

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2002年9月19日 (19.09.2002)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 02/073594 A1

- (51) 国際特許分類: G10L 13/00, 13/08
- (21) 国際出願番号: PCT/JP02/02176
- (22) 国際出願日: 2002年3月8日 (08.03.2002)
- (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2001-66376 2001年3月9日 (09.03.2001) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): ソニー株式会社 (SONY CORPORATION) [JP/JP]; 〒141-0001 東京都品川区北品川6丁目7番35号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 山崎 信英 (YAMAZAKI, Nobuhide) [JP/JP]; 〒141-0001 東京都品川

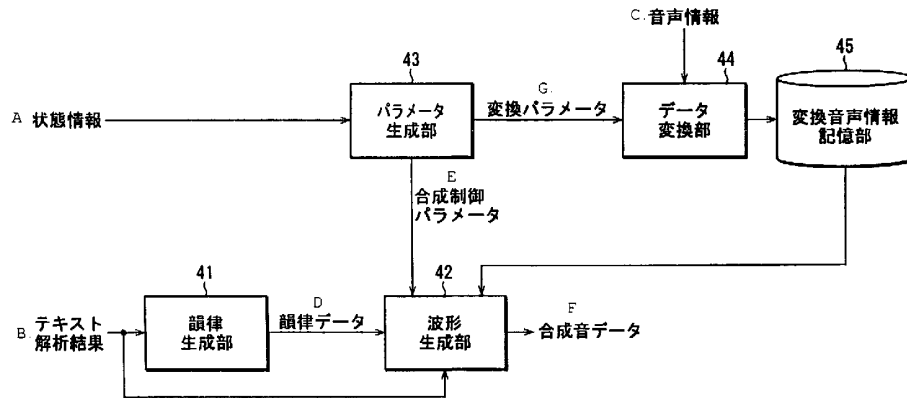
区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内 Tokyo (JP). 小林 賢一郎 (KOBAYASHI, Kenichiro) [JP/JP]; 〒141-0001 東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内 Tokyo (JP). 浅野 康治 (ASANO, Yasuharu) [JP/JP]; 〒141-0001 東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内 Tokyo (JP). 狩谷 真一 (KARIYA, Shinichi) [JP/JP]; 〒141-0001 東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内 Tokyo (JP). 藤田 八重子 (FUJITA, Yaeko) [JP/JP]; 〒141-0001 東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内 Tokyo (JP).

- (74) 代理人: 稲本 義雄 (INAMOTO, Yoshio); 〒160-0023 東京都新宿区西新宿7丁目11番18号 711ビルディング4階 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (国内): CN, KR, US.
- (84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR).

[続葉有]

(54) Title: VOICE SYNTHESIS DEVICE

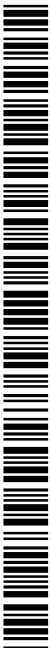
(54) 発明の名称: 音声合成装置



- A...STATUS INFORMATION
- B...TEXT ANALYSIS RESULTS
- 41...RHYTHM PRODUCING UNIT
- D...RHYTHM DATA
- 43...PARAMETER PRODUCING UNIT
- E...SYNTHETIC CONTROL PARAMETER
- 42...WAVEFORM PRODUCING UNIT
- G...CONVERSION PARAMETER
- F...COMPOSITE TONE
- C...VOICE INFORMATION
- 44...DATA CONVERTING UNIT
- 45...CONVERSION VOICE INFORMATION STORING UNIT

(57) Abstract: A voice synthesis device capable of producing a composite tone rich in emotion by producing a composite tone having its tone quality changed according to an emotion status, wherein a parameter producing unit (43) produces a conversion parameter and a synthetic control parameter based on status information indicating the emotion status of a pet robot. A data converting unit (44) converts the frequency characteristics of phoneme piece data as voice information. A waveform producing unit (42) obtains necessary phoneme piece data based on phoneme information contained in the text analysis results, and connects the phoneme piece data together while processing the data based on rhythm data and the synthetic control parameter to produce composite tone data having corresponding rhythm and tone quality. The device is applicable to a robot that produces composite tones.

[続葉有]



WO 02/073594 A1



添付公開書類：
— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(57) 要約:

本発明は、感情豊かな合成音を生成することができるようにした音声合成装置に関する。感情の状態に応じて音質を変えた合成音を生成することにより、感情豊かな合成音を得る。パラメータ生成部43は、ペットロボットの感情の状態を表す状態情報に基づいて、変換パラメータと合成制御パラメータを生成する。データ変換部44は、音声情報としての音素片データの周波数特性を変換する。波形生成部42は、テキスト解析結果に含まれる音韻情報に基づいて、必要な音素片データを得て、その音素片データを、韻律データと合成制御パラメータに基づいて加工しながら接続し、対応する韻律と音質の合成音データを生成する。本発明は、合成音を出力するロボットに適用できる。

明細書

音声合成装置

技術分野

- 5 本発明は、音声合成装置に関し、特に、例えば、感情豊かな合成音を生成することができるようにする音声合成装置に関する。

背景技術

- 10 従来の音声合成装置においては、テキストや発音記号を与えることによって、対応する合成音が生成される。

ところで、最近、例えば、ペット型のペットロボット等として、音声合成装置を搭載し、ユーザに話しかけるものが提案されている。

- 15 さらに、ペットロボットとしては、感情の状態を表す感情モデルを取り入れ、その感情モデルが表す感情の状態に応じて、ユーザの命令に従ったり、従わなかったりするものも提案されている。

従って、感情モデルに応じて、例えば、合成音の音質を変化させることができれば、感情に応じた音質の合成音が出力され、ペットロボットのエンタテイメント性を向上させることができると考えられる。

20 発明の開示

本発明は、このような状況に鑑みてなされたものであり、感情の状態に応じて音質を変えた合成音を生成することにより、感情豊かな合成音を得ることができるようにするものである。

- 25 本発明の音声合成装置は、所定の情報のうち、合成音の音質に影響する音質影響情報を、外部から供給される、感情の状態を表す状態情報に基づいて生成する音質影響情報生成手段と、音質影響情報を用いて、音質を制御した合成音を生成する音声合成手段とを備えることを特徴とする。

本発明の音声合成方法は、所定の情報のうち、合成音の音質に影響する音質影響情報を、外部から供給される、感情の状態を表す状態情報に基づいて生成する音質影響情報生成ステップと、音質影響情報を用いて、音質を制御した合成音を生成する音声合成ステップとを備えることを特徴とする。

- 5 本発明のプログラムは、所定の情報のうち、合成音の音質に影響する音質影響情報を、外部から供給される、感情の状態を表す状態情報に基づいて生成する音質影響情報生成ステップと、音質影響情報を用いて、音質を制御した合成音を生成する音声合成ステップとを備えることを特徴とする。

- 10 本発明の記録媒体は、所定の情報のうち、合成音の音質に影響する音質影響情報を、外部から供給される、感情の状態を表す状態情報に基づいて生成する音質影響情報生成ステップと、音質影響情報を用いて、音質を制御した合成音を生成する音声合成ステップとを備えるプログラムが記録されていることを特徴とする。

- 15 本発明においては、所定の情報のうち、合成音の音質に影響する音質影響情報が、外部から供給される、感情の状態を表す状態情報に基づいて生成され、その音質影響情報を用いて、音質を制御した合成音が生産される。

図面の簡単な説明

- 20 図1は、本発明を適用したロボットの一実施の形態の外観構成例を示す斜視図である。

図2は、ロボットの内部構成例を示すブロック図である。

図3は、コントローラ10の機能的構成例を示すブロック図である。

図4は、音声認識部50Aの構成例を示すブロック図である。

図5は、音声合成部55の構成例を示すブロック図である。

- 25 図6は、規則合成部32の構成例を示すブロック図である。

図7は、規則合成部32の処理を説明するフローチャートである。

図8は、波形生成部42の第1の構成例を示すブロック図である。

- 図9は、データ変換部44の第1の構成例を示すブロック図である。
- 図10Aは、高域強調フィルタの特性を示す図である。。
- 図10Bは、高域抑圧フィルタの特性を示す図である。
- 図11は、波形生成部42の第2の構成例を示すブロック図である。
- 5 図12は、データ変換部44の第2の構成例を示すブロック図である。
- 図13は、本発明を適用したコンピュータの一実施の形態の構成例を示すブロック図である。

発明を実施するための最良の形態

- 10 図1は、本発明を適用したロボットの一実施の形態の外観構成例を示しており、図2は、その電氣的構成例を示している。

本実施の形態では、ロボットは、例えば、犬等の四つ足の動物の形状のものとなっており、胴体部ユニット2の前後左右に、それぞれ脚部ユニット3A、3B、3C、3Dが連結されるとともに、胴体部ユニット2の前端部と後端部に、それぞれ頭部ユニット4と尻尾部ユニット5が連結されることにより構成
15 されている。

尻尾部ユニット5は、胴体部ユニット2の上面に設けられたベース部5Bから、2自由度をもって湾曲または揺動自在に引き出されている。

- 20 胴体部ユニット2には、ロボット全体の制御を行うコントローラ10、ロボットの動力源となるバッテリー11、並びにバッテリーセンサ12および熱センサ13からなる内部センサ部14などが収納されている。

- 頭部ユニット4には、「耳」に相当するマイク（マイクロフォン）15、「目」に相当するCCD (Charge Coupled Device)カメラ16、触覚に相当するタッチセンサ17、「口」に相当するスピーカ18などが、それぞれ所定位置
25 に配設されている。また、頭部ユニット4には、口の下顎に相当する下顎部4Aが1自由度をもって可動に取り付けられており、この下顎部4Aが動くことにより、ロボットの口の開閉動作が実現されるようになっている。

脚部ユニット 3 A 乃至 3 D それぞれの関節部分や、脚部ユニット 3 A 乃至 3 D それぞれと胴体部ユニット 2 の連結部分、頭部ユニット 4 と胴体部ユニット 2 の連結部分、頭部ユニット 4 と下顎部 4 A の連結部分、並びに尻尾部ユニット 5 と胴体部ユニット 2 の連結部分などには、図 2 に示すように、それぞれアクチュエータ 3 A A₁ 乃至 3 A A_K、3 B A₁ 乃至 3 B A_K、3 C A₁ 乃至 3 C A_K、3 D A₁ 乃至 3 D A_K、4 A₁ 乃至 4 A_L、5 A₁ および 5 A₂ が配設されている。

頭部ユニット 4 におけるマイク 1 5 は、ユーザからの発話を含む周囲の音声(音)を集音し、得られた音声信号を、コントローラ 1 0 に送出する。CCD カメラ 1 6 は、周囲の状況を撮像し、得られた画像信号を、コントローラ 1 0 に送出する。

タッチセンサ 1 7 は、例えば、頭部ユニット 4 の上部に設けられており、ユーザからの「なでる」や「たたく」といった物理的な働きかけにより受けた圧力を検出し、その検出結果を圧力検出信号としてコントローラ 1 0 に送出する。

胴体部ユニット 2 におけるバッテリーセンサ 1 2 は、バッテリー 1 1 の残量を検出し、その検出結果を、バッテリー残量検出信号としてコントローラ 1 0 に送出する。熱センサ 1 3 は、ロボット内部の熱を検出し、その検出結果を、熱検出信号としてコントローラ 1 0 に送出する。

コントローラ 1 0 は、CPU (Central Processing Unit) 1 0 A やメモリ 1 0 B 等を内蔵しており、CPU 1 0 A において、メモリ 1 0 B に記憶された制御プログラムが実行されることにより、各種の処理を行う。

即ち、コントローラ 1 0 は、マイク 1 5 や、CCD カメラ 1 6、タッチセンサ 1 7、バッテリーセンサ 1 2、熱センサ 1 3 から与えられる音声信号、画像信号、圧力検出信号、バッテリー残量検出信号、熱検出信号に基づいて、周囲の状況や、ユーザからの指令、ユーザからの働きかけなどの有無を判断する。

さらに、コントローラ 1 0 は、この判断結果等に基づいて、続く行動を決定し、その決定結果に基づいて、アクチュエータ 3 A A₁ 乃至 3 A A_K、3 B A₁ 乃至 3 B A_K、3 C A₁ 乃至 3 C A_K、3 D A₁ 乃至 3 D A_K、4 A₁ 乃至 4 A_L、5 A₁、

5 A₂のうちの必要なものを駆動させる。これにより、頭部ユニット4を上下左右に振らせたり、下顎部4Aを開閉させる。さらには、尻尾部ユニット5を動かしたり、各脚部ユニット3A乃至3Dを駆動して、ロボットを歩行させるなどの行動を行わせる。

- 5 また、コントローラ10は、必要に応じて、合成音を生成し、スピーカ18に供給して出力させたり、ロボットの「目」の位置に設けられた図示しないLED (Light Emitting Diode) を点灯、消灯または点滅させる。

以上のようにして、ロボットは、周囲の状況等に基づいて自律的に行動をとるようになっている。

- 10 次に、図3は、図2のコントローラ10の機能的構成例を示している。なお、図3に示す機能的構成は、CPU10Aが、メモリ10Bに記憶された制御プログラムを実行することで実現されるようになっている。

- 15 コントローラ10は、特定の外部状態を認識するセンサ入力処理部50、センサ入力処理部50の認識結果を累積して、感情や、本能、成長の状態を表現するモデル記憶部51、センサ入力処理部50の認識結果等に基づいて、続く行動を決定する行動決定機構部52、行動決定機構部52の決定結果に基づいて、実際にロボットに行動を起こさせる姿勢遷移機構部53、各アクチュエータ3A₁乃至5A₁および5A₂を駆動制御する制御機構部54、並びに合成音を生成する音声合成部55から構成されている。

- 20 センサ入力処理部50は、マイク15や、CCDカメラ16、タッチセンサ17等から与えられる音声信号、画像信号、圧力検出信号等に基づいて、特定の外部状態や、ユーザからの特定の働きかけ、ユーザからの指示等を認識し、その認識結果を表す状態認識情報を、モデル記憶部51および行動決定機構部52に通知する。

- 25 即ち、センサ入力処理部50は、音声認識部50Aを有しており、音声認識部50Aは、マイク15から与えられる音声信号について音声認識を行う。そして、音声認識部50Aは、その音声認識結果としての、例えば、「歩け」、

「伏せ」、「ボールを追いかけろ」等の指令その他を、状態認識情報として、モデル記憶部51および行動決定機構部52に通知する。

また、センサ入力処理部50は、画像認識部50Bを有しており、画像認識部50Bは、CCDカメラ16から与えられる画像信号を用いて、画像認識処理を行う。そして、画像認識部50Bは、その処理の結果、例えば、「赤い丸いもの」や、「地面に対して垂直なかつ所定高さ以上の平面」等を検出したときには、「ボールがある」や、「壁がある」等の画像認識結果を、状態認識情報として、モデル記憶部51および行動決定機構部52に通知する。

さらに、センサ入力処理部50は、圧力処理部50Cを有しており、圧力処理部50Cは、タッチセンサ17から与えられる圧力検出信号を処理する。そして、圧力処理部50Cは、その処理の結果、所定の閾値以上で、かつ短時間の圧力を検出したときには、「たたかれた（しかられた）」と認識し、所定の閾値未満で、かつ長時間の圧力を検出したときには、「なでられた（ほめられた）」と認識して、その認識結果を、状態認識情報として、モデル記憶部51および行動決定機構部52に通知する。

モデル記憶部51は、ロボットの感情、本能、成長の状態を表現する感情モデル、本能モデル、成長モデルをそれぞれ記憶、管理している。

ここで、感情モデルは、例えば、「うれしさ」、「悲しさ」、「怒り」、「楽しさ」等の感情の状態（度合い）を、所定の範囲（例えば、-1.0乃至1.0等）の値によってそれぞれ表し、センサ入力処理部50からの状態認識情報や時間経過等に基づいて、その値を変化させる。本能モデルは、例えば、「食欲」、「睡眠欲」、「運動欲」等の本能による欲求の状態（度合い）を、所定の範囲の値によってそれぞれ表し、センサ入力処理部50からの状態認識情報や時間経過等に基づいて、その値を変化させる。成長モデルは、例えば、「幼年期」、「青年期」、「熟年期」、「老年期」等の成長の状態（度合い）を、所定の範囲の値によってそれぞれ表し、センサ入力処理部50からの状態認識情報や時間経過等に基づいて、その値を変化させる。

モデル記憶部 5 1 は、上述のようにして感情モデル、本能モデル、成長モデルの値で表される感情、本能、成長の状態を、状態情報として、行動決定機構部 5 2 に送出する。

5 なお、モデル記憶部 5 1 には、センサ入力処理部 5 0 から状態認識情報が供給される他、行動決定機構部 5 2 から、ロボットの現在または過去の行動、具体的には、例えば、「長時間歩いた」などの行動の内容を示す行動情報が供給されるようになっており、モデル記憶部 5 1 は、同一の状態認識情報が与えられても、行動情報が示すロボットの行動に応じて、異なる状態情報を生成するようになっている。

10 即ち、例えば、ロボットが、ユーザに挨拶をし、ユーザに頭を撫でられた場合には、ユーザに挨拶をしたという行動情報と、頭を撫でられたという状態認識情報とが、モデル記憶部 5 1 に与えられ、この場合、モデル記憶部 5 1 では、「うれしさ」を表す感情モデルの値が増加される。

15 一方、ロボットが、何らかの仕事を実行中に頭を撫でられた場合には、仕事を
15 実行中であるという行動情報と、頭を撫でられたという状態認識情報とが、
モデル記憶部 5 1 に与えられ、この場合、モデル記憶部 5 1 では、「うれしさ」を表す感情モデルの値は変化されない。

20 このように、モデル記憶部 5 1 は、状態認識情報だけでなく、現在または過去のロボットの行動を示す行動情報も参照しながら、感情モデルの値を設定する。これにより、例えば、何らかのタスクを実行中に、ユーザが、いたずらするつもりで頭を撫でたときに、「うれしさ」を表す感情モデルの値を増加させるような、不自然な感情の変化が生じることを回避することができる。

25 なお、モデル記憶部 5 1 は、本能モデルおよび成長モデルについても、感情モデルにおける場合と同様に、状態認識情報および行動情報の両方に基づいて、その値を増減させるようになっている。また、モデル記憶部 5 1 は、感情モデル、本能モデル、成長モデルそれぞれの値を、他のモデルの値にも基づいて増減させるようになっている。

行動決定機構部 5 2 は、センサ入力処理部 5 0 からの状態認識情報や、モデル記憶部 5 1 からの状態情報、時間経過等に基づいて、次の行動を決定し、決定された行動の内容を、行動指令情報として、姿勢遷移機構部 5 3 に送出する。

即ち、行動決定機構部 5 2 は、ロボットがとり得る行動をステート（状態）
5 (state)に対応させた有限オートマトンを、ロボットの行動を規定する行動モデルとして管理しており、この行動モデルとしての有限オートマトンにおけるステートを、センサ入力処理部 5 0 からの状態認識情報や、モデル記憶部 5 1 における感情モデル、本能モデル、または成長モデルの値、時間経過等に基づいて遷移させ、遷移後のステートに対応する行動を、次にとるべき行動として決
10 定する。

ここで、行動決定機構部 5 2 は、所定のトリガ(trigger)があったことを検出すると、ステートを遷移させる。即ち、行動決定機構部 5 2 は、例えば、現在のステートに対応する行動を実行している時間が所定時間に達したときや、特定の状態認識情報を受信したとき、モデル記憶部 5 1 から供給される状態情報が示す感情や、本能、成長の状態の値が所定の閾値以下または以上になったとき等に、ステートを遷移させる。
15

なお、行動決定機構部 5 2 は、上述したように、センサ入力処理部 5 0 からの状態認識情報だけでなく、モデル記憶部 5 1 における感情モデルや、本能モデル、成長モデルの値等にも基づいて、行動モデルにおけるステートを遷移させることから、同一の状態認識情報が入力されても、感情モデルや、本能モデル、成長モデルの値（状態情報）によっては、ステートの遷移先は異なるものとなる。
20

その結果、行動決定機構部 5 2 は、例えば、状態情報が、「怒っていない」こと、および「お腹がすいていない」ことを表している場合において、状態認識情報が、「目の前に手のひらが差し出された」ことを表しているときには、
25 目の前に手のひらが差し出されたことに応じて、「お手」という行動をとらせる行動指令情報を生成し、これを、姿勢遷移機構部 5 3 に送出する。

また、行動決定機構部 5 2 は、例えば、状態情報が、「怒っていない」こと、および「お腹がすいている」ことを表している場合において、状態認識情報が、「目の前に手のひらが差し出された」ことを表しているときには、目の前に手のひらが差し出されたことに応じて、「手のひらをぺろぺろなめる」ような行動を行わせるための行動指令情報を生成し、これを、姿勢遷移機構部 5 3 に送
5 出する。

また、行動決定機構部 5 2 は、例えば、状態情報が、「怒っている」ことを表している場合において、状態認識情報が、「目の前に手のひらが差し出された」ことを表しているときには、状態情報が、「お腹がすいている」ことを表
10 していても、また、「お腹がすいていない」ことを表していても、「ぷいと横を向く」ような行動を行わせるための行動指令情報を生成し、これを、姿勢遷移機構部 5 3 に送出する。

なお、行動決定機構部 5 2 には、モデル記憶部 5 1 から供給される状態情報が示す感情や、本能、成長の状態に基づいて、遷移先のステートに対応する行動のパラメータとしての、例えば、歩行の速度や、手足を動かす際の動きの大き
15 さおよび速度などを決定させることができ、この場合、それらのパラメータを含む行動指令情報が、姿勢遷移機構部 5 3 に送出される。

また、行動決定機構部 5 2 では、上述したように、ロボットの頭部や手足等を動作させる行動指令情報の他、ロボットに発話を行わせる行動指令情報も生成される。ロボットに発話を行わせる行動指令情報は、音声合成部 5 5 に供給
20 されるようになっている。この、音声合成部 5 5 に供給される行動指令情報には、音声合成部 5 5 に生成させる合成音に対応するテキスト等が含まれる。そして、音声合成部 5 5 は、行動決定部 5 2 から行動指令情報を受信すると、その行動指令情報に含まれるテキストに基づき、合成音を生成し、スピーカ 1 8
25 に供給して出力させる。これにより、スピーカ 1 8 からは、例えば、ロボットの鳴き声、さらには、「お腹がすいた」等のユーザへの各種の要求、「何？」等のユーザの呼びかけに対する応答その他の音声出力が行われる。ここで、音

声合成部 5 5 には、モデル記憶部 5 1 から状態情報も供給されるようになっており、音声合成部 5 5 は、この状態情報が示す感情の状態に基づいて音質を制御した合成音を生成することが可能となっている。なお、音声合成部 5 5 では、感情の他、本能や成長の状態に基づいて音質を制御した合成音を生成することも可能である。

姿勢遷移機構部 5 3 は、行動決定機構部 5 2 から供給される行動指令情報に基づいて、ロボットの姿勢を、現在の姿勢から次の姿勢に遷移させるための姿勢遷移情報を生成し、これを制御機構部 5 4 に送出する。

ここで、現在の姿勢から次に遷移可能な姿勢は、例えば、胴体や手や足の形状、重さ、各部の結合状態のようなロボットの物理的形狀と、関節が曲がる方向や角度のようなアクチュエータ 3 A A₁ 乃至 5 A₁ および 5 A₂ の機構とによって決定される。

また、次の姿勢としては、現在の姿勢から直接遷移可能な姿勢と、直接には遷移できない姿勢とがある。例えば、4本足のロボットは、手足を大きく投げ出して寝転んでいる状態から、伏せた状態へ直接遷移することはできるが、立った状態へ直接遷移することはできず、一旦、手足を胴体近くに引き寄せて伏せた姿勢になり、それから立ち上がるという2段階の動作が必要である。また、安全に実行できない姿勢も存在する。例えば、4本足のロボットは、その4本足で立っている姿勢から、両前足を挙げてバンザイをしようとする、簡単に転倒してしまう。

このため、姿勢遷移機構部 5 3 は、直接遷移可能な姿勢をあらかじめ登録しておき、行動決定機構部 5 2 から供給される行動指令情報が、直接遷移可能な姿勢を示す場合には、その行動指令情報を、そのまま姿勢遷移情報として、制御機構部 5 4 に送出する。一方、行動指令情報が、直接遷移不可能な姿勢を示す場合には、姿勢遷移機構部 5 3 は、遷移可能な他の姿勢に一旦遷移した後に、目的の姿勢まで遷移させるような姿勢遷移情報を生成し、制御機構部 5 4 に送出する。これによりロボットが、遷移不可能な姿勢を無理に実行しようとする

事態や、転倒するような事態を回避することができるようになっている。

制御機構部 5 4 は、姿勢遷移機構部 5 3 からの姿勢遷移情報にしたがって、アクチュエータ 3 A A₁乃至 5 A₁および 5 A₂を駆動するための制御信号を生成し、これを、アクチュエータ 3 A A₁乃至 5 A₁および 5 A₂に送出する。これにより、アクチュエータ 3 A A₁乃至 5 A₁および 5 A₂は、制御信号にしたがって駆動し、ロボットは、自律的に行動を起こす。

次に、図 4 は、図 3 の音声認識部 5 0 A の構成例を示している。

マイク 1 5 からの音声信号は、A/D (Analog Digital) 変換部 2 1 に供給される。A/D 変換部 2 1 では、マイク 1 5 からのアナログ信号である音声信号がサンプリング、量子化され、デジタル信号である音声データに A/D 変換される。この音声データは、特徴抽出部 2 2 および音声区間検出部 2 7 に供給される。

特徴抽出部 2 2 は、そこに入力される音声データについて、適当なフレームごとに、例えば、MFCC (Mel Frequency Cepstrum Coefficient) 分析を行い、その分析の結果得られる MFCC を、特徴パラメータ (特徴ベクトル) として、マッチング部 2 3 に出力する。なお、特徴抽出部 2 2 では、その他、例えば、線形予測係数、ケプストラム係数、線スペクトル対、所定の周波数帯域ごとのパワー (フィルタバンクの出力) 等を、特徴パラメータとして抽出することが可能である。

マッチング部 2 3 は、特徴抽出部 2 2 からの特徴パラメータを用いて、音響モデル記憶部 2 4、辞書記憶部 2 5、および文法記憶部 2 6 を必要に応じて参照しながら、マイク 1 5 に入力された音声 (入力音声) を、例えば、連続分布 HMM (Hidden Markov Model) 法に基づいて音声認識する。

即ち、音響モデル記憶部 2 4 は、音声認識する音声の言語における個々の音素や音節などの音響的な特徴を表す音響モデルを記憶している。ここでは、連続分布 HMM 法に基づいて音声認識を行うので、音響モデルとしては、HMM (Hidden Markov Model) が用いられる。辞書記憶部 2 5 は、認識対象の各単語に

ついて、その発音に関する情報（音韻情報）が記述された単語辞書を記憶している。文法記憶部 26 は、辞書記憶部 25 の単語辞書に登録されている各単語が、どのように連鎖する（つながる）かを記述した文法規則を記憶している。ここで、文法規則としては、例えば、文脈自由文法（CFG）や、統計的な単語連鎖確率（N-gram）などに基づく規則を用いることができる。

マッチング部 23 は、辞書記憶部 25 の単語辞書を参照することにより、音響モデル記憶部 24 に記憶されている音響モデルを接続することで、単語の音響モデル（単語モデル）を構成する。さらに、マッチング部 23 は、幾つかの単語モデルを、文法記憶部 26 に記憶された文法規則を参照することにより接続し、そのようにして接続された単語モデルを用いて、特徴パラメータに基づき、連続分布HMM法によって、マイク 15 に入力された音声を認識する。即ち、マッチング部 23 は、特徴抽出部 22 が出力する時系列の特徴パラメータが観測されるスコア（尤度）が最も高い単語モデルの系列を検出し、その単語モデルの系列に対応する単語列の音韻情報（読み）を、音声の認識結果として出力する。

より具体的には、マッチング部 23 は、接続された単語モデルに対応する単語列について、各特徴パラメータの出現（出力）確率を累積し、その累積値をスコアとして、そのスコアを最も高くする単語列の音韻情報を、音声認識結果として出力する。

以上のようにして出力される、マイク 15 に入力された音声の認識結果は、状態認識情報として、モデル記憶部 51 および行動決定機構部 52 に出力される。

なお、音声区間検出部 27 は、AD変換部 21 からの音声データについて、例えば、特徴抽出部 22 がMFCC分析を行うのと同様のフレームごとに、パワーを算出している。さらに、音声区間検出部 27 は、各フレームのパワーを、所定の閾値と比較し、その閾値以上のパワーを有するフレームで構成される区間を、ユーザの音声が入力されている音声区間として検出する。そして、音声

区間検出部 2 7 は、検出した音声区間を、特徴抽出部 2 2 とマッチング部 2 3 に供給しており、特徴抽出部 2 2 とマッチング部 2 3 は、音声区間のみを対象に処理を行う。なお、音声区間検出部 2 7 における音声区間の検出方法は、上述したようなパワーと閾値との比較による方法に限定されるものではない。

5 次に、図 5 は、図 3 の音声合成部 5 5 の構成例を示している。

テキスト解析部 3 1 には、行動決定機構部 5 2 が出力する、音声合成の対象とするテキストを含む行動指令情報が供給されるようになっており、テキスト解析部 3 1 は、辞書記憶部 3 4 や生成用文法記憶部 3 5 を参照しながら、その行動指令情報に含まれるテキストを解析する。

10 即ち、辞書記憶部 3 4 には、各単語の品詞情報や、読み、アクセント等の情報が記述された単語辞書が記憶されており、また、生成用文法記憶部 3 5 には、辞書記憶部 3 4 の単語辞書に記述された単語について、単語連鎖に関する制約等の生成用文法規則が記憶されている。そして、テキスト解析部 3 1 は、この単語辞書および生成用文法規則に基づいて、そこに入力されるテキストの形態素解析や構文解析等のテキスト解析（言語解析）を行い、後段の規則合成部 3 2 15 で行われる規則音声合成に必要な情報を抽出する。ここで、規則音声合成に必要な情報としては、例えば、ポーズの位置や、アクセント、イントネーション、パワー等を制御するための韻律情報、各単語の発音を表す音韻情報などがある。

20 テキスト解析部 3 1 で得られた情報は、規則合成部 3 2 に供給され、規則合成部 3 2 は、音声情報記憶部 3 6 を参照しながら、テキスト解析部 3 1 に入力されたテキストに対応する合成音の音声データ（デジタルデータ）を生成する。

25 即ち、音声情報記憶部 3 6 には、例えば、CV (Consonant, Vowel) や、VCV、CVC、1 ピッチ等の波形データの形で音素片データが、音声情報として記憶されており、規則合成部 3 2 は、テキスト解析部 3 1 からの情報に基づいて、必要な音素片データを接続し、さらに、音素片データの波形を加工するこ

とによって、ポーズ、アクセント、イントネーション等を適切に付加し、これにより、テキスト解析部 3 1 に入力されたテキストに対応する合成音の音声データ（合成音データ）を生成する。あるいは、また、音声情報記憶部 3 6 には、例えば、線形予測係数（LPC(Liner Prediction Coefficients)）や、ケプストラム(cepstrum)係数等といった波形データを音響分析することにより得られる音声の特徴パラメータが、音声情報として記憶されており、規則合成部 3 2 は、テキスト解析部 3 1 からの情報に基づいて、必要な特徴パラメータを、音声合成用の合成フィルタのタップ係数として用い、さらに、その合成フィルタに与える駆動信号を出力する音源等を制御することによって、ポーズ、アクセント、イントネーション等を適切に付加し、これにより、テキスト解析部 3 1 に入力されたテキストに対応する合成音の音声データ（合成音データ）を生成する。

さらに、規則合成部 3 2 には、モデル記憶部 5 1 から状態情報が供給されるようになっており、規則合成部 3 2 は、その状態情報のうちの、例えば、感情モデルの値に基づいて、音声情報記憶部 3 6 に記憶された音声情報から、その音質を制御したものを生成し、あるいは、規則音声合成を制御する各種の合成制御パラメータを生成することによって、音質を制御した合成音データを生成する。

以上のようにして生成された合成音データは、スピーカ 1 8 に供給され、これにより、スピーカ 1 8 からは、テキスト解析部 3 1 に入力されたテキストに対応する合成音が、感情に応じて音質を制御して出力される。

なお、図 3 の行動決定機構部 5 2 では、上述したように、行動モデルに基づいて、次の行動が決定されるが、合成音として出力するテキストの内容は、ロボットの行動と対応付けておくことが可能である。

即ち、例えば、ロボットが、座った状態から、立った状態になる行動には、テキスト「よっこいしょ」などを対応付けておくことが可能である。この場合、ロボットが、座っている姿勢から、立つ姿勢に移行するときに、その姿勢の移行に同期して、合成音「よっこいしょ」を出力することが可能となる。

次に、図6は、図5の規則合成部32の構成例を示している。

韻律生成部41には、テキスト解析部31（図5）によるテキスト解析結果が供給され、韻律生成部41は、そのテキスト解析結果に含まれる、例えば、ポーズの位置や、アクセント、イントネーション、パワー等を表す韻律情報と、
5 音韻情報などに基づいて、合成音の韻律を、いわば具体的に制御する韻律データを生成する。韻律生成部41で生成された韻律データは、波形生成部42に供給される。ここで、韻律制御部41では、合成音を構成する各音韻の継続時間長、合成音のピッチ周期の時間変化パターンを表す周期パターン信号、合成音のパワーの時間変化パターンを表すパワーパターン信号等が、韻律データとして生成される。
10

波形生成部42には、上述したように、韻律データが供給される他、テキスト解析部31（図5）によるテキスト解析結果が供給される。さらに、波形生成部42には、パラメータ生成部43から合成制御パラメータが供給される。波形生成部42は、テキスト解析結果に含まれる音韻情報にしたがって、必要な変換音声情報を、変換音声情報記憶部45から読み出し、その変換音声情報を用いて規則音声合成を行うことにより、合成音を生成する。さらに、波形生成部42は、規則音声合成を行う際、韻律生成部41からの韻律データと、パラメータ生成部43からの合成制御パラメータに基づいて、合成音データの波形を調整することにより、合成音の韻律と音質を制御する。そして、波形生成部42は、最終的に得られた合成音データを出力する。
15
20

パラメータ生成部43には、モデル記憶部51（図3）から状態情報が供給されるようになっている。パラメータ生成部43は、その状態情報のうちの感情モデルに基づいて、波形生成部42における規則音声合成を制御するための合成制御パラメータや、音声情報記憶部36（図5）に記憶された音声情報を変換する変換パラメータを生成する。
25

即ち、パラメータ生成部43は、例えば、感情モデルとしての「うれしさ」、「悲しさ」、「怒り」、「楽しさ」、「興奮」、「眠い」、「心地よい」、

「不快」等の感情の状態を表す値（以下、適宜、感情モデル値という）に、合成制御パラメータと変換パラメータを対応付けた変換テーブルを記憶しており、その変換テーブルにおいて、モデル記憶部51からの状態情報における感情モデルの値に対応付けられている合成制御パラメータと変換パラメータを出力する。

5
10
15
20
25
30
35
40
45
50
55
60
65
70
75
80
85
90
95
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
160
165
170
175
180
185
190
195
200
205
210
215
220
225
230
235
240
245
250
255
260
265
270
275
280
285
290
295
300
305
310
315
320
325
330
335
340
345
350
355
360
365
370
375
380
385
390
395
400
405
410
415
420
425
430
435
440
445
450
455
460
465
470
475
480
485
490
495
500

なお、パラメータ生成部43が記憶している変換テーブルは、ペットロボットの感情の状態を表す音質の合成音が得られるように、感情モデル値と、合成制御パラメータおよび変換パラメータとを対応付けて構成されている。感情モデル値と、合成制御パラメータおよび変換パラメータとを、どのように対応付けるかは、例えば、シミュレーションを行うことによって決定することができる。

さらに、ここでは、変換テーブルを用いて、感情モデル値から、合成制御パラメータおよび変換パラメータを得るようにしたが、その他、合成制御パラメータおよび変換パラメータは、例えば、次のようにして得ることも可能である。

15
20
25
30
35
40
45
50
55
60
65
70
75
80
85
90
95
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
160
165
170
175
180
185
190
195
200
205
210
215
220
225
230
235
240
245
250
255
260
265
270
275
280
285
290
295
300
305
310
315
320
325
330
335
340
345
350
355
360
365
370
375
380
385
390
395
400
405
410
415
420
425
430
435
440
445
450
455
460
465
470
475
480
485
490
495
500

即ち、例えば、ある感情#nの感情モデル値を P_n と、ある合成制御パラメータまたは変換パラメータを Q_i と、所定の関数を $f_{i,n}()$ と、それぞれ表すとき、合成制御パラメータまたは変換パラメータ Q_i は、式 $Q_i = \Sigma f_{i,n}(P_n)$ を計算することによって求めることが可能である。但し、 Σ は、変数nについてのサメーションを表す。

20
25
30
35
40
45
50
55
60
65
70
75
80
85
90
95
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
160
165
170
175
180
185
190
195
200
205
210
215
220
225
230
235
240
245
250
255
260
265
270
275
280
285
290
295
300
305
310
315
320
325
330
335
340
345
350
355
360
365
370
375
380
385
390
395
400
405
410
415
420
425
430
435
440
445
450
455
460
465
470
475
480
485
490
495
500

また、上述の場合には、「うれしさ」、「悲しさ」、「怒り」、「楽しさ」等のすべての感情モデル値を考慮した変換テーブルを用いるようにしたが、その他、例えば、次のような簡略化した変換テーブルを用いることも可能である。

25
30
35
40
45
50
55
60
65
70
75
80
85
90
95
100
105
110
115
120
125
130
135
140
145
150
155
160
165
170
175
180
185
190
195
200
205
210
215
220
225
230
235
240
245
250
255
260
265
270
275
280
285
290
295
300
305
310
315
320
325
330
335
340
345
350
355
360
365
370
375
380
385
390
395
400
405
410
415
420
425
430
435
440
445
450
455
460
465
470
475
480
485
490
495
500

即ち、感情の状態を、例えば、「定常」、「悲しさ」、「怒り」、「楽しさ」等のいずれかのみで分類し、各感情に、ユニークな番号としての感情番号を付しておく。即ち、例えば、「定常」、「悲しさ」、「怒り」、「楽しさ」に、それぞれ0、1、2、3等の感情番号を、それぞれ付しておく。そして、このような感情番号と、合成制御パラメータおよび変換パラメータとを対応付

けた変換テーブルを作成する。なお、このような変換テーブルを用いる場合には、感情モデル値から、感情の状態を、「うれしさ」、「悲しさ」、「怒り」、「楽しさ」のいずれかに分類する必要があるが、これは、次のようにして行うことが可能である。即ち、例えば、複数の感情モデル値のうち、最も大きい感情モデル値と、2番目に大きい感情モデル値との差が、所定の閾値以上の場合は、最も大きい感情モデル値に対応する感情の状態に分類し、そうでない場合は、「定常」の状態に分類すればよい。

ここで、パラメータ生成部43において生成される合成制御パラメータには、例えば、有声音や無声摩擦音、破裂音等の各音の音量バランスを調整するパラメータ、波形生成部42における音源としての、後述する駆動信号生成部60（図8）の出力信号の振幅ゆらぎの大きさを制御するパラメータ、音源の周波数を制御するパラメータ等の合成音の音質に影響するパラメータが含まれる。

また、パラメータ生成部43において生成される変換パラメータは、合成音を構成する波形データの特性を変更するように、音声情報記憶部36（図5）の音声情報を変換するためのものである。

パラメータ生成部43が生成する合成制御パラメータは、波形生成部42に供給され、変換パラメータは、データ変換部44に供給されるようになっている。データ変換部44は、音声情報記憶部36から音声情報を読み出し、変換パラメータにしたがって、音声情報を変換する。データ変換部44は、これにより、合成音を構成する波形データの特性を変更させる音声情報としての変換音声情報を得て、変換音声情報記憶部45に供給する。変換音声情報記憶部45は、データ変換部44から供給される変換音声情報を記憶する。この変換音声情報は、波形生成部42によって、必要に応じて読み出される。

次に、図7のフローチャートを参照して、図6の規則合成部32の処理について説明する。

図5のテキスト解析部31が出力するテキスト解析結果は、韻律生成部41と波形生成部42に供給される。また、図5のモデル記憶部51が出力する状

態情報は、パラメータ生成部 4 3 に供給される。

韻律生成部 4 1 は、テキスト解析結果を受信すると、ステップ S 1 において、テキスト解析結果に含まれる音韻情報が表す各音韻の継続時間長、周期パターン信号、パワーパターン信号等の韻律データを生成し、波形生成部 4 2 に供給して、ステップ S 2 に進む。

その後、ステップ S 2 では、パラメータ生成部 4 3 は、感情反映モードかどうかを判定する。即ち、本実施の形態では、感情を反映した音質の合成音を出力する感情反映モードと、感情を反映しない音質の合成音を出力する非感情反映モードのうちのいずれかを設定することができるようになっており、ステップ S 2 では、ロボットのモードが感情反映モードとなっているかどうか判定される。

ここで、ロボットには、感情反映モードと非感情反映モードを設けずに、常に、感情を反映した合成音を出力させるようにすることも可能である。

ステップ S 2 において、感情反映モードでないと判定された場合、ステップ S 3 および S 4 をスキップして、ステップ S 5 に進み、波形生成部 4 2 は、合成音を生成し、処理を終了する。

即ち、感情反映モードでない場合、パラメータ生成部 4 3 は、特に処理を行わず、従って、合成制御パラメータおよび変換パラメータを生成しない。

その結果、波形生成部 4 2 は、音声情報記憶部 3 6 (図 5) に記憶された音声情報を、データ変換部 4 4 および変換音声情報記憶部 4 5 を介して読み出し、その音声情報と、デフォルトの合成制御パラメータを用い、韻律生成部 4 1 からの韻律データに対応して韻律を制御しながら音声合成処理を行う。従って、波形生成部 4 2 では、デフォルトの音質を有する合成音データが生成される。

一方、ステップ S 2 において、感情反映モードであると判定された場合、ステップ S 3 に進み、パラメータ生成部 4 3 は、モデル記憶部 5 1 からの状態情報のうちの感情モデルに基づいて、合成制御パラメータおよび変換パラメータを生成する。そして、合成制御パラメータは、波形生成部 4 2 に供給され、変

換パラメータは、データ変換部 4 4 に供給される。

その後、ステップ S 4 に進み、データ変換部 4 4 が、パラメータ生成部 4 3 からの変換パラメータにしたがい、音声情報記憶部 3 6 (図 5) に記憶された音声情報を変換する。さらに、データ変換部 4 4 は、その変換の結果得られた
5 変換音声情報を、変換音声情報記憶部 4 5 に供給して記憶させる。

そして、ステップ S 5 に進み、波形生成部 4 2 は、合成音を生成し、処理を終了する。

即ち、この場合、波形生成部 4 2 は、変換音声情報記憶部 4 5 に記憶された音声情報のうちの必要なもの読み出し、その変換音声情報と、パラメータ生成
10 部 4 3 から供給される合成制御パラメータを用い、韻律生成部 4 1 からの韻律データに対応して韻律を制御しながら音声合成処理を行う。従って、波形生成部 4 2 では、ロボットの感情の状態に対応する音質を有する合成音データが生成される。

以上のように、感情モデル値に基づき、合成制御パラメータや変換パラメータを生成し、その合成制御パラメータや、変換パラメータによって音声情報を変換した変換音声情報を用いて音声合成を行うようにしたので、感情に応じて、
15 例えば、周波数特性や音量バランス等といった音質が制御された、感情豊かな合成音を得ることができる。

次に、図 8 は、音声情報記憶部 3 6 (図 5) に記憶されている音声情報が、
20 音声の特徴パラメータとしての、例えば線形予測係数 (LPC) である場合の、図 6 の波形生成部 4 2 の構成例を示している。

ここで、線形予測係数は、音声の波形データから求められた自己相関係数を用いた Yule-Walker の方程式を解く等の、いわゆる線形予測分析を行うことで得られるが、この線形予測分析は、現在時刻 n の音声信号 (のサンプル値) s_n 、
25 およびこれに隣接する過去の P 個のサンプル値 s_{n-1} , s_{n-2} , \dots , s_{n-P} に、式

$$s_n + \alpha_1 s_{n-1} + \alpha_2 s_{n-2} + \dots + \alpha_P s_{n-P} = e_n$$

\dots (1)

で示す線形 1 次結合が成立すると仮定し、現在時刻 n のサンプル値 s_n の予測値（線形予測値） s_n' を、過去の P 個の標本値 s_{n-1} , s_{n-2} , \dots , s_{n-P} を用いて、式

$$s_n' = - (\alpha_1 s_{n-1} + \alpha_2 s_{n-2} + \dots + \alpha_P s_{n-P}) \quad \dots (2)$$

によって線形予測したときに、実際のサンプル値 s_n と線形予測値 s_n' との間の自乗誤差を最小にする線形予測係数 α_p を求めるものである。

ここで、式 (1) において、 $\{e_n\}$ (\dots , e_{n-1} , e_n , e_{n+1} , \dots) は、平均値が 0 で、分散が所定値 σ^2 の互いに無相関な確率変数である。

10 式 (1) から、サンプル値 s_n は、式

$$s_n = e_n - (\alpha_1 s_{n-1} + \alpha_2 s_{n-2} + \dots + \alpha_P s_{n-P}) \quad \dots (3)$$

で表すことができ、これを、 Z 変換すると、次式が成立する。

$$S = E / (1 + \alpha_1 z^{-1} + \alpha_2 z^{-2} + \dots + \alpha_P z^{-P}) \quad \dots (4)$$

但し、式 (4) において、 S と E は、式 (3) における s_n と e_n の Z 変換を、それぞれ表す。

ここで、式 (1) および (2) から、 e_n は、式

$$e_n = s_n - s_n' \quad \dots (5)$$

で表すことができ、実際のサンプル値 s_n と線形予測値 s_n' との間の残差信号と呼ばれる。

従って、式 (4) から、線形予測係数 α_p を IIR (Infinite Impulse Response) フィルタのタップ係数とするとともに、残差信号 e_n を IIR フィルタの駆動信号 (入力信号) とすることにより、音声信号 s_n を求めることができる。

25 図 8 の波形生成部 42 は、式 (4) にしたがって音声信号を生成する音声合成を行うようになっている。

即ち、駆動信号生成部60は、駆動信号となる残差信号を生成して出力する。

ここで、駆動信号生成部60には、韻律データ、テキスト解析結果、および合成制御パラメータが供給されるようになっている。そして、駆動信号生成部60は、これらの韻律データ、テキスト解析結果、および合成制御パラメータにしたがい、周期（周波数）や振幅等を制御した周期的なインパルスと、ホワイトノイズのような信号とを重畳することにより、合成音に対して、対応する韻律、音韻、音質（声質）を与える駆動信号を生成する。なお、周期的なインパルスは、主として有声音の生成に寄与し、ホワイトノイズのような信号は、主として無声音の生成に寄与する。

10 図8において、1つの加算器61、P個の遅延回路(D)62₁乃至62_p、およびP個の乗算器63₁乃至63_pは、音声合成用の合成フィルタとしてのIIRフィルタを構成しており、駆動信号生成部60からの駆動信号を音源として、合成音データを生成する。

15 即ち、駆動信号生成部60が出力する残差信号（駆動信号）eは、加算器61を介して、遅延回路62₁に供給され、遅延回路62_pは、そこへの入力信号を、残差信号の1サンプル分だけ遅延して、後段の遅延回路62_{p+1}に出力するとともに、乗算器63_pに出力する。乗算器63_pは、遅延回路62_pの出力と、そこにセットされた線形予測係数 α_p とを乗算し、その乗算値を、加算器61に出力する。

20 加算器61は、乗算器63₁乃至63_pの出力すべてと、残差信号eとを加算し、その加算結果を、遅延回路62₁に供給する他、音声合成結果（合成音データ）として出力する。

25 なお、係数供給部64は、変換音声情報記憶部45から、テキスト解析結果に含まれる音韻等に応じて、必要な変換音声情報としての線形予測係数 α_1 、 α_2 、 \dots 、 α_p を読み出し、それぞれを、乗算器63₁乃至63_pにセットするようになっている。

次に、図9は、音声情報記憶部36（図5）に記憶されている音声情報が、

音声の特徴パラメータとしての、例えば、線形予測係数（LPC）である場合の、図6のデータ変換部44の構成例を示している。

音声情報記憶部36に記憶された音声情報としての線形予測係数は、合成フィルタ71に供給される。合成フィルタ71は、図8における1つの加算器61、P個の遅延回路（D）62₁乃至62_p、およびP個の乗算器63₁乃至63_pでなる合成フィルタと同様のIIRフィルタであり、線形予測係数をタップ係数とするとともに、インパルスを駆動信号としてフィルタリングを行うことで、線形予測係数を音声データ（時領域の波形データ）に変換する。この音声データは、フーリエ変換部72に供給される。

10 フーリエ変換部72は、合成フィルタ71からの音声データをフーリエ変換することにより、周波数領域の信号、即ち、スペクトルを求め、周波数特性変換部73に供給する。

従って、合成フィルタ71およびフーリエ変換部72では、線形予測係数 $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_p$ がスペクトル $F(\theta)$ に変換されるが、この線形予測係数 $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_p$ からスペクトル $F(\theta)$ の変換は、その他、例えば、次式にしたがい、 θ を0から π までに変化させることによっても行うことができる。

$$F(\theta) = 1 / | 1 + \alpha_1 z^{-1} + \alpha_2 z^{-2} + \dots + \alpha_p z^{-p} |^2$$

$$z = e^{-j\theta}$$

・・・(6)

20 ここで、 θ は、各周波数を表す。

周波数特性変換部73には、パラメータ生成部43（図6）が出力する変換パラメータが供給されるようになっている。そして、周波数特性変換部73は、フーリエ変換部72からのスペクトルを、変換パラメータにしたがって変換することにより、線形予測係数から得られる音声データ（波形データ）の周波数特性を変更する。

25 ここで、図9の実施の形態では、周波数特性変換部73は、伸縮処理部73Aとイコライザ73Bとから構成されている。

伸縮処理部 7 3 は、フーリエ変換部 7 2 から供給されるスペクトル $F(\theta)$ を、周波数軸方向に伸縮させる。即ち、伸縮処理部 7 3 A は、伸縮パラメータを Δ と表すと、式 (6) を、その θ を $\Delta\theta$ に替えて演算し、周波数軸方向に伸縮を行ったスペクトル $F(\Delta\theta)$ を求める。

- 5 この場合、伸縮パラメータ Δ が、変換パラメータとなる。なお、伸縮パラメータ Δ は、例えば、0.5 乃至 2.0 の範囲内の値とすることができる。

イコライザ 7 3 B は、フーリエ変換部 7 2 から供給されるスペクトル $F(\theta)$ に、イコライジング処理を施すことにより、その高域を強調または抑圧する。即ち、イコライザ 7 3 B は、スペクトル $F(\theta)$ に対して、例えば、
10 図 10 A に示すような特性の高域強調フィルタ、または図 10 B に示すような特性の高域抑圧フィルタをかけ、その周波数特性を変更したスペクトルを求める。

ここで、図 10 において、 g はゲインを、 f_c は遮断周波数を、 f_w は減衰幅を、 f_s は音声データ（合成フィルタ 7 1 が出力する音声データ）のサンプリング周波数を、それぞれ表すが、このうちのゲイン g 、遮断周波数 f_c 、および減衰幅
15 f_w が、変換パラメータとなる。

なお、一般に、図 10 A の高域強調フィルタをかけた場合には、合成音の音質は、固い印象のものとなり、図 10 B の高域抑圧フィルタをかけた場合には、合成音の音質は、柔らかい印象のものとなる。

また、周波数特性変換部 7 3 では、その他、例えば、 n 次平均フィルタをかけたり、ケプストラム係数を求めてリフタ (lifter) をかける等して、スペクトル
20 を平滑化することも可能である。

周波数特性変換部 7 3 において周波数特性の変換されたスペクトルは、逆フーリエ変換部 7 4 に供給される。逆フーリエ変換部 7 4 は、周波数特性変換部 7 3 からのスペクトルを逆フーリエ変換することにより、時領域の信号、即ち、
25 音声データ（波形データ）を求め、LPC 分析部 7 5 に供給する。

LPC 分析部 7 5 は、逆フーリエ変換部 7 4 からの音声データを線形予測分析することにより、線形予測係数を求め、この線形予測係数を、変換音声情報

として、変換音声情報記憶部 4 5 (図 6) に供給して記憶させる。

なお、ここでは、音声の特徴パラメータとして、線形予測係数を採用したが、その他、ケプストラム係数や、線スペクトル対等を採用することも可能である。

次に、図 1 1 は、音声情報記憶部 3 6 (図 5) に記憶されている音声情報が、
5 音声データ (波形データ) としての、例えば音素片データである場合の、図 6
の波形生成部 4 2 の構成例を示している。

接続制御部 8 1 には、韻律データ、合成制御パラメータ、およびテキスト解
析結果が供給されるようになっている。接続制御部 8 1 は、これらの韻律デー
タ、合成制御パラメータ、およびテキスト解析結果にしたがい、合成音を生成
10 するのに接続すべき音素片データや、その波形の加工方法または調整方法 (例
えば、波形の振幅など) を決定し、波形接続部 8 2 を制御する。

波形接続部 8 2 は、接続制御部 8 1 の制御にしたがい、変換音声情報記憶部
4 5 から、変換音声情報としての、必要な音素片データを読み出し、さらに、
同じく接続制御部 8 1 の制御にしたがい、読み出した音素片データの波形を調
15 整して接続する。これにより、波形接続部 8 2 は、韻律データ、合成制御パラ
メータ、テキスト解析結果それぞれに対応する韻律、音質、音韻の合成音デー
タを生成して出力する。

次に、図 1 2 は、音声情報記憶部 3 6 (図 5) に記憶されている音声情報が、
音声データ (波形データ) である場合の、図 6 のデータ変換部 4 4 の構成例を
20 示している。なお、図中、図 9 における場合と対応する部分については、同一
の符号を付してあり、以下では、その説明は、適宜省略する。即ち、図 1 2 の
データ変換部 4 4 は、合成フィルタ 7 1 および L P C 分析部 7 5 が設けられて
いない他は、図 9 における場合と同様に構成されている。

従って、図 1 2 のデータ変換部 4 4 では、フーリエ変換部 7 2 において、音
25 声情報記憶部 3 6 (図 5) に記憶された音声情報としての音声データがフーリ
エ変換され、その結果得られるスペクトルが、周波数特性変換部 7 3 に供給さ
れる。周波数特性変換部 7 3 は、フーリエ変換部 7 2 からのスペクトルに対し

て、変換パラメータにしたがった周波数特性変換処理を施し、逆フーリエ変換部74に出力する。逆フーリエ変換部74は、周波数特性変換部73からのスペクトルを逆フーリエ変換することにより、音声データとし、この音声データを、変換音声情報として、変換音声情報記憶部45（図6）に供給して記憶させる。

以上、本発明を、エンターテイメント用のロボット（疑似ペットとしてのロボット）に適用した場合について説明したが、本発明は、これに限らず、例えば、音声合成装置を搭載した各種のシステムに広く適用することが可能である。また、本発明は、現実世界のロボットだけでなく、例えば、液晶ディスプレイ等の表示装置に表示される仮想的なロボットにも適用可能である。

なお、本実施の形態においては、上述した一連の処理を、CPU10Aにプログラムを実行させることにより行うようにしたが、一連の処理は、それ専用のハードウェアによって行うことも可能である。

ここで、プログラムは、あらかじめメモリ10B（図2）に記憶させておく他、フロッピーディスク、CD-ROM(Compact Disc Read Only Memory), MO(Magneto optical)ディスク, DVD(Digital Versatile Disc)、磁気ディスク、半導体メモリなどのリムーバブル記録媒体に、一時的あるいは永続的に格納（記録）しておくことができる。そして、このようなりムーバブル記録媒体を、いわゆるパッケージソフトウェアとして提供し、ロボット（メモリ10B）にインストールするようにすることができる。

また、プログラムは、ダウンロードサイトから、デジタル衛星放送用の人工衛星を介して、無線で転送したり、LAN(Local Area Network)、インターネットといったネットワークを介して、有線で転送し、メモリ10Bにインストールすることができる。

この場合、プログラムがバージョンアップされたとき等に、そのバージョンアップされたプログラムを、メモリ10Bに、容易にインストールすることができる。

なお、本明細書において、CPU 10Aに各種の処理を行わせるためのプログラムを記述する処理ステップは、必ずしもフローチャートとして記載された順序に沿って時系列に処理する必要はなく、並列的あるいは個別に実行される処理（例えば、並列処理あるいはオブジェクトによる処理）も含むものである。

- 5 また、プログラムは、1のCPUにより処理されるものであっても良いし、複数のCPUによって分散処理されるものであっても良い。

次に、図5の音声合成装置55は、専用のハードウェアにより実現することもできるし、ソフトウェアにより実現することもできる。音声合成装置55をソフトウェアによって実現する場合には、そのソフトウェアを構成するプログラムが、汎用のコンピュータ等にインストールされる。

そこで、図13は、音声合成装置55を実現するためのプログラムがインストールされるコンピュータの一実施の形態の構成例を示している。

プログラムは、コンピュータに内蔵されている記録媒体としてのハードディスク105やROM103に予め記録しておくことができる。

- 15 あるいはまた、プログラムは、フロッピーディスク、CD-ROM、MOディスク、DVD、磁気ディスク、半導体メモリなどのリムーバブル記録媒体111に、一時的あるいは永続的に格納（記録）しておくことができる。このようなリムーバブル記録媒体111は、いわゆるパッケージソフトウェアとして提供することができる。

- 20 なお、プログラムは、上述したようなリムーバブル記録媒体111からコンピュータにインストールする他、ダウンロードサイトから、デジタル衛星放送用の人工衛星を介して、コンピュータに無線で転送したり、LAN(Local Area Network)、インターネットといったネットワークを介して、コンピュータに有線
25 通信部108で受信し、内蔵するハードディスク105にインストールすることができる。

コンピュータは、CPU(Central Processing Unit)102を内蔵している。CPU

102には、バス101を介して、入出力インタフェース110が接続されており、CPU102は、入出力インタフェース110を介して、ユーザによって、キーボードや、マウス、マイク等で構成される入力部107が操作等されることにより指令が入力されると、それにしたがって、ROM(Read Only Memory)103に格納されているプログラムを実行する。あるいは、また、CPU102は、ハードディスク105に格納されているプログラム、衛星若しくはネットワークから転送され、通信部108で受信されてハードディスク105にインストールされたプログラム、またはドライブ109に装着されたリムーバブル記録媒体111から読み出されてハードディスク105にインストールされたプログラムを、RAM(Random Access Memory)104にロードして実行する。これにより、CPU102は、上述したフローチャートにしたがった処理、あるいは上述したブロック図の構成により行われる処理を行う。そして、CPU102は、その処理結果を、必要に応じて、例えば、入出力インタフェース110を介して、LCD(Liquid Crystal Display)やスピーカ等で構成される出力部106から出力、あるいは、通信部108から送信、さらには、ハードディスク105に記録等させる。

なお、本実施の形態では、感情の状態に基づいて、合成音の音質を変えるようにしたが、その他、例えば、感情の状態に基づいて、合成音の韻律も変えるようにすることが可能である。合成音の韻律は、例えば、合成音のピッチ周期の時間変化パターン（周期パターン）や、合成音のパワーの時間変化パターン（パワーパターン）等を、感情モデルに基づいて制御することで変えることが可能である。

また、本実施の形態においては、テキスト（漢字仮名交じりのテキストを含む）から合成音を生成するようにしたが、その他、発音記号等から合成音を生成するようにすることも可能である。

産業上の利用可能性

以上の如く、本発明のによれば、所定の情報のうち、合成音の音質に影響する音質影響情報が、外部から供給される、感情の状態を表す状態情報に基づいて生成され、その音質影響情報を用いて、音質を制御した合成音が生成される。従って、感情の状態に応じて音質を変えた合成音を生成することにより、感情

5 豊かな合成音を得ることが可能となる。

請求の範囲

1. 所定の情報を用いて音声合成を行う音声合成装置であって、
前記所定の情報のうち、合成音の音質に影響する音質影響情報を、外部から供給される、感情の状態を表す状態情報に基づいて生成する音質影響情報生成手段と、
5 前記音質影響情報を用いて、音質を制御した前記合成音を生成する音声合成手段と
を備えることを特徴とする音声合成装置。
2. 前記音質影響情報生成手段は、
10 前記感情の状態に基づいて、前記合成音を構成する波形データの特性を変更するように、前記音質影響情報を変換する変換パラメータを生成する変換パラメータ生成手段と、
前記変換パラメータに基づいて、前記音質影響情報を変換する音質影響情報変換手段と
15 を有する
ことを特徴とする請求の範囲第1項に記載の音声合成装置。
3. 前記音質影響情報は、前記合成音を生成するのに接続される所定単位の波形データである
ことを特徴とする請求の範囲第2項に記載の音声合成装置。
- 20 4. 前記音質影響情報は、前記波形データから抽出された特徴パラメータである
ことを特徴とする請求の範囲第2項に記載の音声合成装置。
5. 前記音声合成手段は、規則音声合成を行い、
前記音質影響情報は、前記規則音声合成を制御するための合成制御パラメータ
25 である
ことを特徴とする請求の範囲第1項に記載の音声合成装置。
6. 前記合成制御パラメータは、音量バランス、音源の振幅ゆらぎの大きさ、

または音源の周波数を制御するものである

ことを特徴とする請求の範囲第5項に記載の音声合成装置。

7. 前記音声合成手段は、周波数特性または音量バランスを制御した前記合成音を生成する

5 ことを特徴とする請求の範囲第1項に記載の音声合成装置。

8. 所定の情報を用いて音声合成を行う音声合成方法であって、

前記所定の情報のうち、合成音の音質に影響する音質影響情報を、外部から供給される、感情の状態を表す状態情報に基づいて生成する音質影響情報生成ステップと、

10 前記音質影響情報を用いて、音質を制御した前記合成音を生成する音声合成ステップと

を備えることを特徴とする音声合成方法。

9. 所定の情報を用いて音声合成を行う音声合成処理を、コンピュータに行わせるプログラムであって、

15 前記所定の情報のうち、合成音の音質に影響する音質影響情報を、外部から供給される、感情の状態を表す状態情報に基づいて生成する音質影響情報生成ステップと、

前記音質影響情報を用いて、音質を制御した前記合成音を生成する音声合成ステップと

20 を備えることを特徴とするプログラム。

10. 所定の情報を用いて音声合成を行う音声合成処理を、コンピュータに行わせるプログラムが記録されている記録媒体であって、

前記所定の情報のうち、合成音の音質に影響する音質影響情報を、外部から供給される、感情の状態を表す状態情報に基づいて生成する音質影響情報生成
25 ステップと、

前記音質影響情報を用いて、音質を制御した前記合成音を生成する音声合成ステップと

を備えるプログラムが記録されている
ことを特徴とする記録媒体。

図 1

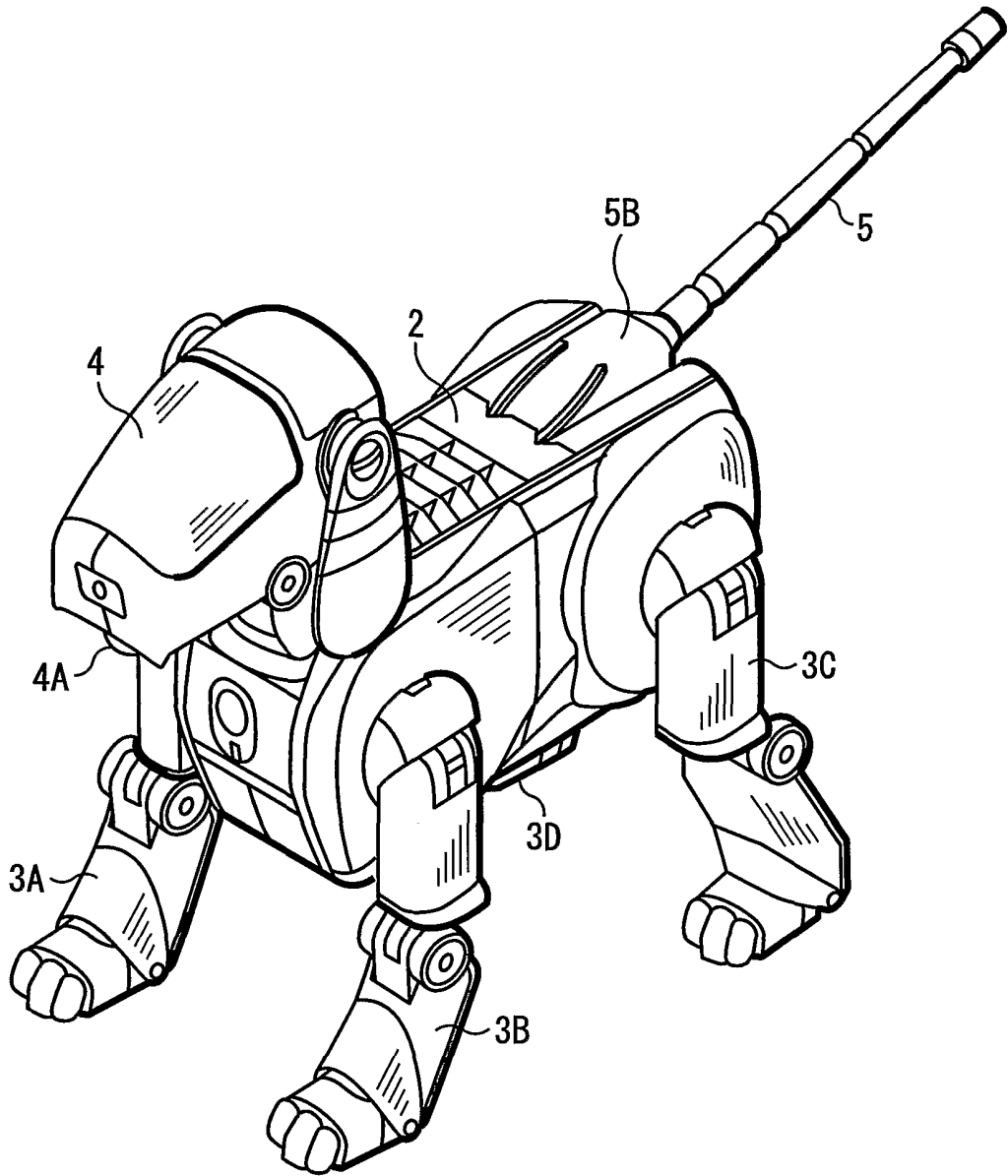


図 2

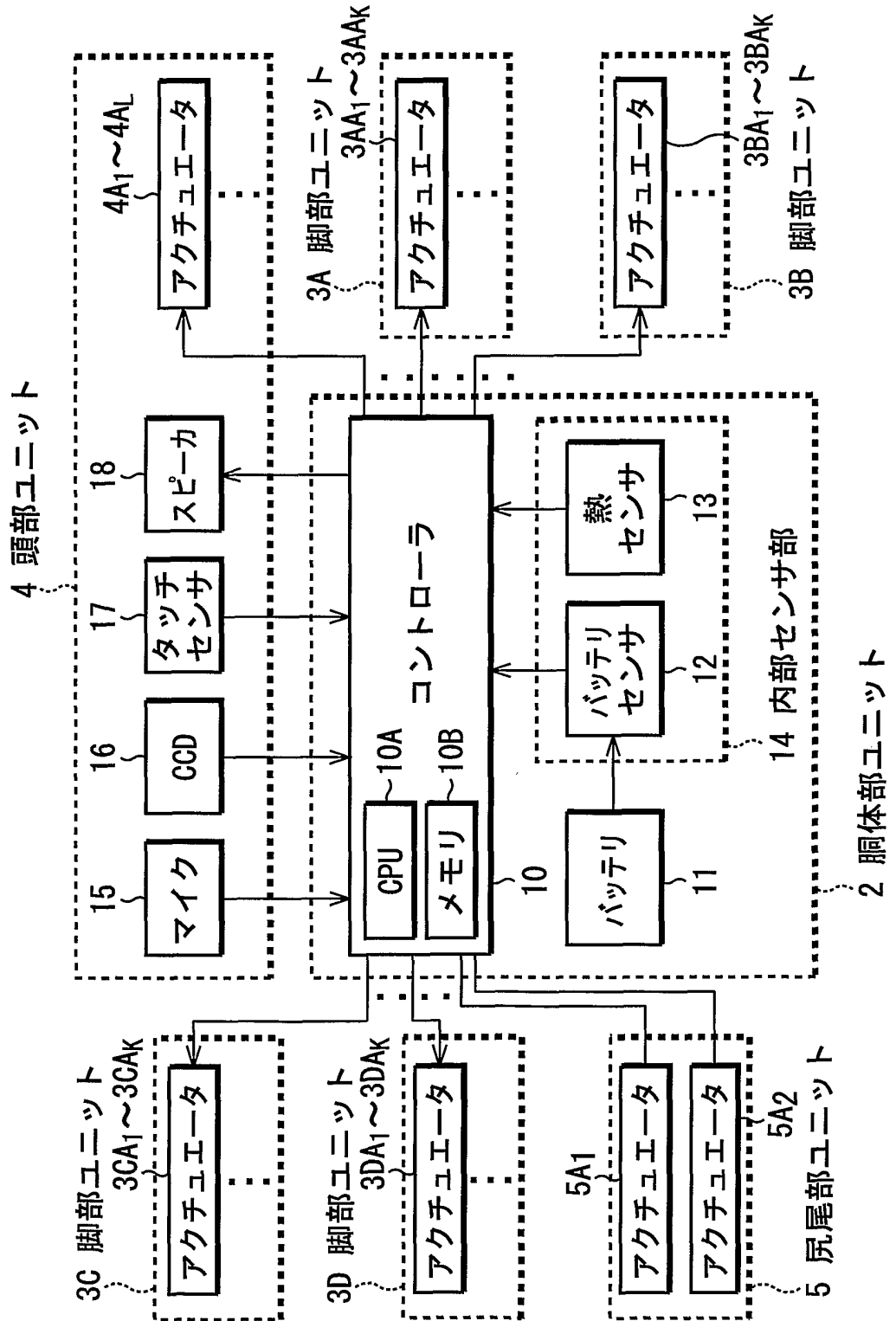


図 3

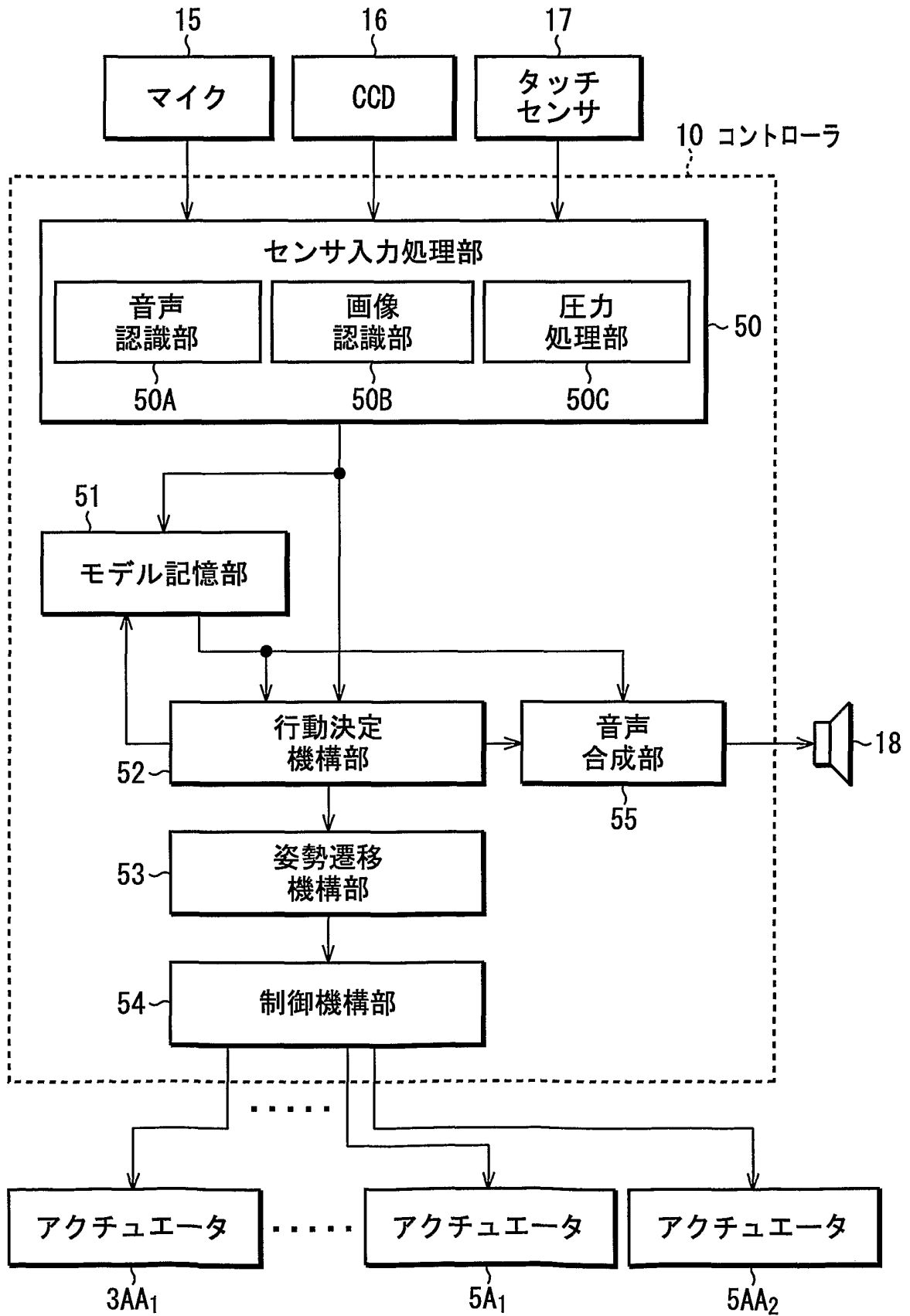


図 4

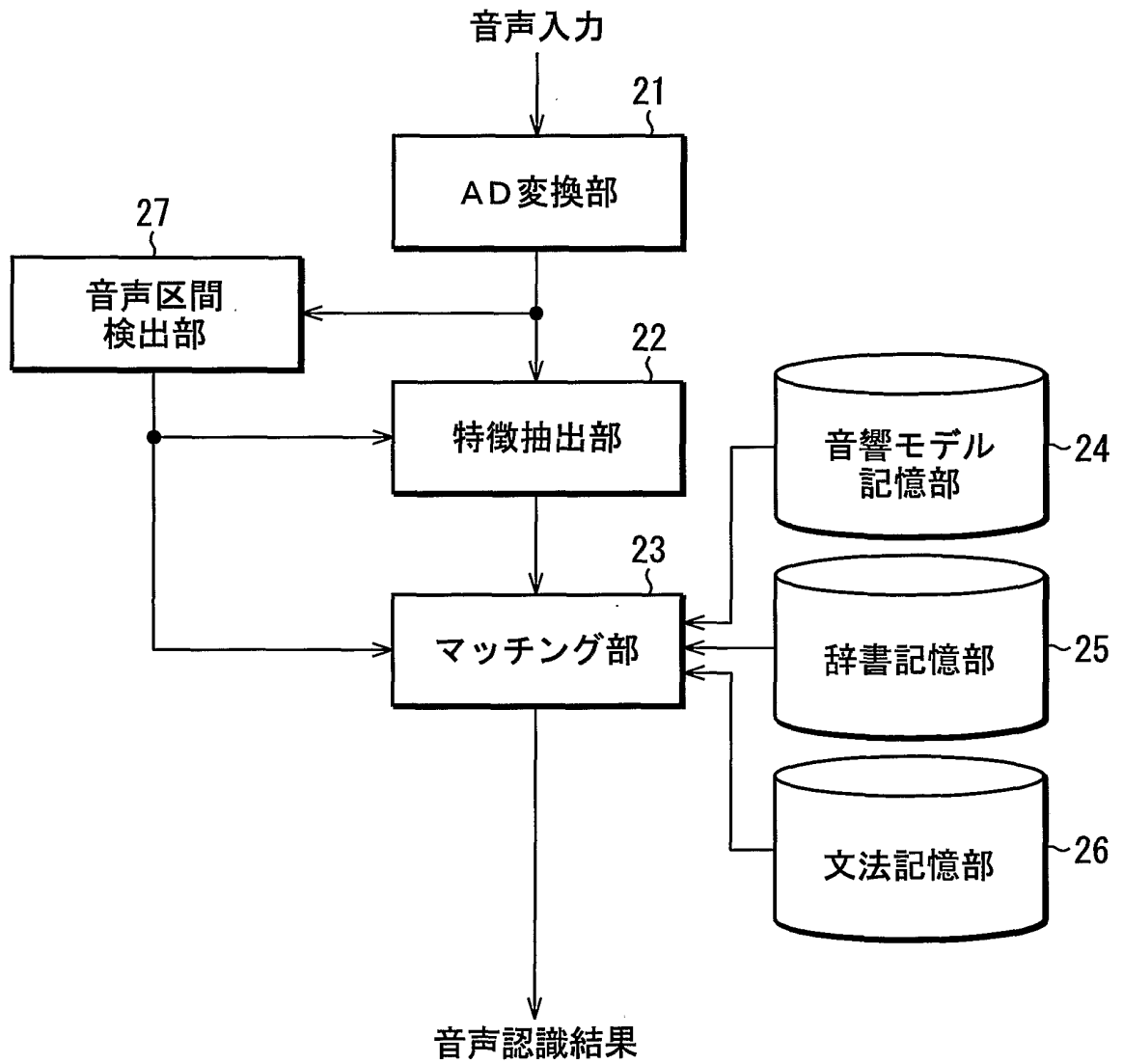


図5

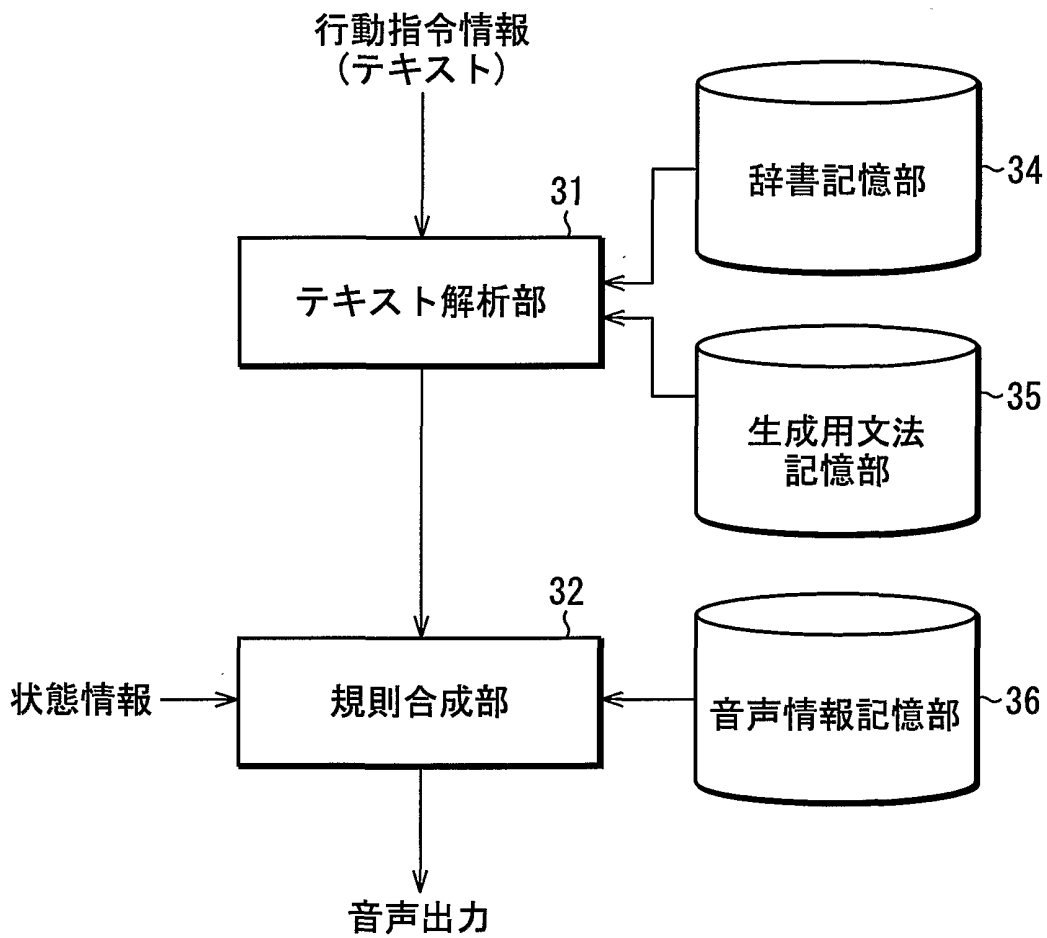


図 6

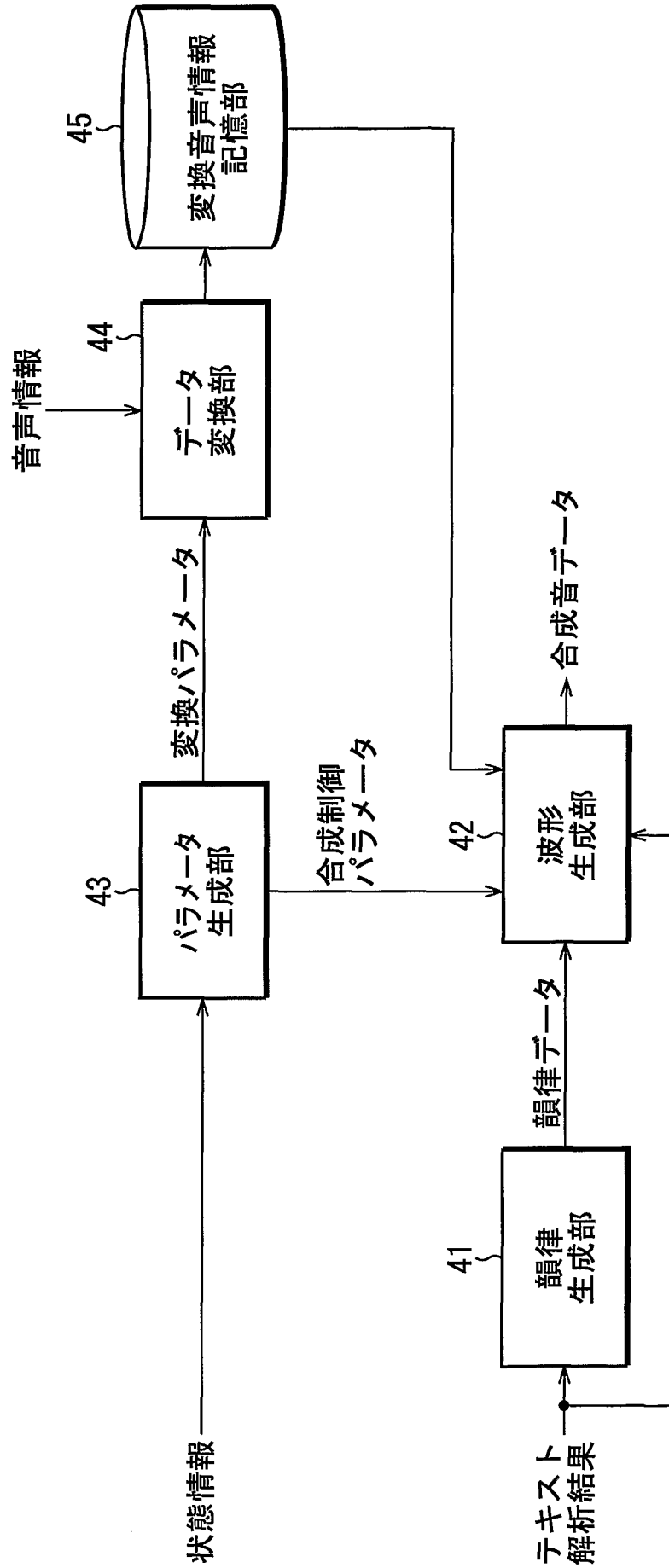


図 7

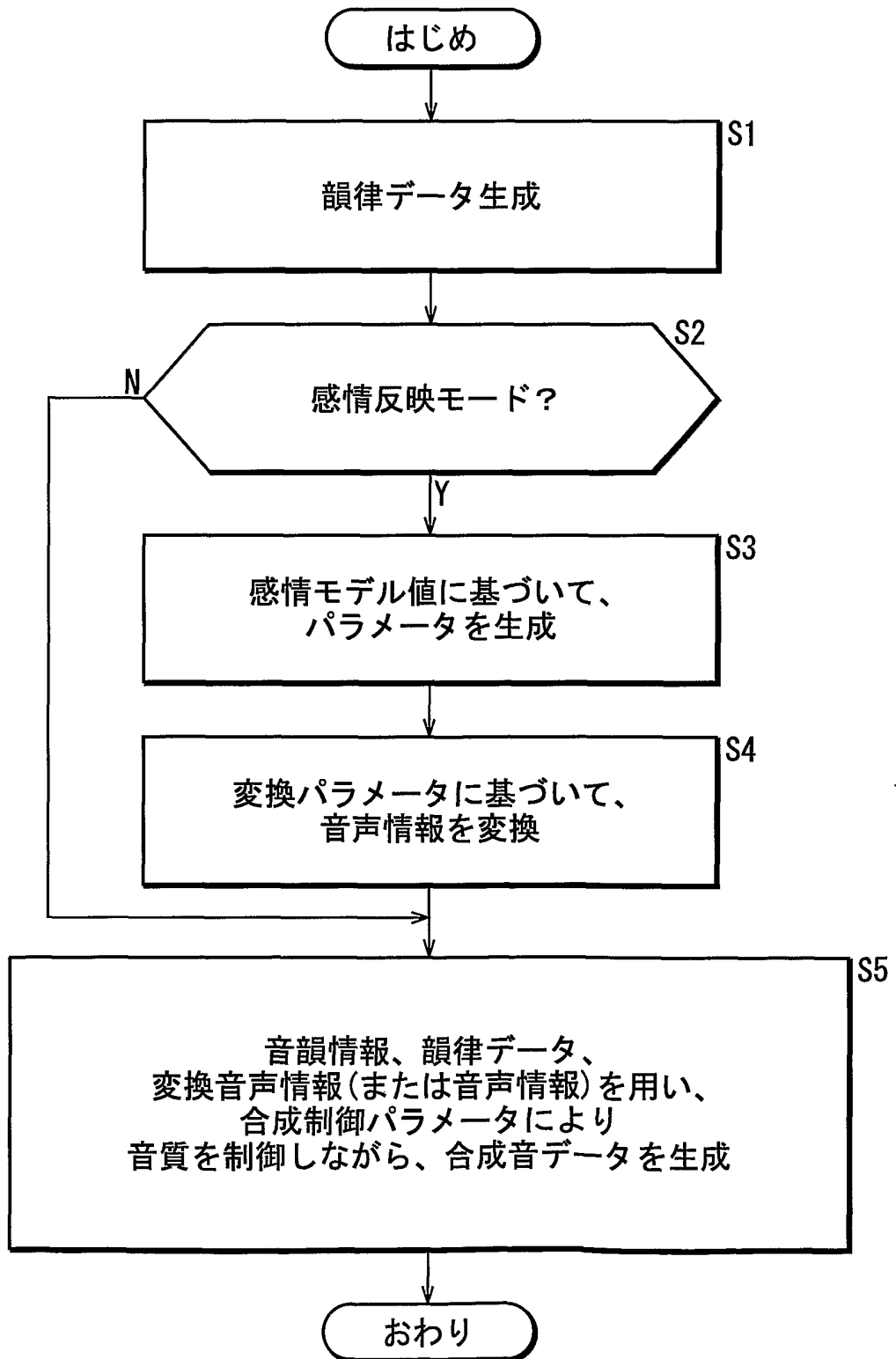


図 8

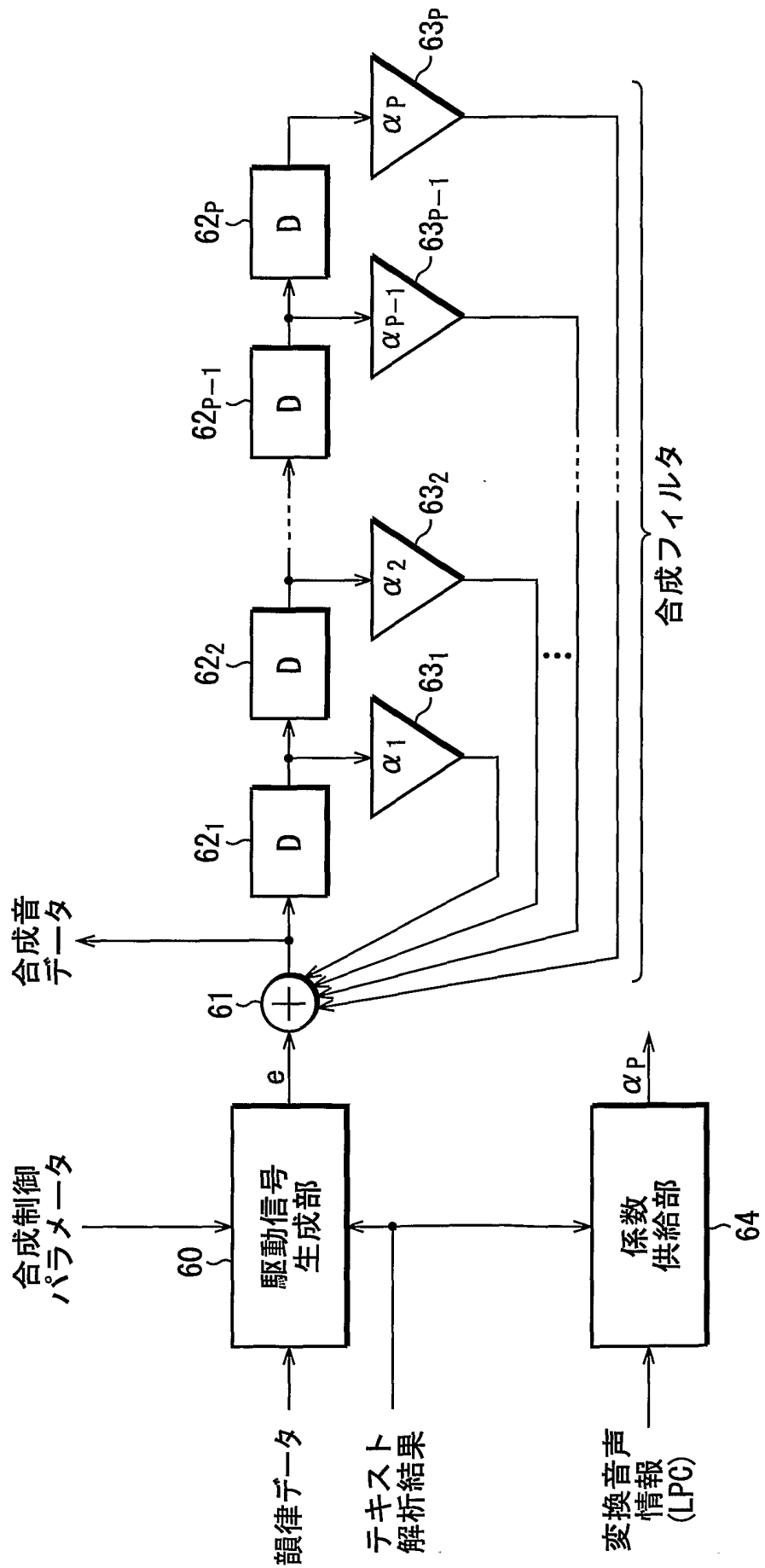


図 9

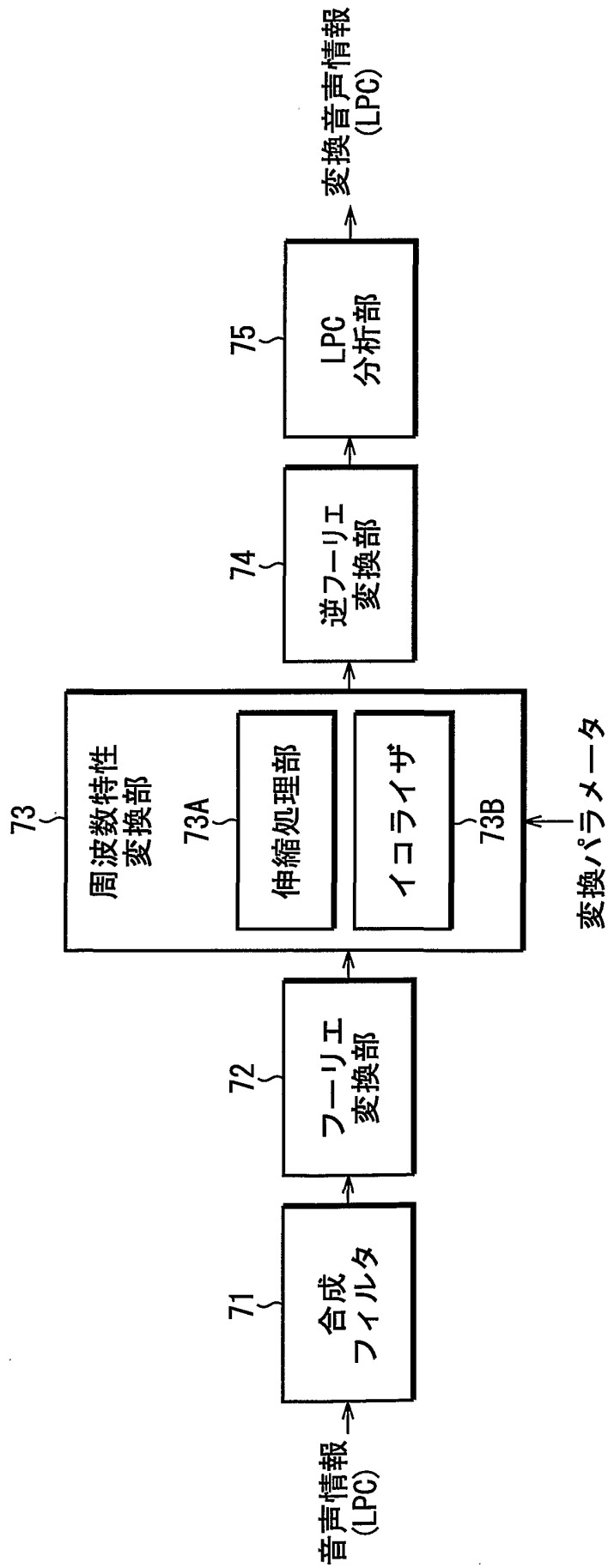


図10A

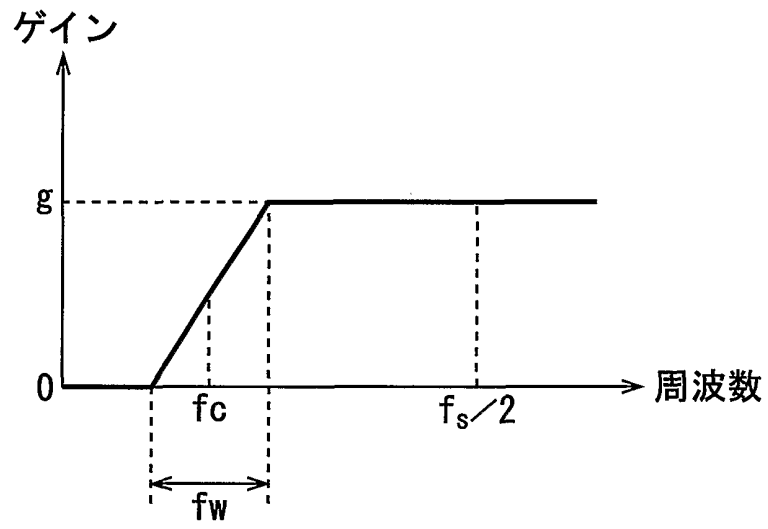


図10B

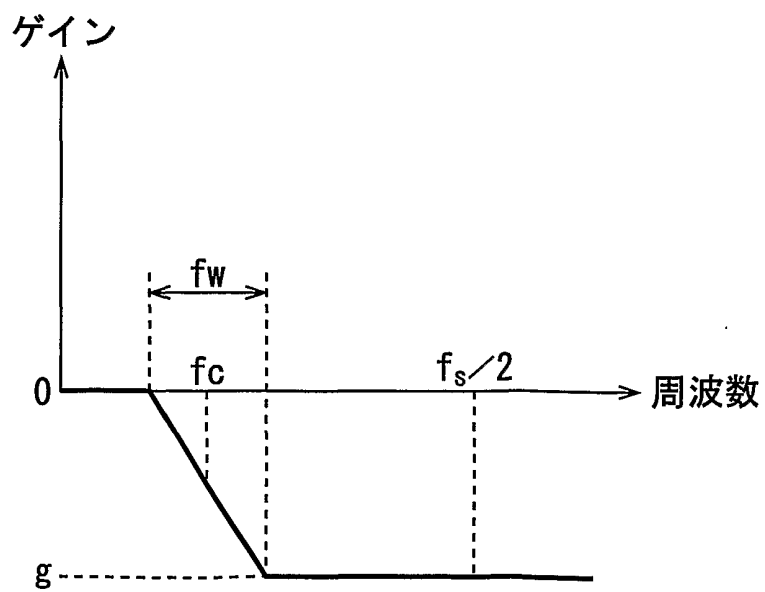


図11

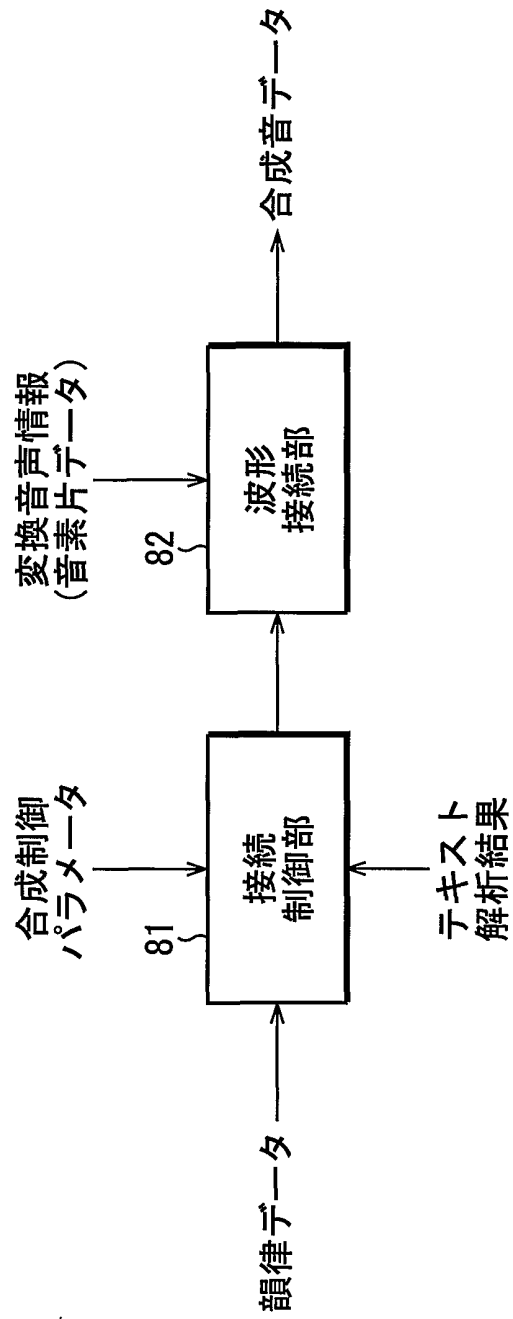


図12

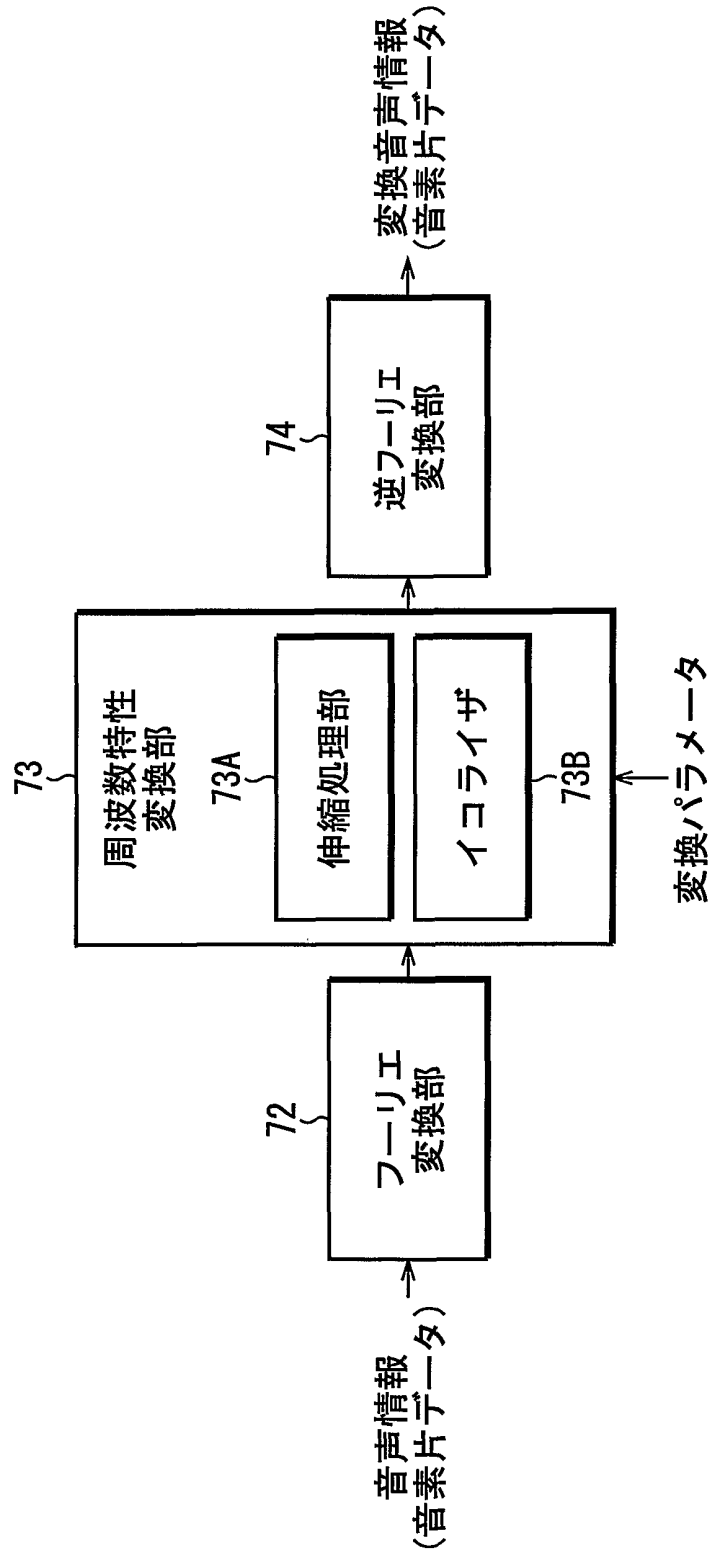
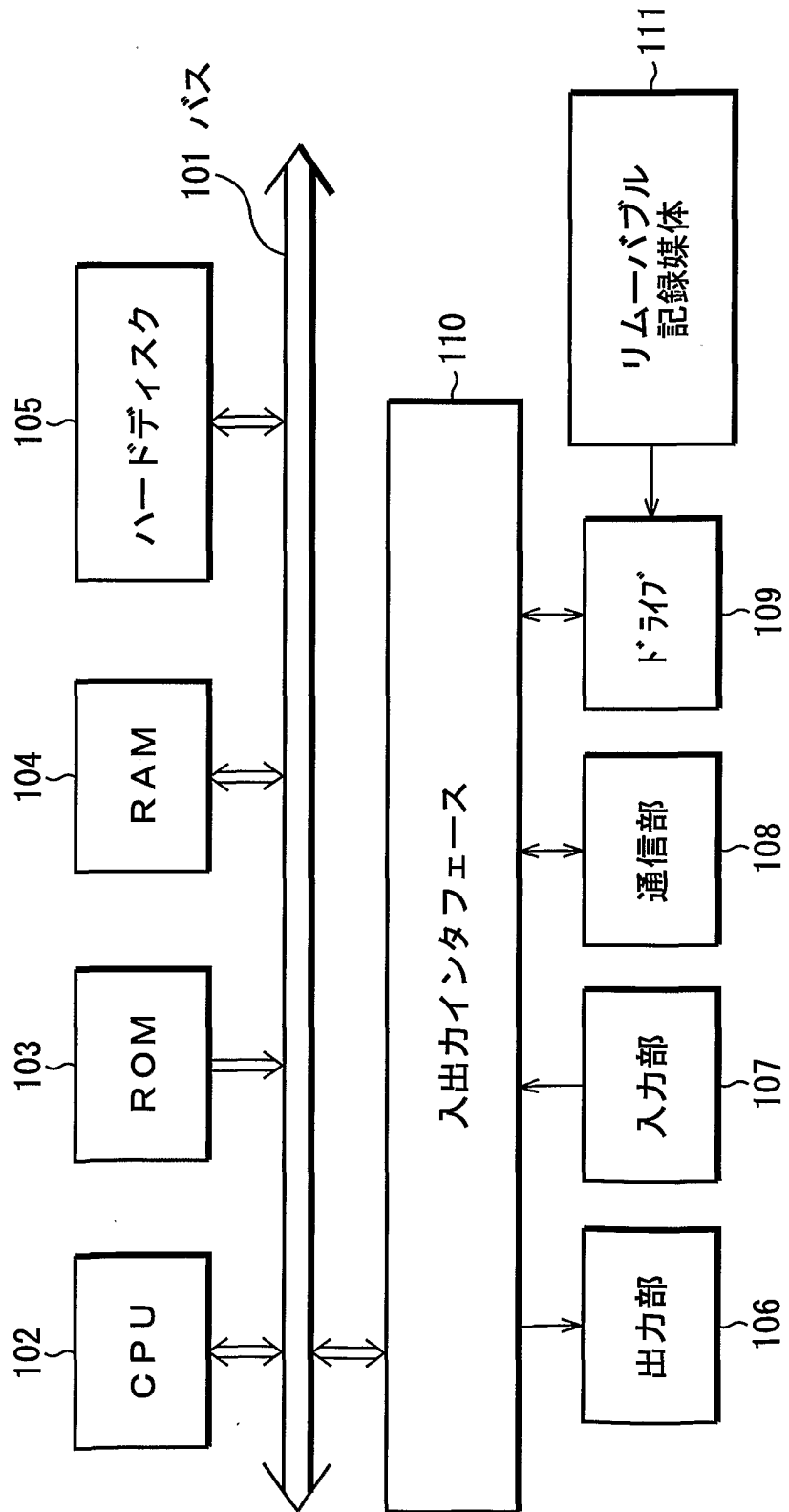


図13



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP02/2176

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁷ G10L13/00, 13/08

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ G10L13/00-13/08

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2002
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2002	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2002

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

JICST FILE (JOIS), WPI (DIALOG)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 58-168097 A (NEC Corp.), 04 October, 1983 (04.10.83), (Family: none)	1-10
A	JP 2-106799 A (Kabushiki Kaisha ATR Shichokaku Kiko Kenkyusho), 18 April, 1990 (18.04.90), (Family: none)	1-10
A	JP 2-236600 A (Kabushiki Kaisha ATR Shichokaku Kiko Kenkyusho), 19 September, 1990 (19.09.90), (Family: none)	1-10
A	JP 4-199098 A (Meidensha Corp.), 20 July, 1992 (20.07.92), (Family: none)	1-10

 Further documents are listed in the continuation of Box C.
 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 document 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

"I" 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

03 June, 2002 (03.06.02)

Date of mailing of the international search report

18 June, 2002 (18.06.02)

Name and mailing address of the ISA/

Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.


INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP02/02176

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 5-100692 A (Oki Electric Industry Co., Ltd.), 23 April, 1993 (23.04.93), (Family: none)	1-10
A	JP 7-72900 A (Nippon Hoso Kyokai), 17 March, 1995 (17.03.95), (Family: none)	1-10
A	JP 7-104778 A (Fuji Xerox Co., Ltd.), 21 April, 1995 (21.04.95), (Family: none)	1-10
A	JP 7-244496 A (NTT Data Communications Systems Corp.), 19 September, 1995 (19.09.95), (Family: none)	1-10
A	JP 9-252358 A (Sharp Corp.), 22 September, 1997 (22.09.97), (Family: none)	1-10
A	JP 10-328422 A (Omron Corp.), 15 December, 1998 (15.12.98), (Family: none)	1-10
A	JP 11-215248 A (Uniden Corp.), 06 August, 1999 (06.08.99), & US 6263202 B1	1-10
A	JP 2001-34280 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 09 February, 2001 (09.02.01), (Family: none)	1-10

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int. Cl ⁷ G10L13/00, 13/08		
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)) Int. Cl ⁷ G10L13/00-13/08		
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 1971-2002年 日本国登録実用新案公報 1994-2002年 日本国実用新案登録公報 1996-2002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) JICSTファイル (JOIS), WPI (DIALOG)		
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 請求の範囲の番号
X	JP 58-168097 A (日本電気株式会社), 1983.10.04 (ファミリーなし)	1-10
A	JP 2-106799 A (株式会社エイ・ティ・アール視聴覚機構研究所), 1990.04.18 (ファミリーなし)	1-10
A	JP 2-236600 A (株式会社エイ・ティ・アール視聴覚機構研究所), 1990.09.19 (ファミリーなし)	1-10
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列举されている。 <input 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 「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的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 「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) 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「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 「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矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「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 「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 「&」 同一パテントファミリー文献		
国際調査を完了した日 03.06.02	国際調査報告の発送日 18.06.02	
国際調査機関の名称及びびあて先 日本国特許庁 (ISA/JP) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官 (権限のある職員) 山下 岡 史 	5C 8946
電話番号 03-3581-1101 内線 3540		

C (続き) . 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 請求の範囲の番号
A	J P 4-199098 A (株式会社明電舎) , 1992.07.20 (ファミリーなし)	1-10
A	J P 5-100692 A (沖電気工業株式会社) , 1993.04.23 (ファミリーなし)	1-10
A	J P 7-72900 A (日本放送協会) , 1995.03.17 (ファミリーなし)	1-10
A	J P 7-104778 A (富士ゼロックス株式会社) , 1995.04.21 (ファミリーなし)	1-10
A	J P 7-244496 A (エヌ・ティ・ティ・データ通信株式会 社) , 1995.09.19 (ファミリーなし)	1-10
A	J P 9-252358 A (シャープ株式会社) , 1997.09.22 (ファミリーなし)	1-10
A	J P 10-328422 A (オムロン株式会社) , 1998.12.15 (ファミリーなし)	1-10
A	J P 11-215248 A (ユニデン株式会社) , 1999.08.06 & US 6263202 B1	1-10
A	J P 2001-34280 A (松下電器産業株式会社) ; 2001.02.09 (ファミリーなし)	1-10