板701に形成しても良い。なおソースドライバICは、COG(Chip On Glass)方法、ワイヤボンディング方法などで設けることができる。またデマルチプレクサ703は、省略することも可能である。

40

【0192】

また、表示装置700は、様々な素子を有することが出来る。該素子の一例としては、例えば、エレクトロルミネッセンス(EL)素子(有機物および無機物を含むEL素子、有機EL素子、無機EL素子、LEDなど)、発光トランジスタ(電流に応じて発光するトランジスタ)、電子放出素子、液晶素子、電子インク素子、電気泳動素子、エレクトロ

50

ウェットティング素子、プラズマディスプレイパネル（PDP）、MEMS（マイクロ・エレクトロ・メカニカル・システム）ディスプレイ（例えば、グレーティングライトバルブ（GLV）、デジタルマイクロミラーデバイス（DMD）、デジタル・マイクロ・シャッター（DMS）素子、インターフェロメトリック・モジュレーション（IMOD）素子など）、圧電セラミックディスプレイなどが挙げられる。

【0193】

また、EL素子を用いた表示装置の一例としては、ELディスプレイなどがある。電子放出素子を用いた表示装置の一例としては、フィールドエミッションディスプレイ（FED）またはSED方式平面型ディスプレイ（SED：Surface-conduction Electron-emitter Display）などがある。液晶素子を用いた表示装置の一例としては、液晶ディスプレイ（透過型液晶ディスプレイ、半透過型液晶ディスプレイ、反射型液晶ディスプレイ、直視型液晶ディスプレイ、投射型液晶ディスプレイ）などがある。電子インク素子または電気泳動素子を用いた表示装置の一例としては、電子ペーパーなどがある。なお、半透過型液晶ディスプレイや反射型液晶ディスプレイを実現する場合には、画素電極の一部、または、全部が、反射電極としての機能を有するようにすればよい。例えば、画素電極の一部、または、全部が、アルミニウム、銀、などを有するようにすればよい。さらに、その場合、反射電極の下に、SRAMなどの記憶回路を設けることも可能である。これにより、さらに、消費電力を低減することができる。

10

【0194】

なお、表示装置700における表示方式は、プログレッシブ方式やインターレース方式等を用いることができる。また、カラー表示する際に画素で制御する色要素としては、RGB（Rは赤、Gは緑、Bは青を表す）の三色に限定されない。例えば、Rの画素とGの画素とBの画素とW（白）の画素の四画素から構成されてもよい。または、ペンタイル配列のように、RGBのうちの2色分で一つの色要素を構成し、色要素によって、異なる2色を選択して構成してもよい。またはRGBに、イエロー、シアン、マゼンタ等を一色以上追加してもよい。なお、色要素のドット毎にその表示領域の大きさが異なってもよい。ただし、開示する発明はカラー表示の表示装置に限定されるものではなく、モノクロ表示の表示装置に適用することもできる。

20

【0195】

また、バックライト（有機EL素子、無機EL素子、LED、蛍光灯など）に白色発光（W）を用いて表示装置をフルカラー表示させるために、着色層（カラーフィルタともいう。）を用いてもよい。着色層は、例えば、レッド（R）、グリーン（G）、ブルー（B）、イエロー（Y）などを適宜組み合わせる用いることができる。着色層を用いることで、着色層を用いない場合と比べて色の再現性を高くすることができる。このとき、着色層を有する領域と、着色層を有さない領域と、を配置することによって、着色層を有さない領域における白色光を直接表示に利用しても構わない。一部に着色層を有さない領域を配置することで、明るい表示の際に、着色層による輝度の低下を少なくでき、消費電力を2割から3割程度低減できる場合がある。ただし、有機EL素子や無機EL素子などの自発光素子を用いてフルカラー表示する場合、R、G、B、Y、Wを、それぞれの発光色を有する素子から発光させても構わない。自発光素子を用いることで、着色層を用いた場合よりも、さらに消費電力を低減できる場合がある。

30

40

【0196】

また、カラー化方式としては、上述の白色発光からの発光の一部をカラーフィルタを通して赤色、緑色、青色に変換する方式（カラーフィルタ方式）の他、赤色、緑色、青色の発光をそれぞれ用いる方式（3色方式）、または青色発光からの発光の一部を赤色や緑色に変換する方式（色変換方式、量子ドット方式）を適用してもよい。

【0197】

本実施の形態においては、表示素子として液晶素子およびEL素子を用いる構成について、図22および図23を用いて説明する。なお、図22は、図21に示す一点鎖線Q -

50

Rにおける断面図であり、表示素子として液晶素子を用いた構成である。また、図23は、図21に示す一点鎖線Q-Rにおける断面図であり、表示素子としてEL素子を用いた構成である。

【0198】

まず、図22および図23に示す共通部分について最初に説明し、次に異なる部分について以下説明する。

【0199】

<表示装置の共通部分に関する説明>

図22および図23に示す表示装置700は、引き回し配線部711と、画素部702と、デマルチプレクサ703と、FPC端子部708と、を有する。また、引き回し配線部711は、信号線710を有する。また、画素部702は、トランジスタ750および容量素子790を有する。また、デマルチプレクサ703は、トランジスタ752を有する。

10

【0200】

トランジスタ750およびトランジスタ752は、トップゲート型、ボトムゲート型、チャネルエッチ型、チャネル保護型、いずれでも良い。図22および図23はトップゲート型を図示している。トランジスタ750およびトランジスタ752の半導体層には、シリコン系半導体（アモルファスシリコン、多結晶シリコン等）、酸化物半導体（酸化亜鉛、酸化インジウム等）等を用いることができる。図22および図23は酸化物半導体を用いた場合を説明する。

20

【0201】

容量素子790は、トランジスタ750が有する第1の酸化物半導体膜と、同一の酸化物半導体膜を加工する工程を経て形成される下部電極と、トランジスタ750が有するソース電極およびドレイン電極として機能する導電膜と、同一の導電膜を加工する工程を経て形成される上部電極と、を有する。また、下部電極と上部電極との間には、トランジスタ750が有する第2の絶縁膜として機能する絶縁膜、および第3の絶縁膜として機能する絶縁膜と、同一の絶縁膜を形成する工程を経て形成される絶縁膜が設けられる。すなわち、容量素子790は、一对の電極間に誘電体として機能する絶縁膜が挟持された積層型の構造である。

【0202】

また、図22および図23において、トランジスタ750、トランジスタ752、および容量素子790上に平坦化絶縁膜770が設けられている。

30

【0203】

平坦化絶縁膜770としては、ポリイミド樹脂、アクリル樹脂、ポリイミドアミド樹脂、ベンゾシクロブテン樹脂、ポリアミド樹脂、エポキシ樹脂等の耐熱性を有する有機材料を用いることができる。なお、これらの材料で形成される絶縁膜を複数積層させることで、平坦化絶縁膜770を形成してもよい。また、平坦化絶縁膜770を設けない構成としてもよい。

【0204】

また、信号線710は、トランジスタ750、752のソース電極およびドレイン電極として機能する導電膜と同じ工程を経て形成される。なお、信号線710は、トランジスタ750、752のソース電極およびドレイン電極と異なる工程を経て形成された導電膜、例えば、ゲート電極として機能する酸化物半導体膜と同じ工程を経て形成される酸化物半導体膜を用いてもよい。信号線710として、例えば、銅元素を含む材料を用いた場合、配線抵抗に起因する信号遅延等が少なく、大画面での表示が可能となる。

40

【0205】

また、FPC端子部708は、接続電極760、異方性導電膜780、およびFPC716を有する。なお、接続電極760は、トランジスタ750、752のソース電極およびドレイン電極として機能する導電膜と同じ工程を経て形成される。また、接続電極760は、FPC716が有する端子と異方性導電膜780を介して、電氣的に接続される。

50

【0206】

また、第1の基板701および第2の基板705としては、例えばガラス基板を用いることができる。また、第1の基板701および第2の基板705として、可撓性を有する基板を用いてもよい。該可撓性を有する基板としては、例えばプラスチック基板等が挙げられる。

【0207】

また、第1の基板701と第2の基板705の間には、構造体778が設けられる。構造体778は、絶縁膜を選択的にエッチングすることで得られる柱状のスペーサであり、第1の基板701と第2の基板705の間の距離（セルギャップ）を制御するために設けられる。なお、構造体778として、球状のスペーサを用いても良い。

10

【0208】

また、第2の基板705側には、ブラックマトリクスとして機能する遮光膜738と、カラーフィルタとして機能する着色膜736と、遮光膜738および着色膜736に接する絶縁膜734が設けられる。

【0209】

<液晶素子を用いる表示装置の構成例>

図22に示す表示装置700は、液晶素子775を有する。液晶素子775は、導電膜772、導電膜774、および液晶層776を有する。導電膜774は、第2の基板705側に設けられ、対向電極としての機能を有する。図22に示す表示装置700は、導電膜772と導電膜774に印加される電圧によって、液晶層776の配向状態が変わることによって光の透過、非透過が制御され画像を表示することができる。

20

【0210】

また、導電膜772は、トランジスタ750が有するソース電極およびドレイン電極として機能する導電膜に接続される。導電膜772は、平坦化絶縁膜770上に形成され画素電極、すなわち表示素子の一方の電極として機能する。また、導電膜772は、透明電極としての機能を有する。図22に示す表示装置700は、液晶層776でバックライトの光を透過して着色膜736を介して表示する、所謂透過型のカラー液晶表示装置である。

【0211】

導電膜772としては、可視光において透光性のある導電膜、または可視光において反射性のある導電膜を用いることができる。可視光において透光性のある導電膜としては、例えば、インジウム（In）、亜鉛（Zn）、錫（Sn）の中から選ばれた一種を含む材料を用いるとよい。可視光において反射性のある導電膜としては、例えば、アルミニウム、または銀を含む材料を用いるとよい。

30

【0212】

なお、図22において図示しないが、導電膜772、774の液晶層776と接する側に、それぞれ配向膜を設ける構成としてもよい。また、図22において図示しないが、偏光部材、位相差部材、反射防止部材などの光学部材（光学基板）などは適宜設けてもよい。例えば、偏光基板および位相差基板による円偏光を用いてもよい。また、光源としてバックライト、サイドライトなどを用いてもよい。

40

【0213】

表示素子として液晶素子を用いる場合、サーモトロピック液晶、低分子液晶、高分子液晶、高分子分散型液晶、強誘電性液晶、反強誘電性液晶等を用いることができる。これらの液晶材料は、条件により、コレステリック相、スメクチック相、キュービック相、カイラルネマチック相、等方相等を示す。

【0214】

また、横電界方式を採用する場合、配向膜を用いないブルー相を示す液晶を用いてもよい。ブルー相は液晶相の一つであり、コレステリック液晶を昇温していくと、コレステリック相から等方相へ転移する直前に発現する相である。ブルー相は狭い温度範囲でしか発現しないため、温度範囲を改善するために数重量%以上のカイラル剤を混合させた液晶組

50

成物を液晶層に用いる。ブルー相を示す液晶とカイラル剤とを含む液晶組成物は、応答速度が短く、光学的等方性であるため配向処理が不要である。また配向膜を設けなくてもよいのでラビング処理も不要となるため、ラビング処理によって引き起こされる静電破壊を防止することができ、作製工程中の液晶表示装置の不良や破損を軽減することができる。また、ブルー相を示す液晶材料は、視野角依存性が小さい。

【0215】

また、表示素子として液晶素子を用いる場合、TN (Twisted Nematic) モード、IPS (In-Plane-Switching) モード、FFS (Fringe Field Switching) モード、ASM (Axially Symmetric aligned Micro-cell) モード、OCB (Optical Compensated Birefringence) モード、FLC (Ferroelectric Liquid Crystal) モード、AFLC (AntiFerroelectric Liquid Crystal) モードなどを用いることができる。

10

【0216】

また、ノーマリーブラック型の液晶表示装置、例えば垂直配向 (VA) モードを採用した透過型の液晶表示装置としてもよい。垂直配向モードとしては、いくつか挙げられるが、例えば、MVA (Multi-Domain Vertical Alignment) モード、PVA (Patterned Vertical Alignment) モード、ASV モードなどを用いることができる。

20

【0217】

<発光素子を用いる表示装置>

図23に示す表示装置700は、発光素子782を有する。発光素子782は、導電膜784、EL層786、および導電膜788を有する。図23に示す表示装置700は、発光素子782が有するEL層786が発光することによって、画像を表示することができる。

【0218】

また、導電膜784は、トランジスタ750が有するソース電極およびドレイン電極として機能する導電膜に接続される。導電膜784は、平坦化絶縁膜770上に形成され画素電極、すなわち表示素子の一方の電極として機能する。導電膜784としては、可視光において透光性のある導電膜、または可視光において反射性のある導電膜を用いることができる。可視光において透光性のある導電膜としては、例えば、インジウム (In)、亜鉛 (Zn)、錫 (Sn) の中から選ばれた一種を含む材料を用いるとよい。可視光において反射性のある導電膜としては、例えば、アルミニウム、または銀を含む材料を用いるとよい。

30

【0219】

また、図23に示す表示装置700には、平坦化絶縁膜770および導電膜784上に絶縁膜730が設けられる。絶縁膜730は、導電膜784の一部を覆う。なお、発光素子782はトップエミッション構造である。したがって、導電膜788は透光性を有し、EL層786が発する光を透過する。なお、本実施の形態においては、トップエミッション構造について、例示するが、これに限定されない。例えば、導電膜784側に光を射出するボトムエミッション構造や、導電膜784および導電膜788の双方に光を射出するデュアルエミッション構造にも適用することができる。

40

【0220】

また、発光素子782と重なる位置に、着色膜736が設けられ、絶縁膜730と重なる位置、引き回し配線部711、およびソースドライバ704に遮光膜738が設けられている。また、着色膜736および遮光膜738は、絶縁膜734で覆われている。また、発光素子782と絶縁膜734の間は封止膜732で充填されている。なお、図23に示す表示装置700においては、着色膜736を設ける構成について例示したが、これに限定されない。例えば、EL層786を塗り分けにより形成する場合においては、着色膜

50

736を設けない構成としてもよい。

【0221】

本実施の形態に示す構成は、他の実施の形態に示す構成と適宜組み合わせて用いることができる。

【0222】

(実施の形態4)

本実施の形態においては、先の実施の形態で例示した表示装置の自動車、およびその他の移動体への適用例について、図24および図25を用いて以下説明を行う。

【0223】

<表示システムの移動体への適用例>

10

上述した表示システムが有する表示装置について、移動体である自動車の運転席周辺に設ける場合の例について説明する。

【0224】

例えば図24(A)は、運転席と助手席にベンチシートを採用した自動車の室内を示している。図24(A)では、ドア部に設けられた表示装置52A、ハンドルに設けられた表示装置52B、ベンチシートの座面の中央部に設けられた表示装置52Cを図示している。

【0225】

表示装置52Aには、例えば、車体に設けられた撮像装置からの画像を表示部に映し出すことによって、ドアで遮られた視界を補完することができる。

20

【0226】

表示装置52Bおよび52Cは、車体に設けられた撮像装置からの画像の他、ナビゲーション情報、スピードメーターやタコメーター等のメーター、走行距離、給油量、ギア状態、エアコンの設定など、その他様々な情報を提供することができる。また、表示装置に表示される表示項目やレイアウトなどは、ユーザの好みに合わせて適宜変更することができる。表示装置52Bおよび52Cは、照明装置として用いることも可能である。

【0227】

また図24(B)は、自動車の室内におけるフロントガラス周辺を表す図である。図24(B)では、ダッシュボードに取り付けられた表示装置53Aを図示している。

【0228】

30

表示装置53Aは、ナビゲーション情報、スピードメーターやタコメーター、走行距離、給油量、ギア状態、エアコンの設定など、その他様々な情報を提供することができる。また、表示装置に表示される表示項目やレイアウトなどは、ユーザの好みに合わせて適宜変更することができ、デザイン性を高めることが可能である。表示装置53Aは、照明装置として用いることも可能である。

【0229】

また表示装置53Aには、車体に設けられた撮像手段からの映像を映し出すことによって、車体に遮られた視界(死角)を補完することができる。すなわち、自動車の外側に設けられた撮像手段からの画像を表示することによって、死角を補い、安全性を高めることができる。また、見えない部分を補完する映像を映すことによって、より自然に違和感なく安全確認を行うことができる。表示装置53Aは、照明装置として用いることも可能である。

40

【0230】

<移動体の例>

移動体の例について説明する。

【0231】

本発明の一態様に係る表示システムは、自動車に限らず様々な移動体に用いることができる。これら移動体の具体例を図25(A)乃至(C)に示す。

【0232】

図25(A)はバス302である。本発明の一態様に係る移動体は、バス302に用い

50

ることができる。表示システムはバス 3 0 2 の外部の画像を撮像し、視認する際の画像の視認性を高めることができる。そのため、安全性が高められたバス 3 0 2 とすることができる。

【 0 2 3 3 】

図 2 5 (B) は電車 3 0 3 である。本発明の一態様に係る移動体は、電車 3 0 3 に用いることができる。表示システムは電車 3 0 3 の外部の画像を撮像し、視認する際の画像の視認性を高めることができる。そのため、安全性が高められた電車 3 0 3 とすることができる。

【 0 2 3 4 】

図 2 5 (C) は飛行機 3 0 4 である。本発明の一態様に係る移動体は、飛行機 3 0 4 に用いることができる。表示システムは飛行機 3 0 4 の外部の画像を撮像し、視認する際の画像の視認性を高めることができる。そのため、安全性が高められた飛行機 3 0 4 とすることができる。

10

【 0 2 3 5 】

< 本明細書等の記載に関する付記 >

本明細書等において、「第 1 」、「第 2 」、「第 3 」という序数詞は、構成要素の混同を避けるために付したものである。従って、構成要素の数を限定するものではない。また、構成要素の順序を限定するものではない。

【 0 2 3 6 】

本明細書等において、ブロック図では、構成要素を機能毎に分類し、互いに独立したブロックとして示している。しかしながら実際の回路等においては、構成要素を機能毎に切り分けることが難しく、一つの回路に複数の機能が係わる場合や、複数の回路にわたって一つの機能が関わる場合があり得る。そのため、ブロック図のブロックは、明細書で説明した構成要素に限定されず、状況に応じて適切に言い換えることができる。

20

【 0 2 3 7 】

なお図面において、同一の要素または同様な機能を有する要素、同一の材質の要素、あるいは同時に形成される要素等には同一の符号を付す場合があり、その繰り返しの説明は省略する場合がある。

【 0 2 3 8 】

本明細書等において、トランジスタの接続関係を説明する際、「ソース又はドレインの一方」(又は第 1 電極、又は第 1 端子)、「ソース又はドレインの他方」(又は第 2 電極、又は第 2 端子)と表記している。これは、トランジスタのソースとドレインは、トランジスタの構造又は動作条件等によって変わるためである。なおトランジスタのソースとドレインの呼称については、ソース(ドレイン)端子や、ソース(ドレイン)電極等、状況に応じて適切に言い換えることができる。

30

【 0 2 3 9 】

また、本明細書等において、電圧と電位は、適宜言い換えることができる。電圧は、基準となる電位からの電位差のことであり、例えば基準となる電位をグラウンド電位(接地電位)とすると、電圧を電位に言い換えることができる。グラウンド電位は必ずしも 0 V を意味するとは限らない。なお電位は相対的なものであり、基準となる電位によっては、配線等に与える電位を変化させる場合がある。

40

【 0 2 4 0 】

本明細書等において、スイッチとは、導通状態(オン状態)、または、非導通状態(オフ状態)になり、電流を流すか流さないかを制御する機能を有するものをいう。または、スイッチとは、電流を流す経路を選択して切り替える機能を有するものをいう。

【 0 2 4 1 】

一例としては、電氣的スイッチ又は機械的なスイッチなどを用いることができる。つまり、スイッチは、電流を制御できるものであればよく、特定のものに限定されない。

【 0 2 4 2 】

なお、スイッチとしてトランジスタを用いる場合、トランジスタの「導通状態」とは、

50

トランジスタのソースとドレインが電氣的に短絡されているとみなせる状態をいう。また、トランジスタの「非導通状態」とは、トランジスタのソースとドレインが電氣的に遮断されているとみなせる状態をいう。なおトランジスタを単なるスイッチとして動作させる場合には、トランジスタの極性（導電型）は特に限定されない。

【0243】

本明細書等において、AとBとが接続されている、とは、AとBとが直接接続されているものの他、電氣的に接続されているものを含むものとする。ここで、AとBとが電氣的に接続されているとは、AとBとの間で、何らかの電氣的な作用を有する対象物が存在するとき、AとBとの電気信号の授受を可能とするものをいう。

【符号の説明】

【0244】

10：表示システム、10A：表示システム、10B：表示システム、10C：表示システム、11：撮像装置、11A：撮像装置、12：特徴量出力回路、13：データベース、14：画像処理回路、15：表示装置、16：撮像データ、17：特徴量データ、18：補正用データ、19：検出用データ、20：送受信回路、21：ネットワーク、22：自動車、22A：自動車、23：データ処理回路、24：中継局、25：センサ、S11-S17：ステップ、S21-S26：ステップ、30：ニューラルネットワーク、31：入力層、32：中間層、33：出力層、34：フィルタ、35：畳み込みデータ、36：プーリングデータ、37：フィルタ、38：畳み込みデータ、39：プーリングデータ、40：全結合データ、41：出力データ、42：自動車、43：光源、44：照射方向、45：撮像方向、46：レンズ、47：水滴、48：鮮明領域、49：不鮮明領域、11_1-11_n：撮像装置、15_1-15_n：表示装置、S31-S34：ステップ、18A：画像、19A：画像、17A：特徴量データ、51：画像データ、700：表示装置、701：基板、702：画素部、703：デマルチプレクサ、704：ソースドライバ、705：基板、706：ゲートドライバ、708：FPC端子部、710：信号線、711：配線部、712：シール材、716：FPC、730：絶縁膜、732：封止膜、734：絶縁膜、736：着色膜、738：遮光膜、750：トランジスタ、752：トランジスタ、760：接続電極、770：平坦化絶縁膜、772：導電膜、774：導電膜、775：液晶素子、776：液晶層、778：構造体、780：異方性導電膜、782：発光素子、784：導電膜、786：EL層、788：導電膜、790：容量素子、52A-52C：表示装置、53A：表示装置、302：バス、303：電車、304：飛行機

10

20

30

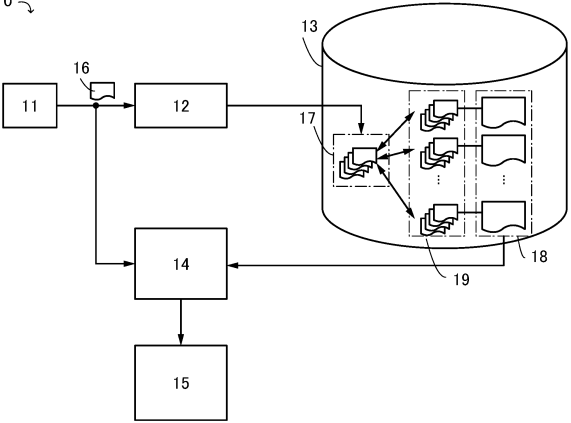
40

50

【図面】

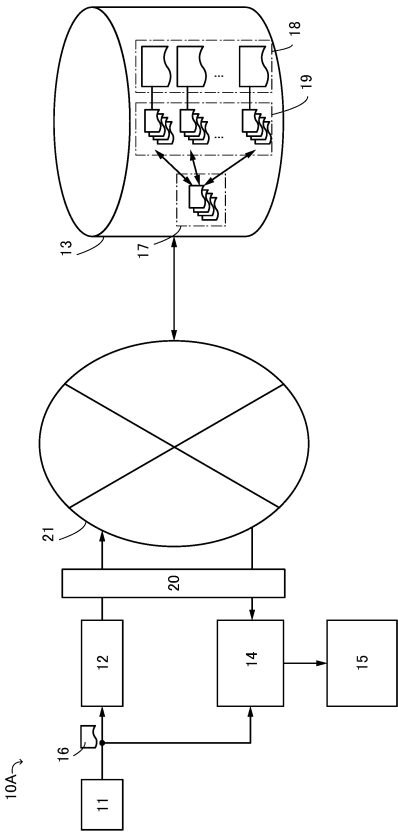
【図 1】

10 ↷



【図 2】

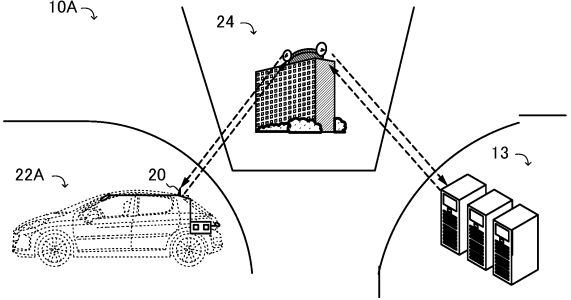
10A ↷



【図 3】

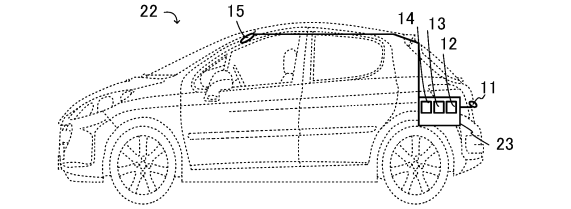
(A)

10A ↷



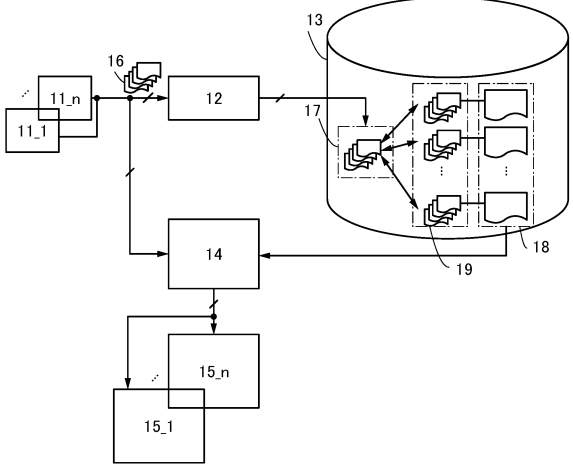
(B)

22 ↷



【図 4】

10B ↷



10

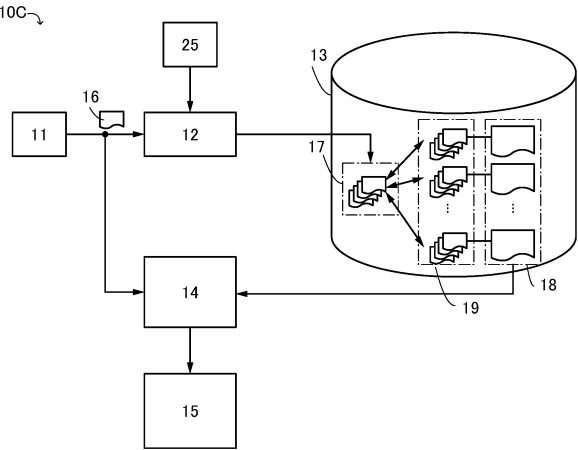
20

30

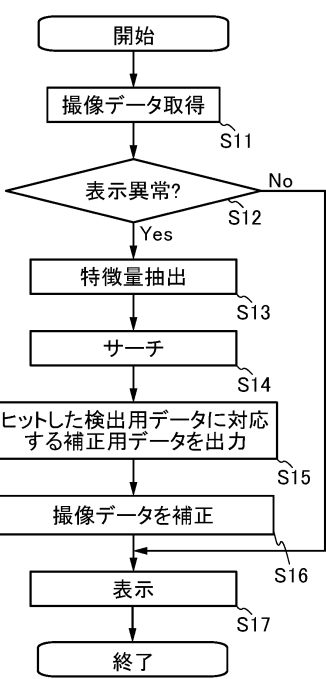
40

50

【図 5】



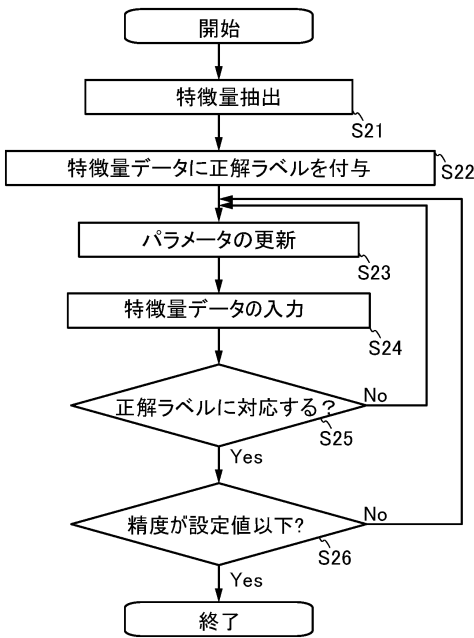
【図 6】



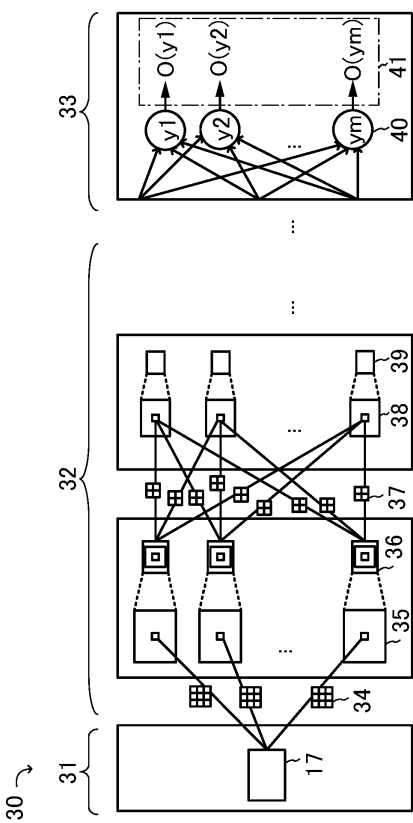
10

20

【図 7】



【図 8】

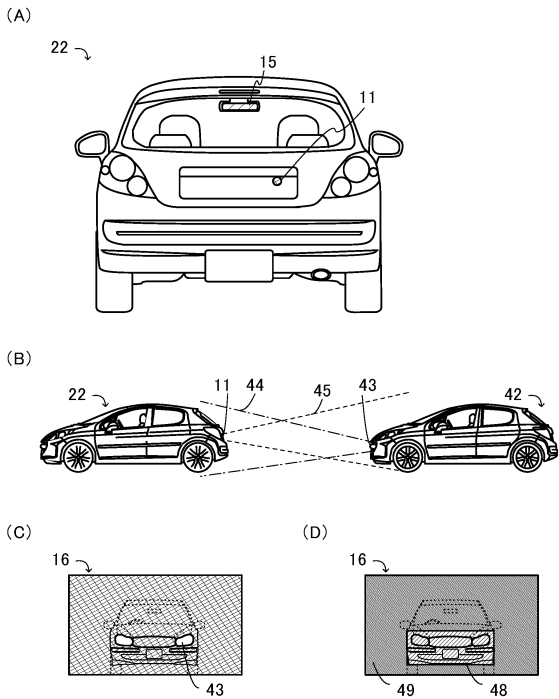


30

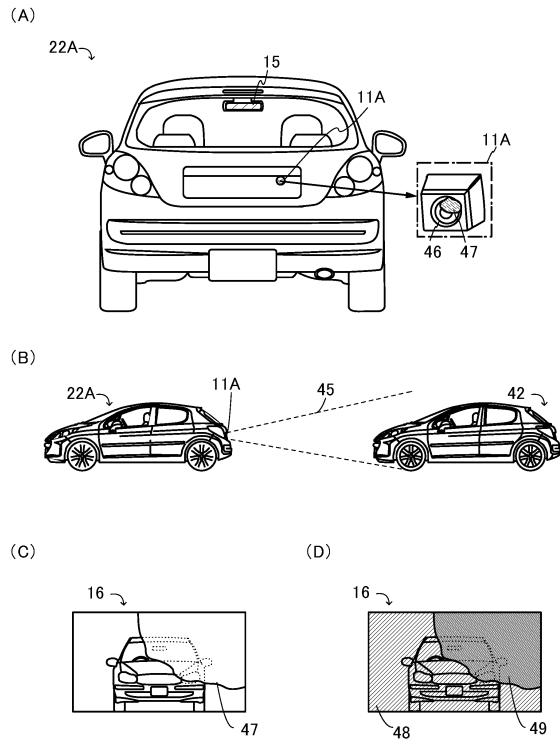
40

50

【図 9】



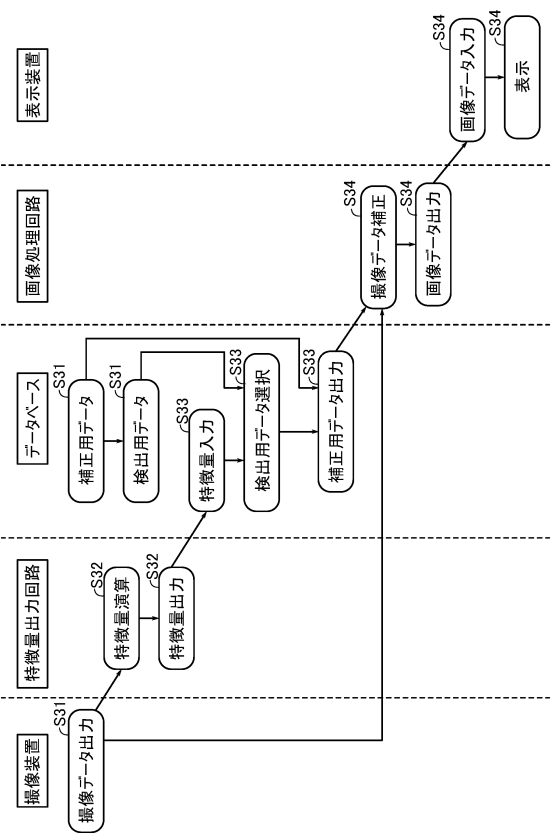
【図 10】



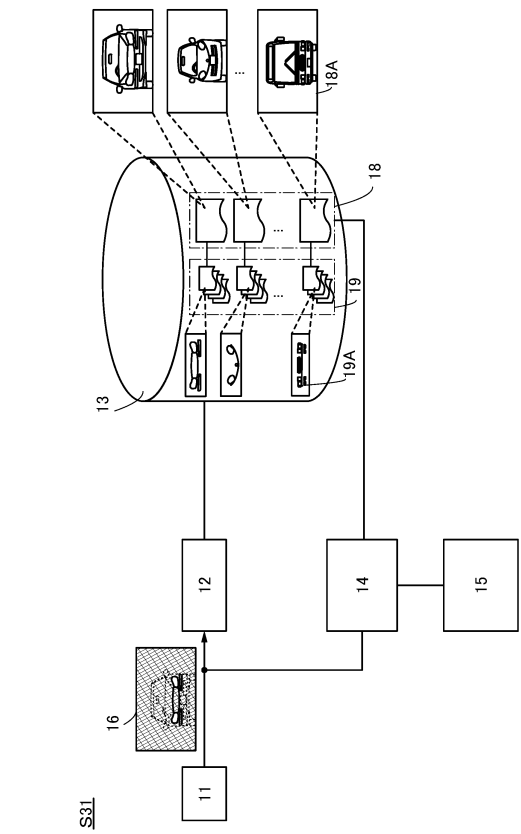
10

20

【図 11】



【図 12】

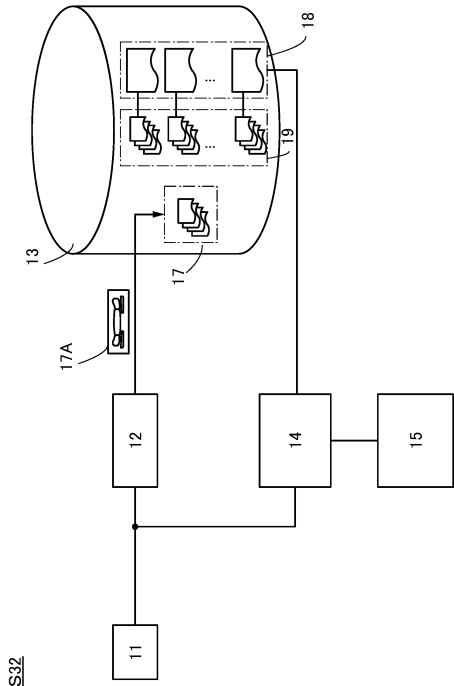


30

40

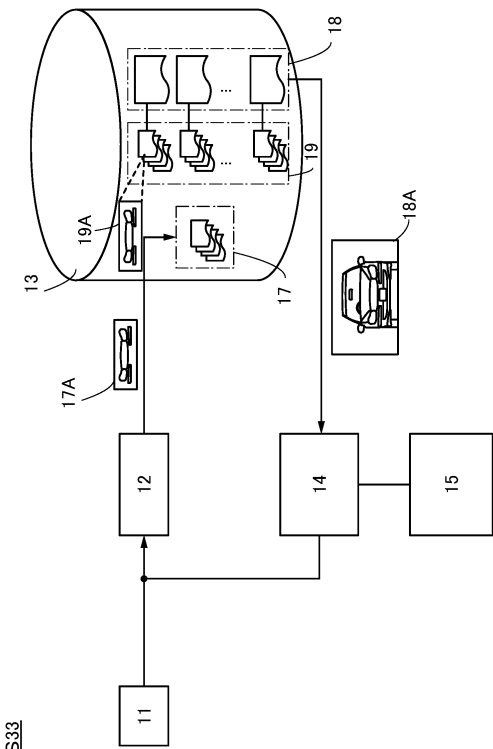
50

【図 1 3】



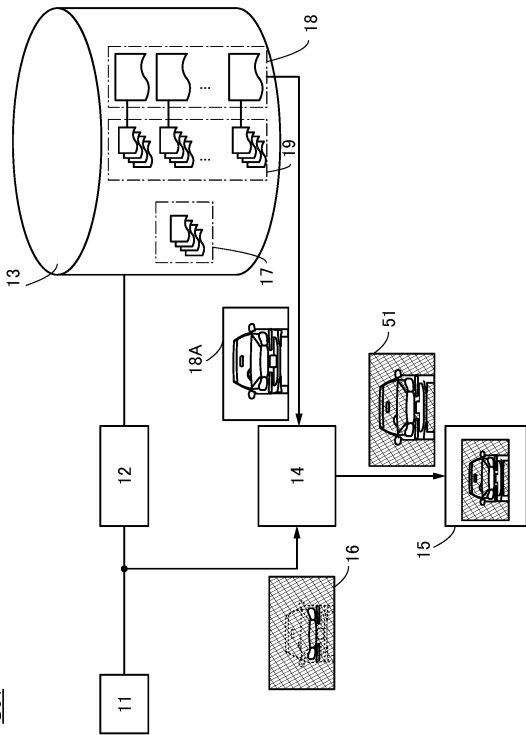
S32

【図 1 4】



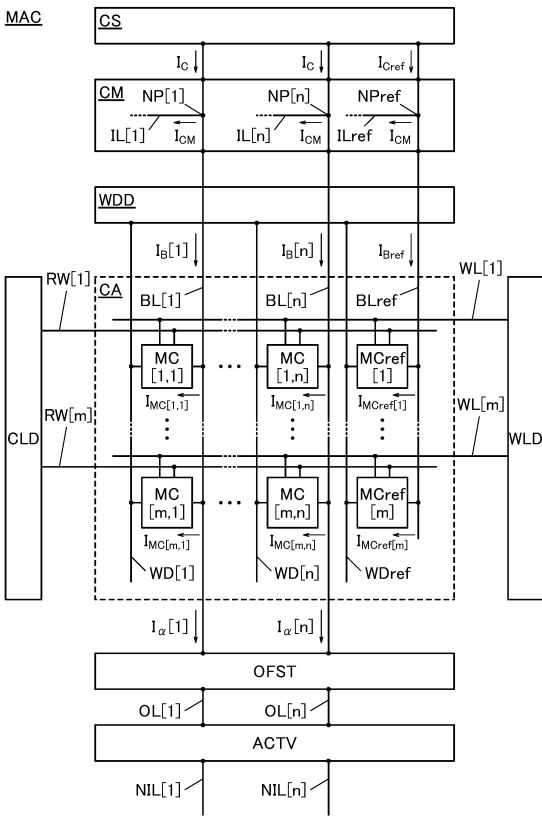
S33

【図 1 5】



S34

【図 1 6】



10

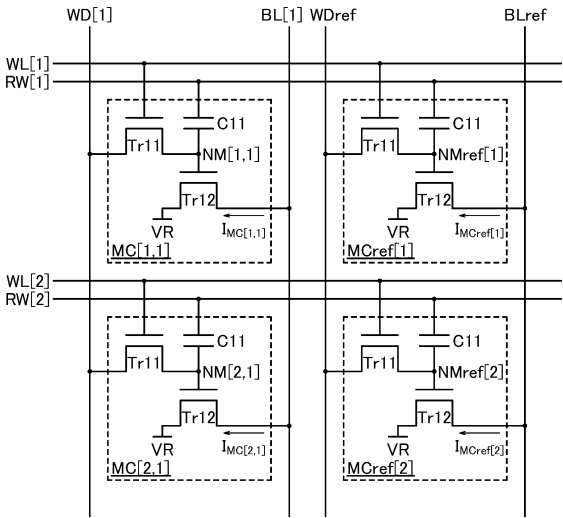
20

30

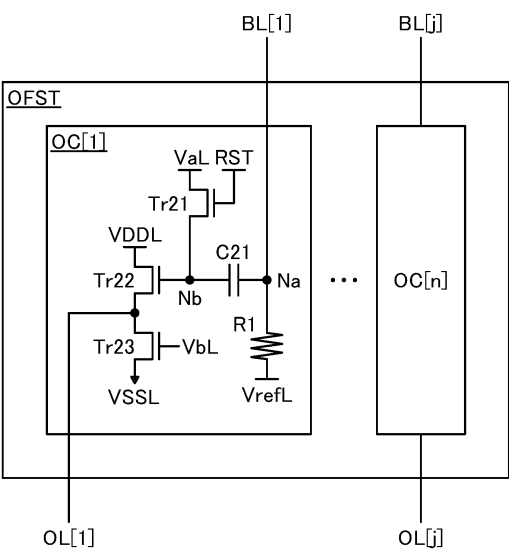
40

50

【図 17】

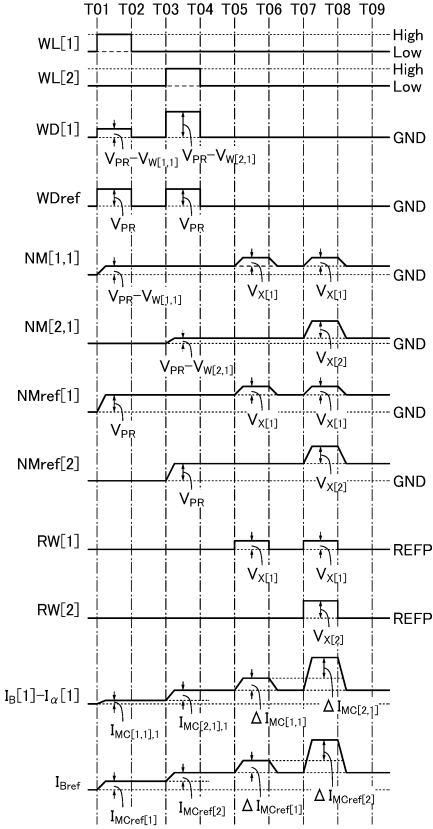


【図 18】

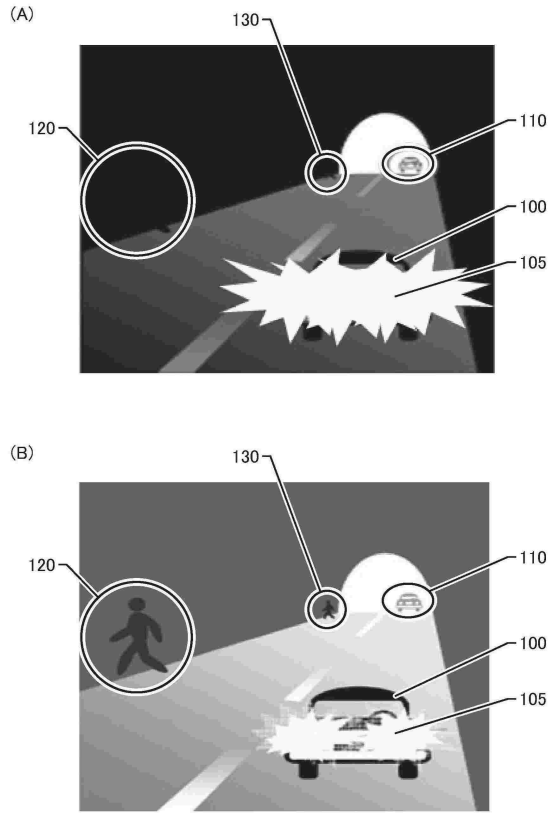


10

【図 19】



【図 20】



20

30

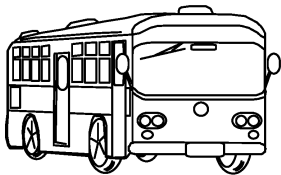
40

50

【 図 2 5 】

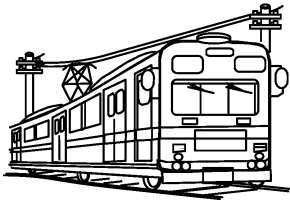
(A)

302



(B)

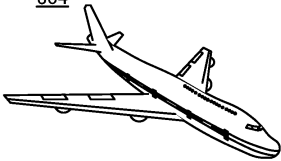
303



10

(C)

304



20

30

40

50

フロントページの続き

(33)優先権主張国・地域又は機関

日本国(JP)

(56)参考文献

特開 2 0 0 6 - 1 6 0 1 9 2 (J P , A)

特開 2 0 1 0 - 2 7 3 3 2 8 (J P , A)

特開 2 0 0 3 - 0 7 6 9 8 8 (J P , A)

特開 2 0 1 6 - 1 3 4 1 2 9 (J P , A)

特開 2 0 1 1 - 2 1 7 3 1 8 (J P , A)

特開 2 0 0 3 - 1 8 9 2 9 3 (J P , A)

特開 2 0 0 4 - 2 6 0 5 2 7 (J P , A)

米国特許出願公開第 2 0 1 7 / 0 1 1 0 5 9 2 (U S , A 1)

米国特許出願公開第 2 0 1 6 / 0 3 5 0 6 0 1 (U S , A 1)

米国特許出願公開第 2 0 0 3 / 0 0 7 6 4 1 4 (U S , A 1)

韓国登録特許第 1 0 - 1 4 5 1 0 7 0 (K R , B 1)

(58)調査した分野 (Int.Cl., D B 名)

H 0 4 N 7 / 1 8

G 0 9 G 5 / 0 0 - 5 / 4 2

G 0 6 T 1 / 0 0

B 6 0 R 1 / 2 0

9 / 0 0 - 1 1 / 0 6