

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2007年11月29日 (29.11.2007)

PCT

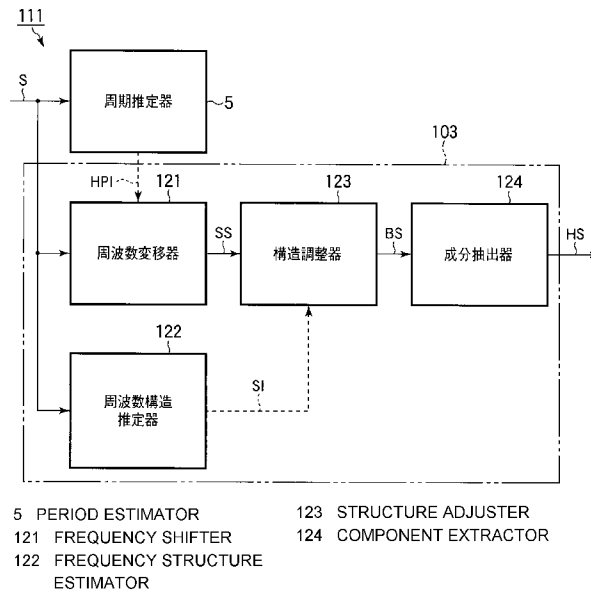
(10) 国際公開番号
WO 2007/135786 A1

- (51) 国際特許分類:
G10L 21/04 (2006.01)
- (72) 発明者; および
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2007/051573
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 田代 厚史 (TASHIRO, Atsushi) [JP/JP]; 〒1058460 東京都港区虎ノ門1丁目7番12号 沖電気工業株式会社内 Tokyo (JP).
- (22) 国際出願日: 2007年1月31日 (31.01.2007)
- (74) 代理人: 前田 実, 外 (MAEDA, Minoru et al.); 〒1510053 東京都渋谷区代々木2丁目16番2号 甲田ビル4階 前田特許事務所 Tokyo (JP).
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL,
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願2006-141686 2006年5月22日 (22.05.2006) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 沖電気工業株式会社 (OKI ELECTRIC INDUSTRY CO., LTD.) [JP/JP]; 〒1058460 東京都港区虎ノ門1丁目7番12号 Tokyo (JP).

[続葉有]

(54) Title: OUT-OF-BAND SIGNAL GENERATOR AND FREQUENCY BAND EXPANDER

(54) 発明の名称: 帯域外信号生成装置及び周波数帯域拡張装置



(57) Abstract: An out-of-band signal generator for generating, from a band-limited signal whose frequency band is limited, an out-of-band signal including a frequency component outside the limited frequency band. The out-of-band signal generator comprises a frequency structure estimating means for estimating the frequency structure of the band-limited signal, an out-of-band original signal generating means for generating an out-of-band original signal including the frequency component outside the band from the band-limited signal, a frequency structure adjusting means for adjusting the frequency structure of the out-of-band original signal depending on the estimated frequency structure of the band-limited signal, and a component extracting means for extracting a predetermined band of the out-of-band original signal the frequency structure of which is adjusted.

(57) 要約: 周波数帯域が制限された帯域制限信号から、その制限された周波数帯域外の周波数成分を含む帯域外信号を生成する帯域外信号生成装置であって、帯域制限信号の周波数構造を推定する周波数構造推定手段と、帯域制限信号から帯域外の周波数成分を含む帯域外原信号を生成する帯域外原信号生成

[続葉有]

WO 2007/135786 A1



SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ,
VC, VN, ZA, ZM, ZW.

OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML,
MR, NE, SN, TD, TG).

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR),

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。

明 細 書

帯域外信号生成装置及び周波数帯域拡張装置

技術分野

[0001] 本発明は帯域外信号生成装置及び周波数帯域拡張装置に関し、例えば、通信、放送等で伝送される周波数帯域の狭い音声信号に対し、受信側にて周波数帯域を拡張した音声信号を得る場合に適用し得るものである。

背景技術

[0002] 現在、様々なネットワークを用いて音声通信が盛んに行われている。しかしながら、従来の一般公衆網を利用していた時代の慣習から、電話音声通信は、一般に電話帯域と呼ばれる300Hzから3.4kHzの周波数に制限されて行われている。しかし、人間の発声する音声は、300Hz以下、3.4kHz以上の成分も含まれ、また当該成分は発話の個人性にも係わる重要な成分であり、当該成分の欠如は個人性の欠如だけでなく音声の品質を低下させる一因となる。このため、当該成分を含んだ音声での通話が望まれている。しかしながら、一般的な公衆網の交換機では、電話帯域を越える音声を伝送させることができない問題があった。このような問題点に関し、例えば、特許文献1に示すような周波数帯域の拡張手法が提案されている。

[0003] 特許文献1に示される従来の周波数帯域拡張装置について、図11を用いて説明する。この従来装置では、300Hzから3.4kHzに周波数を限定した帯域制限信号DCを入力としている。当該帯域制限信号DCは、標本化周波数変換器1により標本化周波数が変換された変換原信号Sに変換される。そして、当該変換原信号Sは、低域信号生成器10、高域信号生成器11、及び高域無声部生成器12へそれぞれ与えられる。

[0004] 低域信号生成器10では、当該生成器内部の周期推定器5が、変換原信号Sの周期情報を含む低域周期情報LPIと変換用信号の周期波形を含む低域周期信号TWを低域波形生成器2へ出力し、低域波形生成器2はこれらをもとに合成低域信号LSを出力する。また、高域信号生成器11内部の高域波形生成器3は、低域信号生成器10と共用される周期推定器5により出力される高域周期情報HPIを基に合成高域

信号HSを出力する。同様に、高域無声部生成器12でも、変換原信号Sを基に合成無声音信号USを出力する。これら合成低域信号LS、合成高域信号HS、及び合成無声音信号USと、変換原信号Sとを、合成加算器6において加算し、帯域拡張信号Vを出力する。この帯域拡張信号Vは、帯域制限された狭帯域信号DCから、低域成分の信号や高域成分の信号を伝送された信号とともに同時に提供することにより、当該成分が含まれる広帯域信号と同様の臨場感ある音声として聴取することを可能にしている。

[0005] 特許文献1:特開平9-258787号公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0006] しかしながら、特許文献1に記載の従来技術では、高域波形生成器の処理を定めておらず、人間の音声の特質が考慮されていない波形が出力される可能性があり、広帯域信号と同様の音声を生成する能力としては不十分であった。

[0007] そのため、本発明の目的は、当初の帯域制限信号と同様な特質を有する帯域拡張による広帯域信号を実現できる、帯域外信号生成装置及び周波数帯域拡張装置を提供することである。

課題を解決するための手段

[0008] 本発明の帯域外信号生成装置は、周波数帯域が制限された帯域制限信号から、その制限された周波数帯域外の周波数成分を含む帯域外信号を生成する装置であって、上記帯域制限信号の周波数構造を推定する周波数構造推定手段と、上記帯域制限信号から帯域外の周波数成分を含む帯域外原信号を生成する帯域外原信号生成手段と、上記帯域外原信号の周波数構造を、上記周波数構造推定手段が推定した上記帯域制限信号の周波数構造に応じて調整する周波数構造調整手段と、周波数構造が調整された上記帯域外原信号における所定帯域を抽出して上記帯域外信号を得る成分抽出手段とを有することを特徴とする。

[0009] 本発明の周波数帯域拡張装置は、周波数帯域が制限された帯域制限信号から、その制限された周波数帯域外の周波数成分を含む帯域外信号を生成する帯域外信号生成装置を含み、上記帯域制限信号と上記帯域外信号とを合成して上記帯域

制限信号の制限を超えた周波数成分を含む広帯域信号を得る周波数帯域拡張装置であって、上記帯域外信号生成装置として、上記本発明の帯域外信号生成装置を適用したことを特徴とする。

発明の効果

- [0010] 本発明の帯域外信号生成装置及び周波数帯域拡張装置によれば、帯域制限信号の周波数構造を推定して帯域外信号に反映させるようにしたので、当初の帯域制限信号と同様な特質を有する帯域拡張による広帯域信号を実現できるようになる。

図面の簡単な説明

- [0011] [図1]本発明の第1の実施形態の高域信号生成器に係る内部構成を示すブロック図である。
- [図2]第1の実施形態に係る音声信号帯域拡張装置の全体構成を示すブロック図である。
- [図3](a)及び(b)は、第1の実施形態の周波数変移器による周波数変移方法の説明図である。
- [図4](a)及び(b)は、第1の実施形態の周波数構造推定器による周波数構造の推定方法の説明図である。
- [図5]第1の実施形態の構造調整器の内部構成を示すブロック図である。
- [図6]本発明の第2の実施形態の高域信号生成器に係る内部構成を示すブロック図である。
- [図7]本発明の第3の実施形態に係る音声信号帯域拡張装置の全体構成を示すブロック図である。
- [図8]第3の実施形態の高域部信号生成器に係る内部構成を示すブロック図である。
- [図9]本発明の第4の実施形態に係る音声信号帯域拡張装置の全体構成を示すブロック図である。
- [図10]第1の実施形態に対する変形例の全体構成を示すブロック図である。
- [図11]従来の周波数帯域拡張装置の全体構成を示すブロック図である。

符号の説明

- [0012] 1…標本化周波数変換器、

5…周期推定器、
6…合成加算器、
10…低域信号生成器、
12…高域無声部生成器、
100、200、300…周波数帯域拡張装置、
103、403…高域波形生成器(帯域外信号生成装置)、
111、411…高域信号生成器、
121…周波数変移器、
122、222…周波数構造推定器、
123、223…構造調整器、
124、224…成分抽出器、
203…高域部波形生成器、
211、311…高域部信号生成器、
221…高域無声波形生成器、
307…信号強調器、
425、426…平滑化指標生成器、
427…周波数構造平滑化器。

発明を実施するための最良の形態

[0013] [A]第1の実施形態

以下、本発明の第1の実施形態に係る帯域外信号生成装置及び周波数帯域拡張装置を、図面を参照しながら詳述する。

[0014] [A-1]第1の実施形態の構成

図2は、第1の実施形態の周波数帯域拡張装置100の全体構成を示すブロック図である。図2において、従来に係る図11に示される構成と同一又は対応する部分には、同一の符号を付す。

[0015] 図2に示されるように、第1の実施形態の周波数帯域拡張装置100は、標本化周波数変換器1、低域信号生成器10、高域信号生成器111、高域無声部生成器12、及び合成加算器6を備えている。周波数帯域拡張装置100は、入力された帯域制限信

号DCに基づき、拡張帯域信号Vを生成する。なお、図2における低域信号生成器10は、図11に示されるように周期推定器5を含むものである。しかし、図2に示されるように、高域信号生成器111に特徴がある第1の実施形態においては、周期推定器5が高域信号生成器111の要素であることを強調するために、図2に示されるように、低域信号生成器10を描いている。

- [0016] なお、第1の実施形態及び後述する実施形態は、特定の時間(例えば、10ms)をひとまとまりにした音声フレーム(フレーム)単位に処理を行うことを想定しているものであるが、フレームの時間長はある時間に限定されるものではない。また、固定的なフレームでの処理に限定されず、可変長のフレームで処理してもサンプル毎に処理しても構わない。
- [0017] 第1の実施形態の周波数帯域拡張装置100は、第1の実施形態の帯域外信号生成装置である高域信号生成器111の内部構成及び処理が、従来装置のものと異なっている。高域信号生成器111は、周期推定器5及び高域波形生成器103でなるが、高域波形生成器103が従来装置のものと異なっている。なお、第1の実施形態の場合、周期推定器5は、変換原信号Sの基本周期HPIを出力するものである。
- [0018] 図1は、第1の実施形態の高域信号生成器111に係る内部構成を示すブロック図である。第1の実施形態の高域信号生成器111における高域波形生成器103は、周波数変移器121、周波数構造推定器122、構造調整器123及び成分抽出器124を有する。
- [0019] 周波数変移器121は、変換原信号Sを受取り、基本周期情報HPIを基に、当該変換原信号Sに対して周波数変移を実施し、変移信号SSを出力するものである。周波数変移器121における周波数変移方法については後述する。
- [0020] 周波数構造推定器122は、変換原信号Sを受取り、当該信号の周波数構造の傾向を推定し、傾き情報SIとして出力するものである。周波数構造推定器122における推定方法については後述する。
- [0021] 構造調整器123は、変移信号SSを受取り、当該変移信号SSに対し周波数構造の傾向を補正した後、当該信号を補正信号BSとして出力するものである。構造調整器123における傾向補正方法については後述する。

- [0022] 成分抽出器124は、補正信号BSを受取り、合成加算器6による加算が必要である高域成分を抽出し、合成高域信号HSを出力するものである。
- [0023] [A-2]第1の実施形態の動作
- 次に、第1の実施形態の周波数帯域拡張装置100における動作を説明する。なお、第1の実施形態の周波数帯域拡張装置100においては、1音声フレームが入力される毎に、各構成要素が以下に示す動作を行う。
- [0024] 周波数帯域拡張装置100に入力された帯域制限信号DCは、標本化周波数変換器1によって標本化周波数を大きくした変換原信号Sに変換され、この変換原信号Sが、合成加算器6、低域信号生成器10、高域信号生成器111、及び高域無声部生成器12に与えられる。例えば、標本化周波数変換器1は、8kHzから16kHzへ標本化周波数を変換する。但し、変換前の標本化周波数や変換後の標本化周波数は、この例に限定されず、周波数帯域拡張装置100が実際に使用される装置の音声信号の標本化周波数に合わせて決定すれば良い。
- [0025] 高域信号生成器111においては、内部の周期推定器5と高域波形生成器103により、変換原信号Sから合成高域信号HSを生成する。以下、高域信号生成器111における内部の動作について説明する。
- [0026] 周期推定器5は、変換原信号Sの基本周期HPIを推定する。周期推定器5における基本周期HPIの推定方法として、例えば、変換原信号Sの自己相関関数が極大となる遅延量を基本周期HPIとする方法を適用できるが、基本周期の推定方法は、この手法に限定されない。他の方法を例示すると、当該フレームにおける離散フーリエ変換系列を基に推定する方法を挙げることができる。なお、周期推定器5は、入力帯域制限信号DCから基本周期HPIを推定するものであっても良い。
- [0027] 周波数変移器121は、入力される変換原信号Sを、基本周期HPIに応じた周波数分だけ、周波数変移させる。図3(a)及び(b)は、周波数変移器121による周波数変移方法の2つの例の概要の説明図である。なお、図3(a)及び(b)は、周波数変移を、ハードウェア構成によって実行するイメージで示しているが、周波数変移を、ソフトウェア処理によって実行しても良い。
- [0028] まず、図3(a)を用いて、第1の周波数変移方法を説明する。周波数変移器121に

入力される変換原信号Sに相当する入力原信号を $\sin(f \cdot t)$ とする。ここで、 f は、原信号の周波数に対応する角周波数、 t は時刻を表している。また、変移させる周波数に対応する角周波数 F を定めた後、余弦波信号 $\cos(F \cdot t)$ 及び正弦波信号 $-\sin(F \cdot t)$ を入力させる。

[0029] ここで、角周波数 F は以下のように決定される。基本周期HPIに対応する周波数を f_0 とすると、その整数倍の周波数 f_0 、 $2 \cdot f_0$ 、 $3 \cdot f_0$ 、 \dots のうち、拡張しようとする高域帯域BHに属するものの一つ(例えば、高域帯域BHに属する最も低いもの)を変移周波数に定め、それに対応する角周波数 F を算出する。

[0030] 原信号 $\sin(f \cdot t)$ に余弦波信号 $\cos(F \cdot t)$ を乗算回路32により乗算して加算回路34に与える。また、原信号 $\sin(f \cdot t)$ を遅延回路31により $\pi/2$ (ここでの π は、例えば、基本周期HPIにより定まる)だけ遅延させた後、当該遅延させた原信号 $\sin(f \cdot t + \pi/2) = -\cos(f \cdot t)$

に対して乗算回路33により正弦波信号 $-\sin(F \cdot t)$ を乗算して加算回路34に与える。これにより、加算回路34からは、

$$\begin{aligned} & \sin(f \cdot t) \cdot \cos(F \cdot t) + \sin(F \cdot t) \cdot \cos(f \cdot t) \\ & = \sin((F + f) \cdot t) \end{aligned}$$

が出力される。すなわち、加算回路34から、周波数変移された信号が出力される。

[0031] 図3(b)に示す第2の周波数変移方法も、同様な三角関数の演算処理に基づいている。乗算回路35によって、原信号 $\sin(f \cdot t)$ と余弦波信号 $\cos(F \cdot t)$ とを乗算させる。この乗算結果は、

$$1/2 \{ \sin((f + F) \cdot t) + \sin((f - F) \cdot t) \}$$

となり、振幅を問題としないならば、

$$\sin((f + F) \cdot t) + \sin((f - F) \cdot t)$$

で表される。このうち、前者の成分

$$\sin((f + F) \cdot t)$$

をハイパスフィルタ(HPF)36で抽出することにより、周波数変移された信号が得られる。ハイパスフィルタ36のカットオフ周波数を、例えば、拡張しようとする高域帯域BHの下限周波数近傍に選定することにより、乗算結果から前者の成分を抽出することが

できる。

- [0032] ここでは、フレーム単位で計算された量の周波数変移を実施するように示したが、例えば、直前のフレームでの基本周期から求められた変移周波数を保持しておき、当該フレーム内で、直前フレームの変移周波数から前述した変移周波数に連続的に変化するように、角周波数 F をサンプルごとに変化させるなどしても良い。
- [0033] 周波数構造推定器122は、変換原信号 S の大まかな周波数成分の配置傾向(周波数構造)を推定し、その推定結果を傾き情報 SI として出力する。
- [0034] 周波数構造推定器122による推定方法の一例を、図4(a)及び(b)を参照しながら説明する。まず、入力された信号 S の系列(フレーム)をさらに小フレームに分割する。この小フレームの長さとして1ms程度を適用可能であるが、これに限定されない。この小フレーム内でフーリエ変換を実施する。このフーリエ変換の結果から、入力された帯域制限信号の周波数の上限(例えば、3400Hz)と下限(例えば、300Hz)の間に含まれる数点の出力値を抽出する。説明のため、図4(a)及び(b)には、周波数軸上にフーリエ変換結果を配置した例を示している。
- [0035] 図4(a)は、抽出された出力値が偶数点(4つ)の場合である。この場合、上限に近い半数の出力値(A_3 、 A_4)の平均 UA から下限に近い半数の出力値(A_1 、 A_2)の平均 LA を減算し、当該小フレームの変化量 d とする。
- [0036] 図4(b)は、抽出された出力値が奇数点(3つ)の場合である。下限に近い出力値 A_1 と中央の出力値 A_2 の平均を求め、平均出力値 LA を得る。また、上限に近い出力値 A_3 と中央の出力値 A_2 の平均を求め、平均出力値 UA を得る。平均出力値 UA から平均出力値 LA を減算した結果を当該小フレームの変化量 d として求める。なお、3つよりも多い場合にも、下限に近い半数の出力値の平均と、上限に近い半数の出力値の平均の差分として同様に小フレームの変化量 d を計算する。
- [0037] 以上のような1小フレームでの変化量 d を1音声フレーム内ですべて計算し、全ての小フレームの変化量 d の平均を傾き情報 SI として出力する。
- [0038] 周波数構造推定器122による推定方法は、図4を用いて説明した方法に限定されるものではなく、周波数構造の傾向を推定できる方法であれば他の方法であっても良い。

- [0039] 構造調整器123は、周波数変移器121からの変移信号SSに対し、周波数構造推定器122の傾き情報SIを基に周波数構造の補正を行う。
- [0040] 図5は、構造調整器123の内部構成例を示すブロック図である。図5において、構造調整器123は、複数の傾き印加フィルタ151、…、15nを備え、変移信号SSを通過させる傾き印加フィルタを、傾き情報SIに応じて切替え動作する切換器150によって選択することにより、周波数構造の補正を行う。ここで、各傾き印加フィルタ151、…、15nは、通過させた信号の周波数特性が通過させる前の信号の周波数特性に対し、特定の傾きを持つようなフィルタである。傾きを付与するとは、周波数成分が大きくなるに従って線形性を有する各周波数成分毎のゲインを乗算することに相当する。例えば、正の傾きを付与する傾き印加フィルタ、負の傾きを付与する傾き印加フィルタ、傾きを付与しない傾き印加フィルタ(このフィルタは省略し、経路だけ用意していても良い)の3種類を用意しておき、傾き情報SIが、第1の所定値(正の値)以上の正か、第2の所定値(負の値)以下の負か、第1の所定値より小さく第2の所定値より大きい0に近い値かに応じて、変移信号SSを通過させる傾き印加フィルタを選択させる。なお、傾き印加フィルタの個数、傾きの大きさは限定されず、任意に選定すれば良い。また、1個の可変の傾き印加フィルタを適用し、その傾きを可変制御するようにしても良い。
- [0041] 以上のように、変移信号SSに傾きを印加することにより、単に信号を高域部分へ変移した信号や、当該変移した信号を単純に減衰させた信号に比べ、より入力信号の特徴を際立たせることができる。
- [0042] 成分抽出器124は、補正信号BSから、合成加算器6において加算すべき成分を抽出し、その結果を合成高域信号HSとして出力する。この抽出方法は、例えば、通過域を4000Hzから7000Hzとする帯域通過フィルタを通過させる方法で良いが、これらの下限周波数や上限周波数の値は、出力される信号の品質が良くなるように設計者が任意に設定しても良い。また、高域成分の抽出をする方法であれば良いので、帯域通過フィルタの代わりに4000Hzを遮断周波数とする高域通過フィルタなどを通過させるようにしても良い。さらに、当該機能を別の機能体で実施することが可能であれば、当該成分抽出器124を配置せず、別の機能体内部に当該機能を持たせ

るようにしても良い。

[0043] 以上のようにして、第1の実施形態の高域信号生成器111からは、周波数特性に傾きが印加された合成高域信号HSが出力される。

[0044] 低域信号生成器10においては、標本化周波数変換器1からの変換原信号Sが入力され、帯域制限された周波数より小さい周波数成分の信号が生成され、合成低域信号LSが合成加算器6へ出力される。高域無声部生成器12においては、標本化周波数変換器1からの変換原信号Sが入力され、合成無声音信号USが生成されて合成加算器6へ出力される。なお、低域信号生成器10における合成低域信号LS、高域無声部生成器12における合成無声音信号USの生成手法は、既存技術を用いることができる。

[0045] 合成加算器6においては、合成低域信号LS、合成高域信号HS、合成無声音信号US、変換原信号Sが入力され、これらが加算され、この結果が帯域拡張信号Vとして出力される。なお、合成加算器6において、4種類の信号を加算する際に、重み付け係数を用いて加算するようにしても良い。ここでの重み付け係数は、出力される音声信号の品質が最良となるように、設計者が任意に設定して良い。また、各種信号を生成する際、遅延が生じる場合には、合成加算器6はその遅延を考慮したタイミングで各種信号の加算を行う。

[0046] [A-3]第1の実施形態の効果

第1の実施形態によれば、周波数構造推定器と構造調整器により、合成高域信号に対して周波数構造の特徴を付加するようにしたので、結果として出力される音声に人間の音声の周波数構造を含ませることができる。これにより、広帯域信号の生成品質を向上させることができる。

[0047] [B]第2の実施形態

次に、本発明の第2の実施形態に係る帯域外信号生成装置及び周波数帯域拡張装置を、図面を参照しながら詳述する。

[0048] 第2の実施形態の周波数帯域拡張装置も、その全体構成は、第1の実施形態の説明で用いた図2で表すことができる。しかし、第2の実施形態の周波数帯域拡張装置は、高域信号生成器(第2の実施形態では符号411を用いる)の内部構成、特に、高

域波形生成器(第2の実施形態では符号403を用いる)の内部構成が、第1の実施形態のものとは異なっている。

- [0049] 図6は、第2の実施形態の高域波形生成器403の内部構成を示すブロック図であり、第1の実施形態に係る図1との同一、対応部分には同一の符号を付与して示している。
- [0050] 第2の実施形態の高域波形生成器403は、周波数変移器121、周波数構造推定器122、構造調整器123、成分抽出器124に加え、2つの平滑化指標生成器425、426、周波数構造平滑化器427を有する。
- [0051] 第1の平滑化指標生成器425は、変換原信号Sを受取り、周波数構造平滑化器427で使用される平滑化情報LIを出力するものである。平滑化情報LIの生成方法については後述する。
- [0052] 第2の平滑化指標生成器426は、補正信号BSを受取り、周波数構造平滑化器427で使用される補正平滑化情報BLIを出力するものである。平滑化情報LIの生成方法については後述する。
- [0053] 周波数構造平滑化器427は、補正信号BSを受取り、平滑化情報LI、補正平滑化情報BLIを基に後述する平滑化処理を施したのち、平滑化信号CSを出力するものである。
- [0054] 以下、第2の実施形態の動作について、第1の実施形態との違いを中心に説明する。第2の実施形態が第1の実施形態と異なる点は、高域信号生成器411の内部動作である。
- [0055] 第1の平滑化指標生成器425は、入力された変換原信号Sにおける予め設定されている周波数成分の強度(パワー)を計算し、当該強度を平滑化情報LIとして周波数構造平滑化器427に出力する。
- [0056] 第2の平滑化指標生成器426も同様に、入力された補正信号BSにおける予め設定されている周波数成分の強度(パワー)を計算し、当該強度を補正平滑化情報BLIとして周波数構造平滑化器427に出力する。予め設定する周波数成分とは、例えば、当該高域信号生成器411で生成される有効な信号の最小周波数の成分であって、3400Hzを適用できるが、この周波数値に限定されるものではない。

[0057] 周波数構造平滑化器427は、平滑化情報LI、補正平滑化情報BLIを基に、入力される補正信号BSに対してパワーの調整を行う。このパワー調整は、例えば、平滑化情報LIから求めたパワーを補正平滑化情報BLIから求めたパワーで除算し、この結果に相当するパワーだけ増幅させる処理である。これは、合成加算器6に入力される、高域信号生成器411で生成される合成高域信号HSと変換原信号Sとの周波数構造が連続的になるように、補正信号BSを、予め設定された周波数での成分強度を基準に調整していることを意味している。但し、合成高域信号HSと変換原信号Sとが合成加算器6において周波数構造が連続的になるようにする手法であれば良く、周波数構造の平滑化(連続化)方法は上記の方法に限定されるものではない。

[0058] 第2の実施形態によれば、第1の実施形態の効果に加え、以下の効果を奏することができる。すなわち、生成される合成高域信号と変換原信号との間で、周波数構造が連続的になるように接続されるため、出力される信号の品質を一段と向上させることができる。

[0059] [C]第3の実施形態

次に、本発明の第3の実施形態に係る帯域外信号生成装置及び周波数帯域拡張装置を、図面を参照しながら詳述する。

[0060] 図7は、第3の実施形態に係る周波数帯域拡張装置の全体構成を示すブロック図であり、第1の実施形態に係る図2との同一、対応部分には同一符号を付して示している。図8は、高域部信号生成器211の詳細構成を示すブロック図であり、第1の実施形態に係る図1との同一、対応部分には同一符号を付して示している。

[0061] 図7において、第3の実施形態に係る周波数帯域拡張装置200では、第1の実施形態における高域信号生成器111及び高域無声部生成器12の部分、図8に示す詳細構成を有する高域部信号生成器211に置き換わっている。

[0062] 図8において、高域部信号生成器211は、周期推定器5及び高域部波形生成器203を備え、高域部波形生成器203は、周波数変移器121、高域無声波形生成器221、周波数構造推定器222、構造調整器123、223、成分抽出器124、224を有する。周波数変移器121、構造調整器123及び成分抽出器124は、第1の実施形態のものと同様である。

- [0063] 高域部信号生成器203は、変換原信号Sを受取り、基本周期情報HPIを基に、合成高域信号HS、合成無声音信号USを出力するものである。
- [0064] 周波数構造推定器222は、変換原信号Sを受取り、当該変換原信号Sの周波数構造を推定し、この結果を傾き情報SIとして出力するものである。第3の実施形態の場合、周波数構造推定器222は、傾き情報SIを、高域無声音に係る構造調整器223にも与える。
- [0065] 高域無声波形生成器221は、変換原信号Sを受取り、無声波形原信号USSを生成して出力するものである。この生成方法としては、高域無声波形の既存の生成方法を適用することができる。
- [0066] 構造調整器223は、無声波形原信号USSを受取り、傾き情報SIを基に、傾き特性を印加した補正信号UBSを出力するものである。構造調整器223は、第1の実施形態で説明した構造調整器123と同様の構成を有するものである。
- [0067] 成分抽出器224は、補正信号UBSを受取り、成分抽出処理により合成無声音信号USを得て出力するものである。成分抽出器224は、第1の実施形態で説明した成分抽出器124と同様の構成を有するものである。
- [0068] 以下、第3の実施形態の動作について、第1、第2の実施形態との違いを中心に説明する。第3の実施形態が第1、第2の実施形態と異なる点は、高域部信号生成器211内部の高域部波形生成器203の動作である。
- [0069] 周波数構造推定器222は、第1の実施形態と同様に、入力された変換原信号Sの周波数構造を推定し、これを傾き情報SIとして出力する。第3の実施形態で推定する傾き情報SIも、第1の実施形態のように、周波数構造を傾きとして近似したもので良い。
- [0070] 周波数変移器121は、入力される変換原信号Sを、基本周期HPIに応じた周波数分だけ、周波数変移させ、変移信号SSを出力する。
- [0071] 高域無声波形生成器221は、高域部分の無声部分の波形である無声波形原信号USSを生成して出力する。この高域無声波形生成器221は、第1の実施形態で示した高域無声部生成器12と同様であっても良く、高域部分における無声音信号を生成できれば、従来の生成方法を用いても良い。例えば、周波数変移器121の出力を

、スペクトルを平均化する平均値フィルタを通過させることにより無声音信号を生成するものであっても良い。

[0072] 各構造調整器123、223はそれぞれ、入力された変移信号SS、無声波形原信号USSの周波数構造に対し、第1の実施形態と同様な方法により、傾き情報SIが指示する傾きを印加し、周波数構造が調整された補正信号BS、UBSを対応する成分抽出機124、224に与える。各構造調整器123、223における傾き特性の印加は、予め設定しておくものとする。例えば、構造調整器123では、入力される変移信号SSに対し、傾き情報SIが正の傾きであれば、傾きが上昇するように変化させる傾き印加フィルタを通過させ、傾き情報SIが負の傾きであれば、傾きが下降するように変化させる傾き印加フィルタを通過させるようにする。一方、構造調整器223では、構造調整器123とは逆に、傾き情報SIが正の傾きである場合には、傾きが下降するように変化させる傾き印加フィルタを通過させ、傾き情報SIが負の傾きであれば傾きが上昇するように変化させる傾き印加フィルタを通過させるようにする。これにより、全体の音量感を急変させないようにすることが可能となる。

[0073] 各成分抽出器124、224は、第1の実施形態と同様の処理を行う。成分抽出器224は、高域無声部生成器12から出力されていた周波数帯域と同じ成分となるように抽出することが好ましい。

[0074] 第3の実施形態によれば、第1の実施形態の効果に加え、以下の効果を奏することができる。すなわち、合成無声音信号と合成高域信号の生成を統一的に動作させることにより、入力される信号に適合した合成高域信号と合成無声音信号を同時に生成し、当該2信号に関連をもたせることが可能となり、音質を一段と向上させることができる。

[0075] [D]第4の実施形態

次に、本発明による帯域外信号生成装置及び周波数帯域拡張装置の第4の実施形態を、図面を参照しながら詳述する。

[0076] 図9は、第4の実施形態に係る周波数帯域拡張装置の全体構成を示すブロック図であり、第3の実施形態に係る図7との同一、対応部分には同一符号を付して示している。

[0077] 図9において、第4の実施形態の周波数帯域拡張装置300は、第3の実施形態の構成に加え、信号強調器307を有する。また、高域部信号生成器311は、第3の実施形態と同様に、周期推定器5及び高域部波形生成器203でなるが、周期推定器5への入力信号が信号強調器307からの強調信号ESである点は、第3の実施形態と異なっている。

[0078] 信号強調器307は、帯域制限信号DCを受取り、その帯域制限信号DCに含まれる特性を強調し、強調信号ESを周期推定器5に与えるものである。この信号の強調(明確化)は、後段の周期推定器5における周期推定の前処理として行うことにより周期推定の精度を向上させる処理であれば良い。例えば、LPC(線形予測分析)フィルタによる周波数構造の平坦化を実施し、周波数包絡の特徴を取り除くなどしても良い。但し、当該処理は、周期推定精度を向上する目的であれば良く、LPCフィルタを利用する処理に限定されるものではない。

[0079] 第4の実施形態によれば、第1の実施形態の効果に加え、以下の効果を奏することができる。すなわち、周期推定器に入力される信号を、もともとの信号の特徴を強調させた信号としたので、周期推定の性能を向上させることが可能となり、周波数変移させた結果の信号の品質、結果として広帯域信号の品質を向上させることができる。

[0080] [E] 上記実施形態の変形例

上記各実施形態においては、3種類の拡張信号を生成して合成するものを示したが、拡張信号の種類数は3種類に限定されるものではない。例えば、高域だけ帯域拡張を行うものであっても良い。

[0081] また、拡張信号の帯域は、上記各実施形態のものに限定されない。例えば、任意の周波数帯域を指定できるようにしても良く(高域、低域を指定できる)、その結果、拡張後の広帯域信号は電話帯域よりも大きくても、電話帯域の範囲内にあっても良い。

[0082] また、上記各実施形態においては、複数の拡張用信号を並列的に生成して合成するものを示したが、帯域拡張を成分毎に順次(直列的に)行うようにしても良い。例えば、第1の実施形態の技術思想に対し、このような技術を適用した場合の全体構成を図10に示す。この変形例では、高域信号HSと高域無声音信号USとを合成した合

成信号MVから、低域信号生成器10が生成した低域信号を含む広帯域信号Vを出力するようになされている。

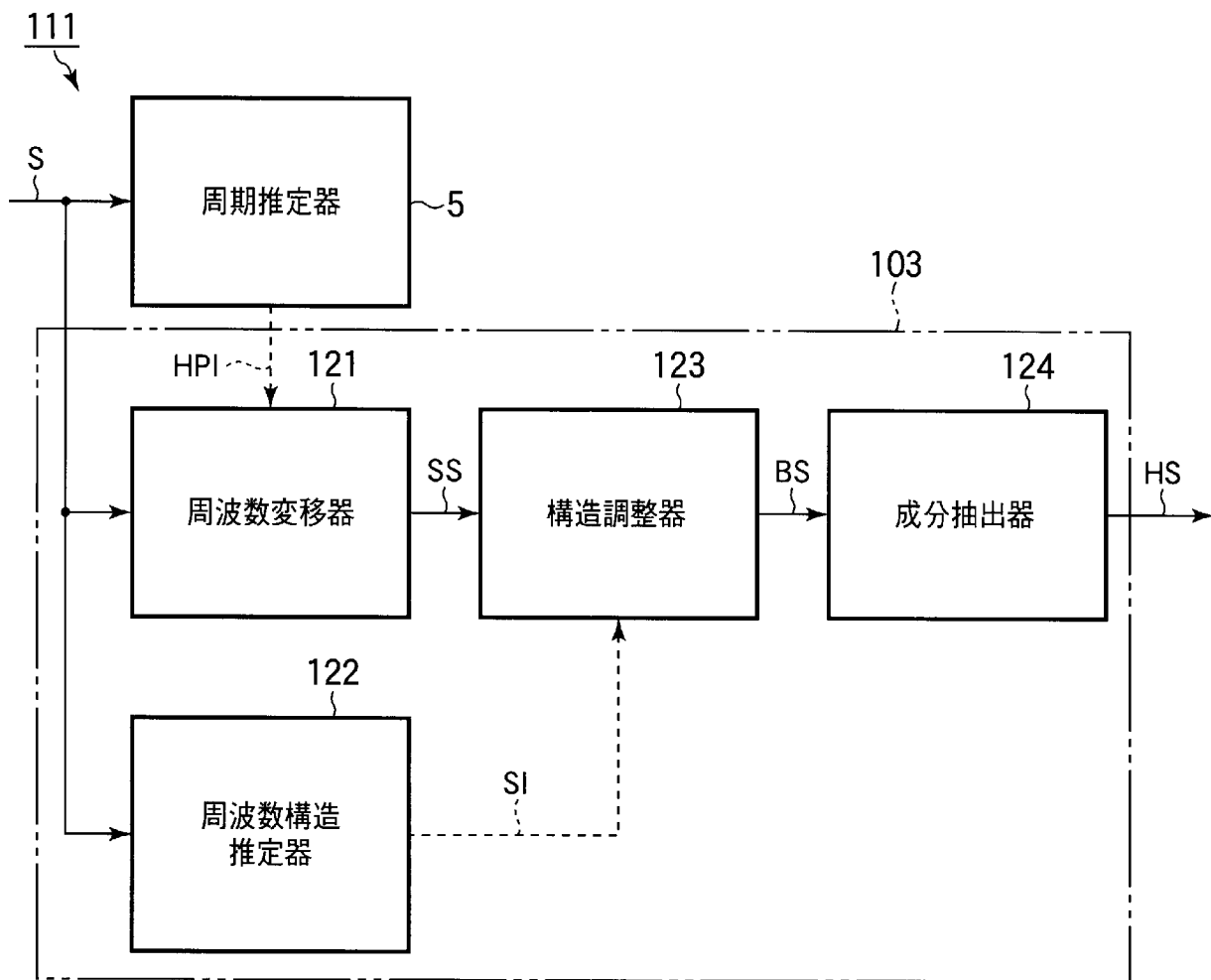
- [0083] さらに、上記各実施形態では、変換原信号の周波数構造を、帯域を2分した各帯域の平均レベルの差として得て、周波数変移信号のスペクトラムに傾きを印加するものを示したが、他の構造検出方法を適用し、その検出方法に応じて調整方法も変化させるようにしても良い。例えば、変換原信号の周波数構造として、スペクトラムの包絡線情報を得、その包絡線情報の外挿線に合致するように、周波数変移信号の周波数構造を調整するようにしても良い。
- [0084] 上記第4の実施形態では、信号強調器からの強調信号を周期推定器に与えるものを示したが、他の構成要素にも与えるようにしても良い。例えば、低域信号生成器が、信号強調器からの強調信号を入力信号として処理するようにしても良く、また、低域信号生成器への入力信号として、変換原信号又は強調信号を選択し得るようにしても良い。
- [0085] 上記各実施形態では、高域信号の生成に本発明の特徴を適用した場合を示したが、低域信号の生成に本発明の特徴を適用するようにしても良い。
- [0086] 上記各実施形態における特徴的な技術思想を任意に組み合わせて周波数帯域拡張装置を構成するようにしても良い。例えば、第4の実施形態は、第3の実施形態の構成に信号強調器を設けるといった技術思想を導入したものであるが、第1又は第2の実施形態の構成に信号強調器を設けて周波数帯域拡張装置を構成するようにしても良い。
- [0087] また、上記各実施形態では、処理対象の信号が音声信号として説明したが、他の周期性信号(例えば、画像信号)の帯域拡張にも本発明を適用することができる。また、入力信号が通過してくるネットワークも、一般的な電話公衆網に限定されず、IPネットワーク網などの他のネットワークであっても良い。
- [0088] さらに、上記各実施形態の説明では、各部がハードウェア的に構成されているイメージで説明したが、各部の全て又は一部がソフトウェア的に実現されていても良い。

請求の範囲

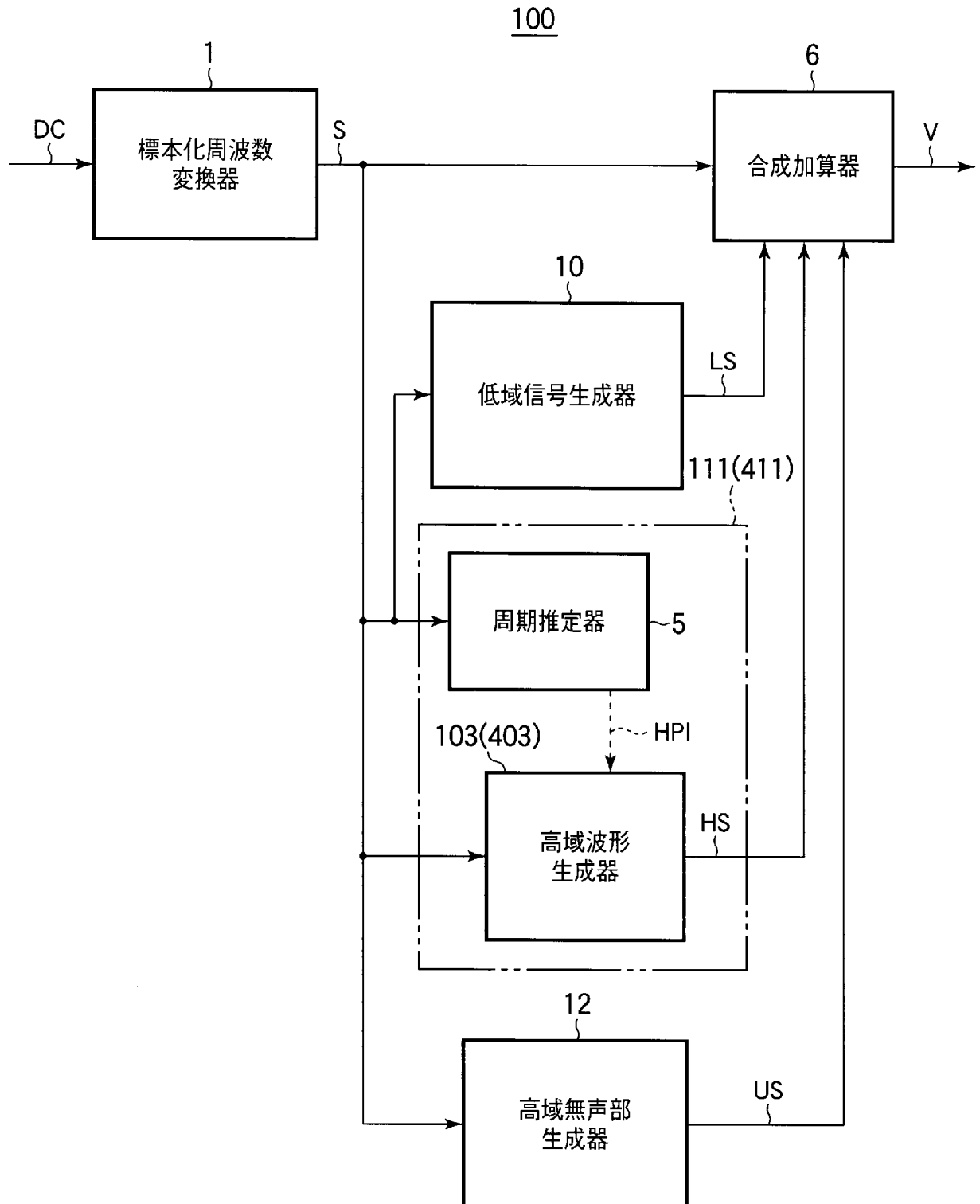
- [1] 周波数帯域が制限された帯域制限信号から、その制限された周波数帯域外の周波数成分を含む帯域外信号を生成する帯域外信号生成装置において、
上記帯域制限信号の周波数構造を推定する周波数構造推定手段と、
上記帯域制限信号から帯域外の周波数成分を含む帯域外原信号を生成する帯域外原信号生成手段と、
上記帯域外原信号の周波数構造を、上記周波数構造推定手段が推定した上記帯域制限信号の周波数構造に応じて調整する周波数構造調整手段と、
周波数構造が調整された上記帯域外原信号における所定帯域を抽出して上記帯域外信号を得る成分抽出手段と
を有することを特徴とする帯域外信号生成装置。
- [2] 上記帯域制限信号の信号強度を判定する第1の指標生成手段と、
上記帯域外原信号の信号強度を判定する第2の指標生成手段と、
上記第1及び第2の指標生成手段の判定結果に応じ、上記周波数構造調整手段から出力された周波数構造が調整された上記帯域外原信号の信号強度を調整して上記成分抽出手段に与える周波数構造平滑化手段と
をさらに有することを特徴とする請求の範囲1に記載の帯域外信号生成装置。
- [3] 上記帯域外原信号生成手段は、上記帯域制限信号に対する周波数変移により上記帯域外原信号を生成することを特徴とする請求の範囲1に記載の帯域外信号生成装置。
- [4] 上記帯域制限信号に係る基本周期を推定する周期推定手段を有し、
上記帯域外原信号生成手段は、上記推定された基本周期に応じて、周波数変移の変移量を可変する
ことを特徴とする請求の範囲3に記載の帯域外信号生成装置。
- [5] 上記周期推定手段への入力信号は、上記帯域制限信号とは異なる信号であることを特徴とする請求の範囲4に記載の帯域外信号生成装置。
- [6] 上記周期推定手段への入力信号は、上記帯域制限信号の特徴を強調した信号であることを特徴とする請求の範囲4に記載の帯域外信号生成装置。

- [7] 周波数帯域が制限された帯域制限信号から、その制限された周波数帯域外の周波数成分を含む帯域外信号を生成する帯域外信号生成装置を含み、上記帯域制限信号と上記帯域外信号とを合成して上記帯域制限信号の制限を超えた周波数成分を含む広帯域信号を得る周波数帯域拡張装置において、
- 上記帯域外信号生成装置として、請求の範囲1に記載のものを適用したことを特徴とする周波数帯域拡張装置。

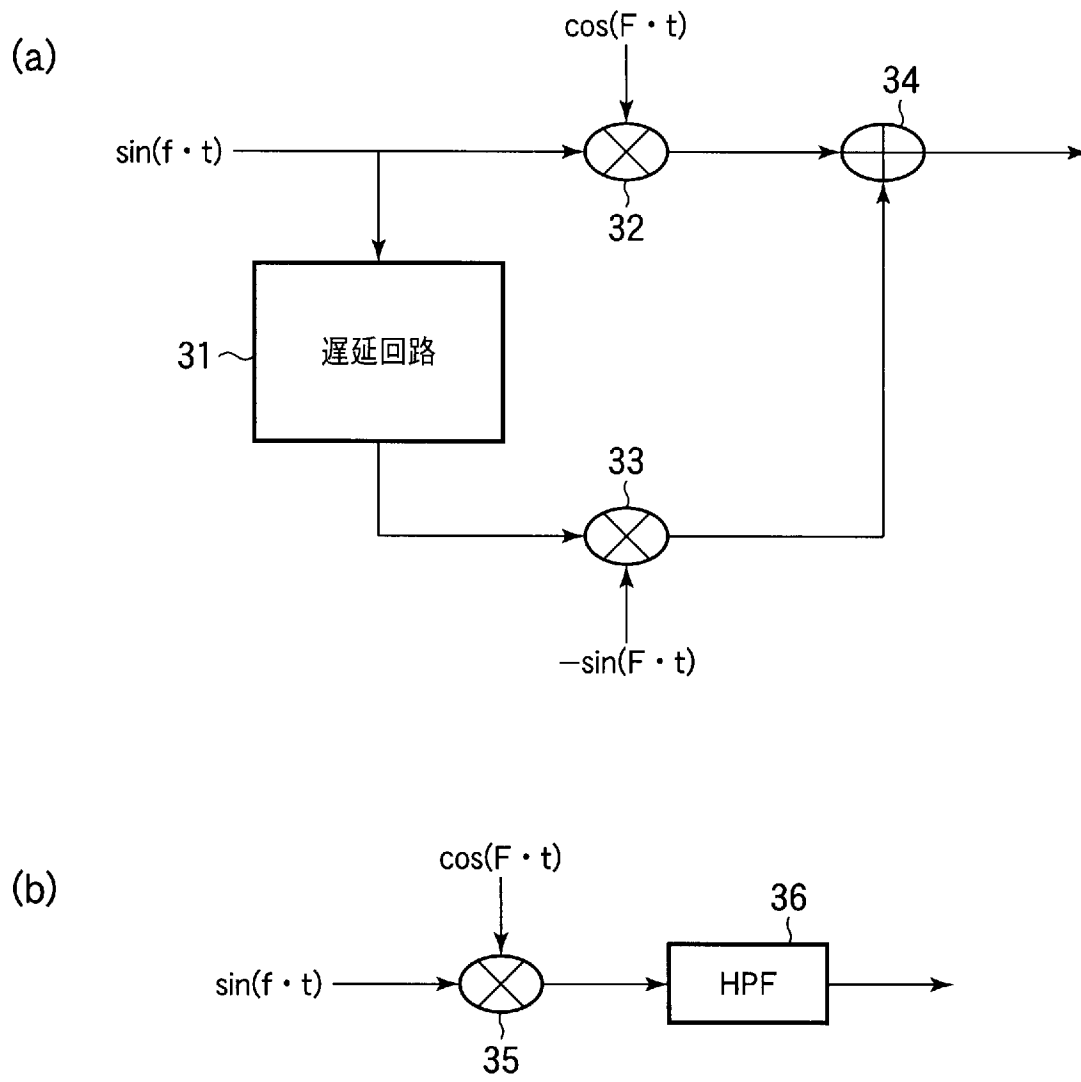
[図1]



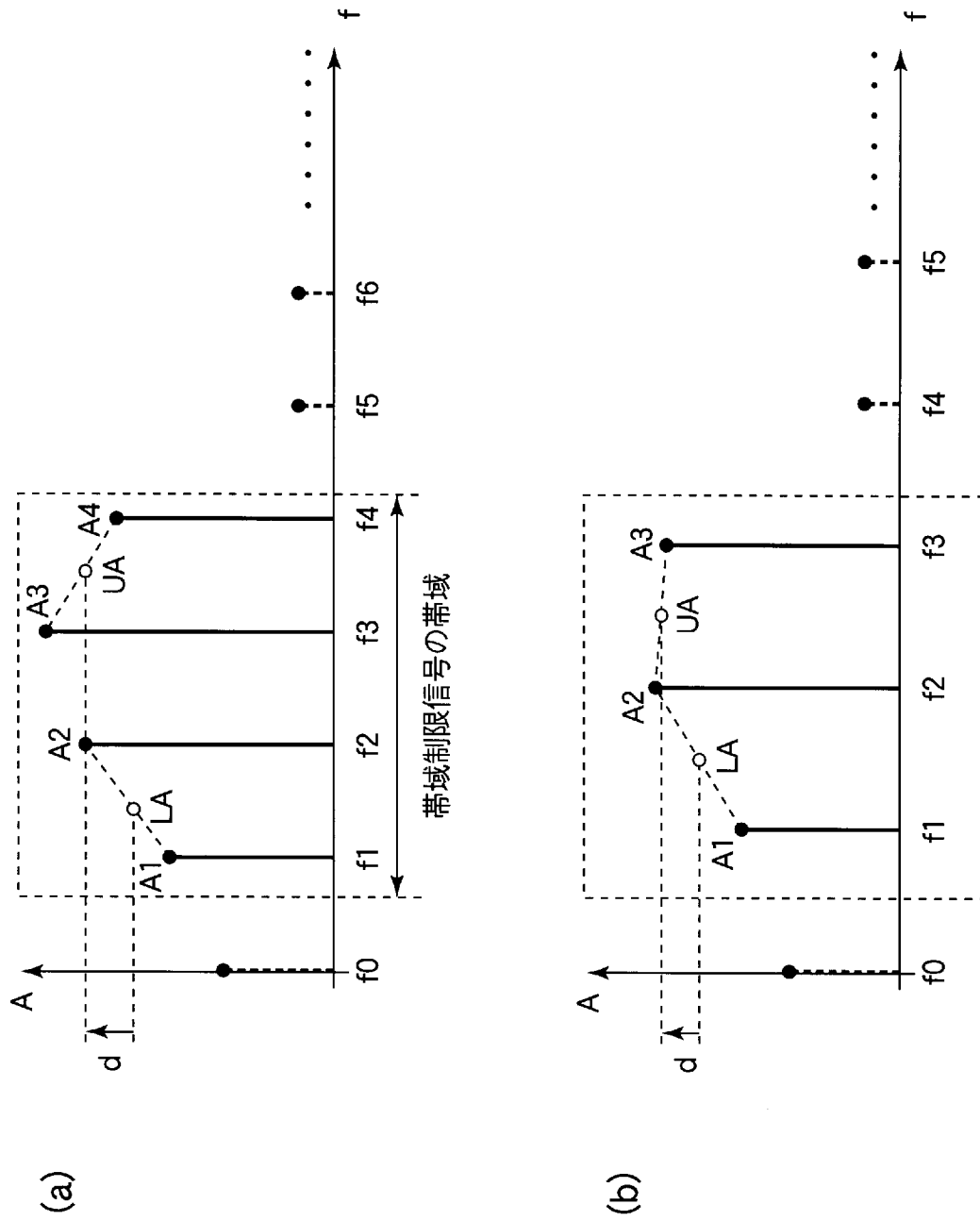
[図2]



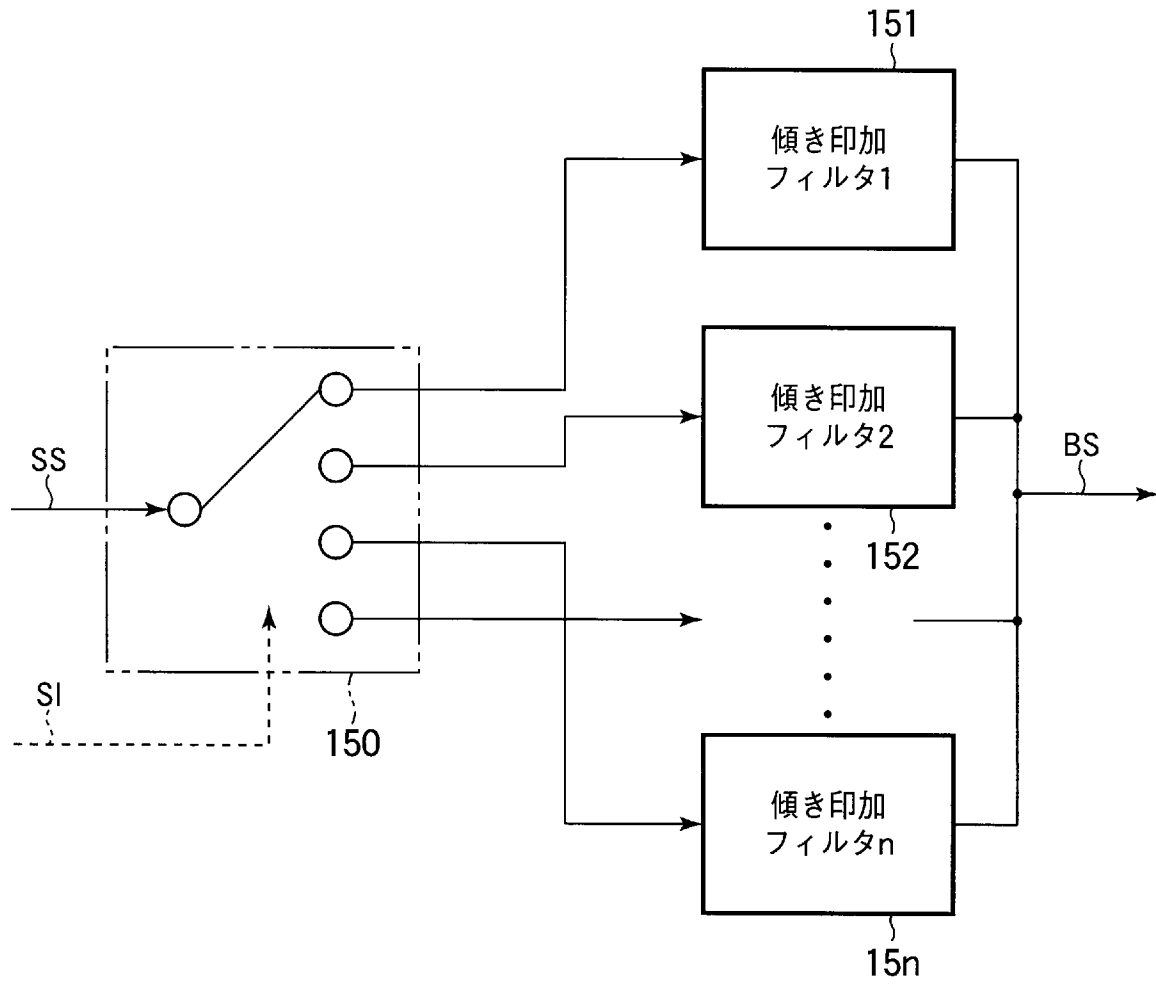
[図3]



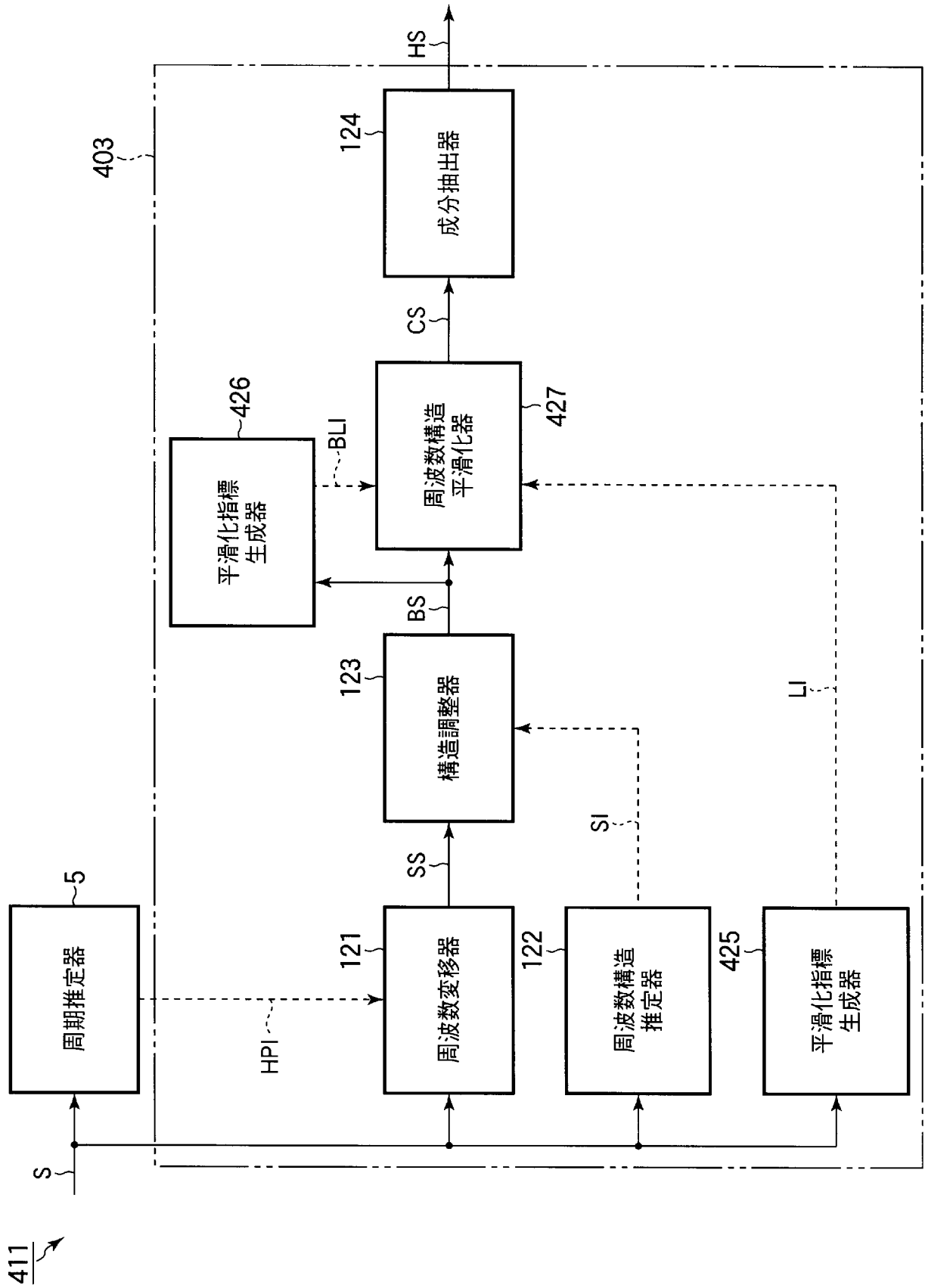
[図4]



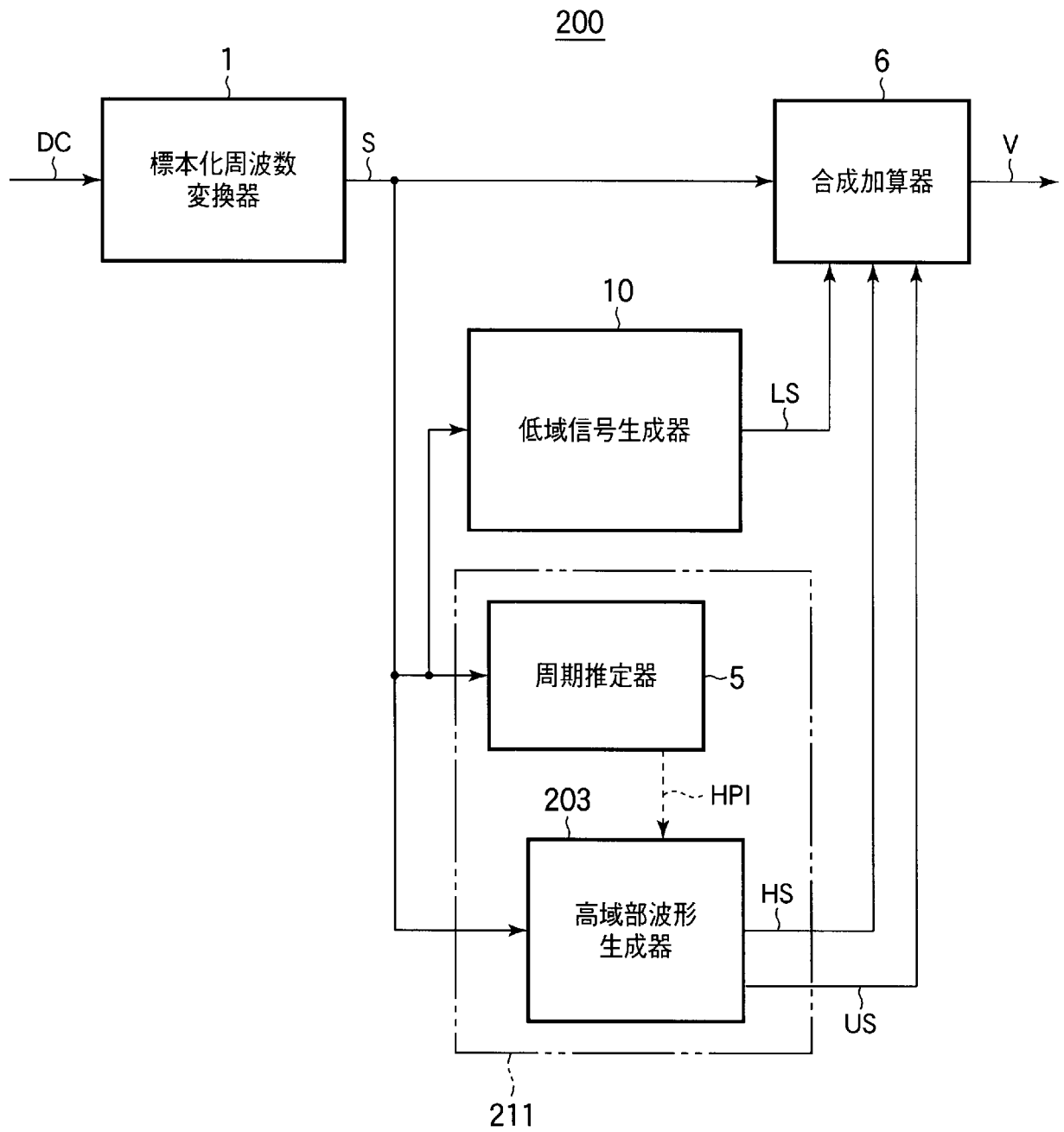
[図5]



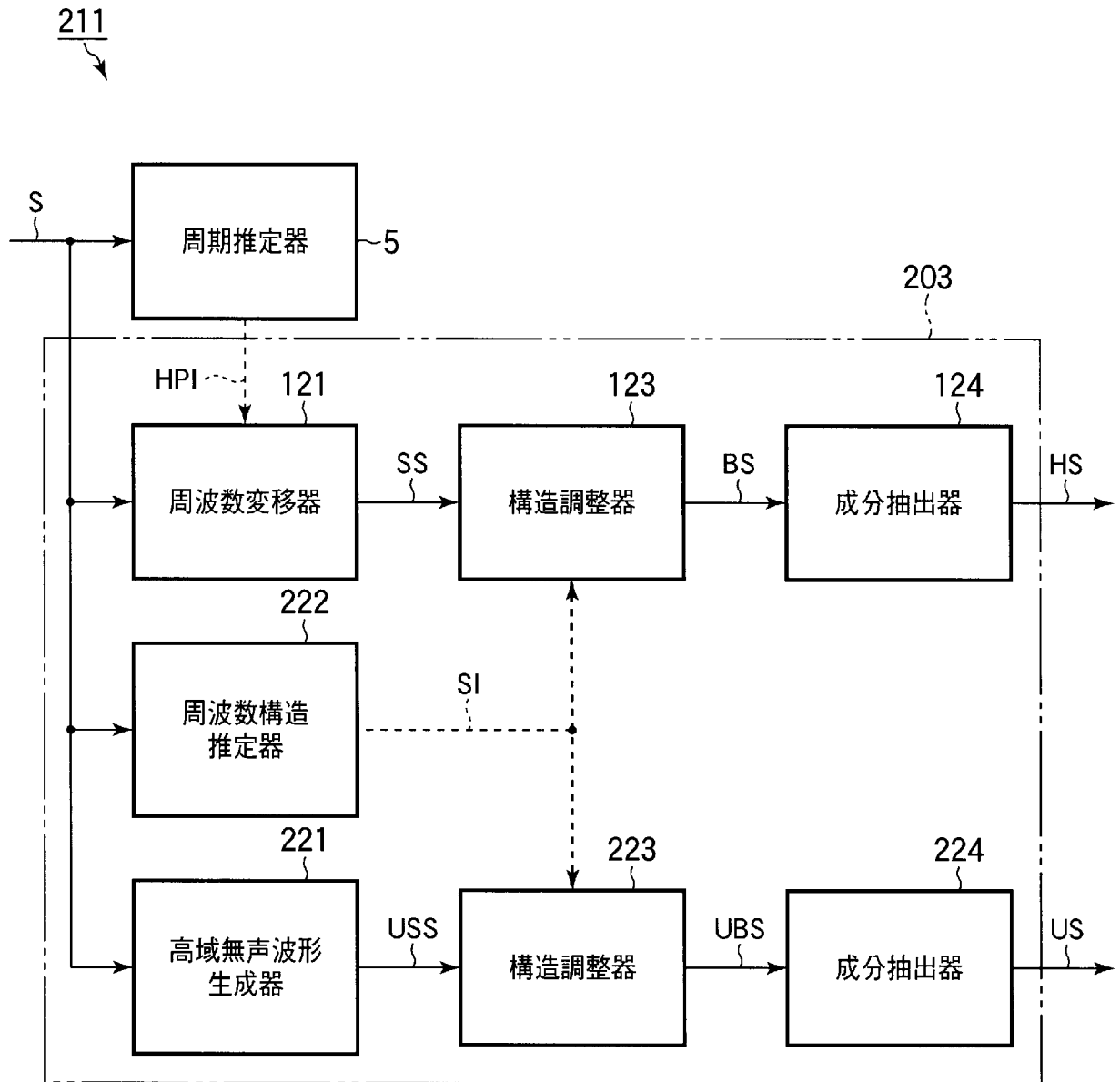
[図6]



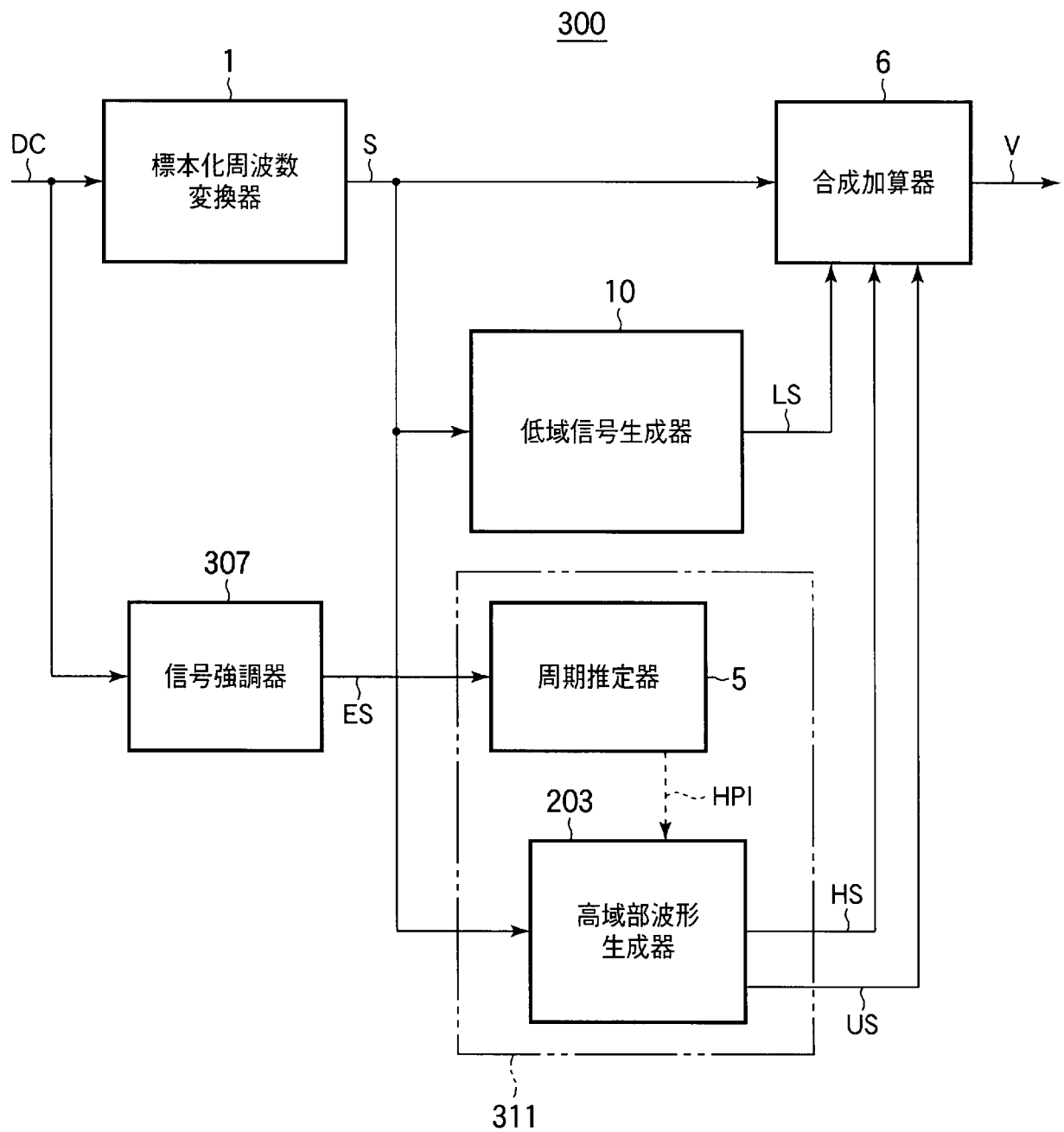
[図7]



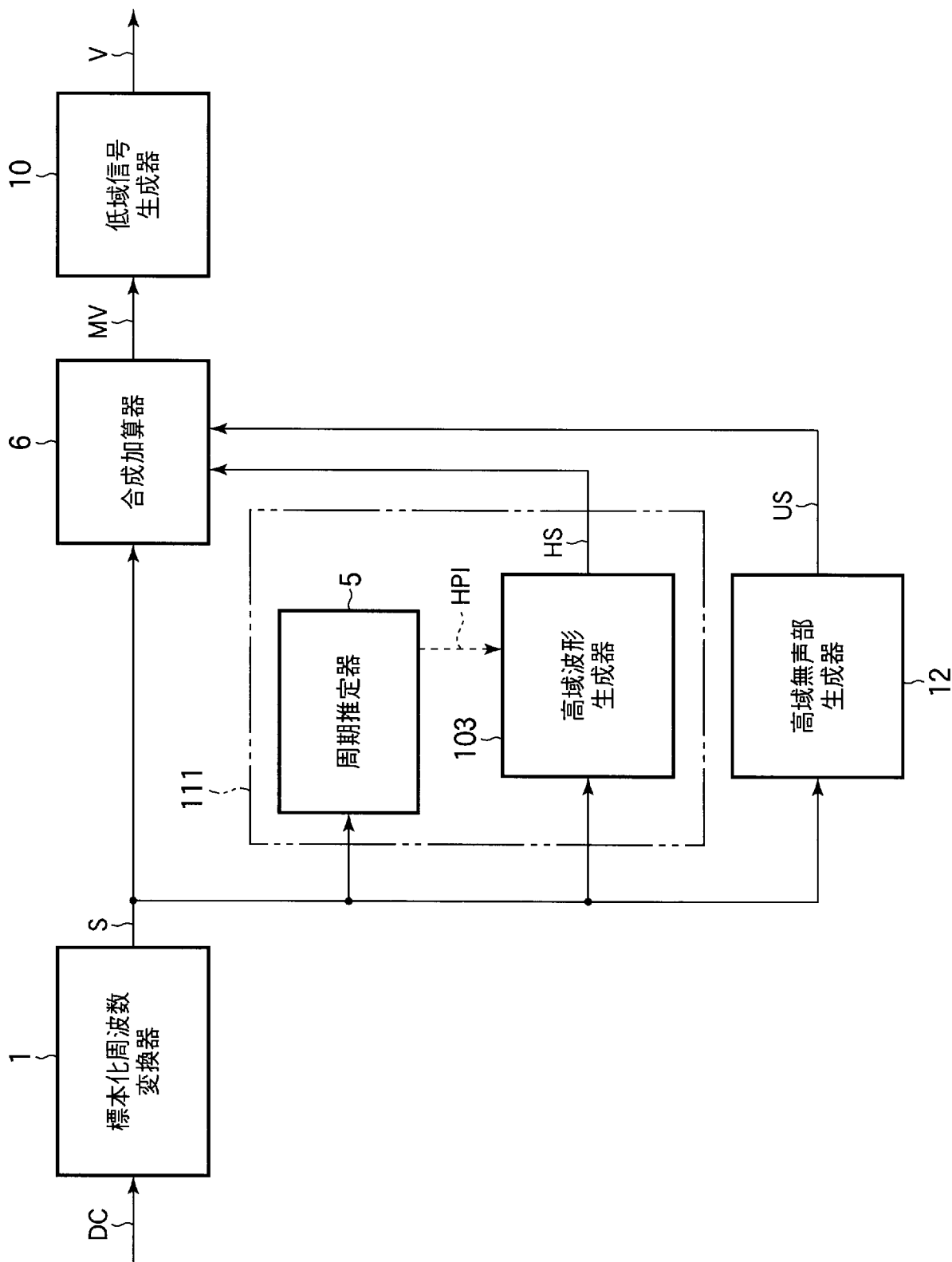
[図8]



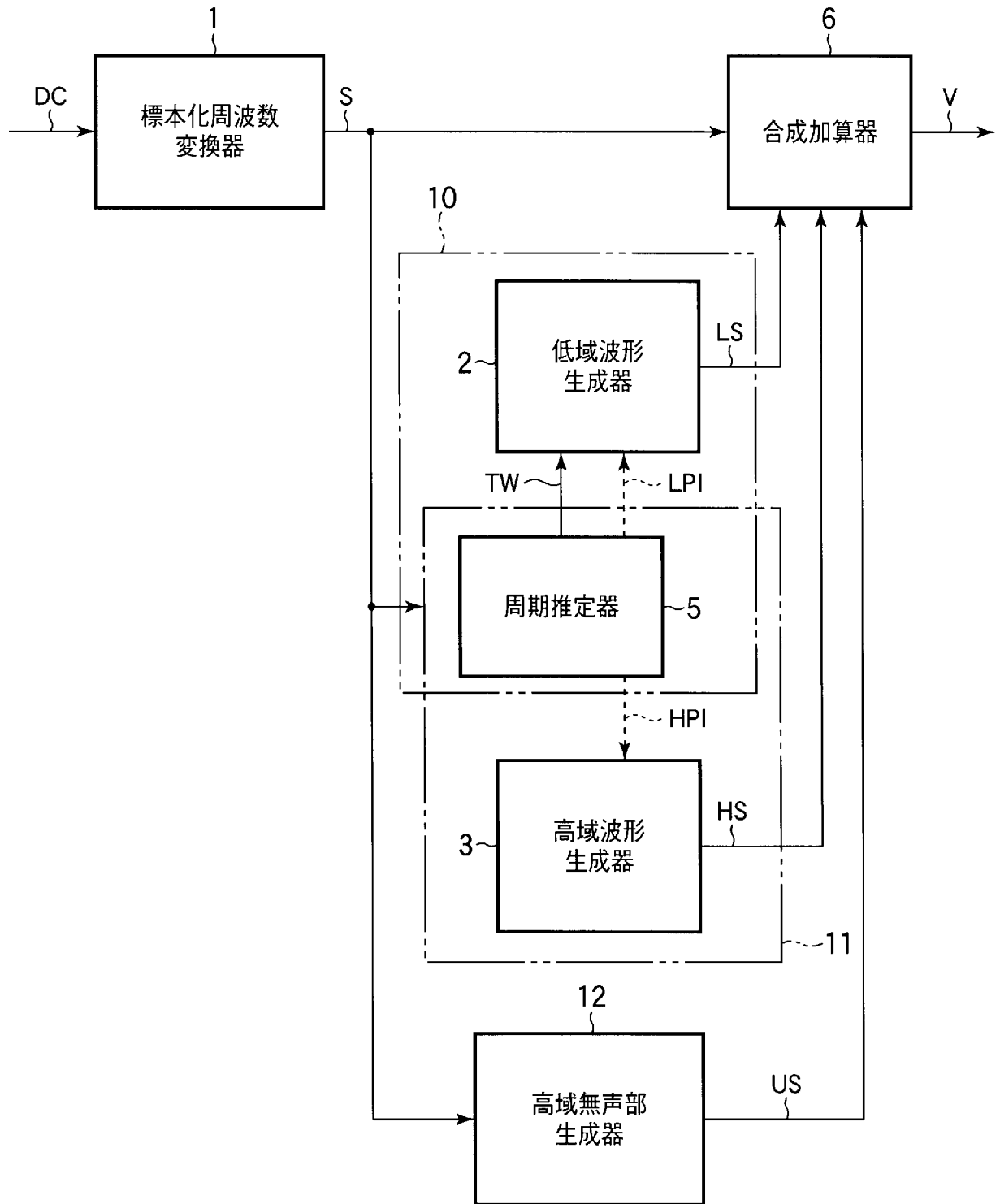
[図9]



[図10]



[図11]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2007/051573

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G10L21/04 (2006.01) i

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)

G10L21/04

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2007
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2007	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2007

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2003-256000 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 10 September, 2003 (10.09.03), Par. Nos. [0038] to [0047]; Fig. 4 & US 2003/0118176 A1	1-7
Y	JP 2002-366178 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 20 December, 2002 (20.12.02), Par. Nos. [0051] to [0053], [0063] to [0068] (Family: none)	1-7
Y	JP 9-55778 A (Fujitsu Ltd.), 25 February, 1997 (25.02.97), Full text; all drawings (Family: none)	4

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 application or patent but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
26 February, 2007 (26.02.07)

Date of mailing of the international search report
06 March, 2007 (06.03.07)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2007/051573

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2-114300 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 26 April, 1990 (26.04.90), Page 2, lower right column, lines 2 to 14 (Family: none)	5,6
A	WO 2005/112001 A1 (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 24 November, 2005 (24.11.05), Full text; all drawings (Family: none)	2
A	JP 2005-128387 A (Yamaha Corp.), 19 May, 2005 (19.05.05), Full text; all drawings (Family: none)	1-7
A	JP 1-315797 A (Yamaha Corp.), 20 December, 1989 (20.12.89), Full text; all drawings & US 5208861 A1	5,6

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))
 Int.Cl. G10L21/04(2006.01)i

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. G10L21/04

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 1971-2007年
 日本国実用新案登録公報 1996-2007年
 日本国登録実用新案公報 1994-2007年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	J P 2 0 0 3 - 2 5 6 0 0 0 A (松下電器産業株式会社) 2 0 0 3 . 0 9 . 1 0 , 段落【0038】 - 【0047】, 第4図 & U S 2 0 0 3 / 0 1 1 8 1 7 6 A 1	1 - 7
Y	J P 2 0 0 2 - 3 6 6 1 7 8 A (松下電器産業株式会社) 2 0 0 2 . 1 2 . 2 0 , 段落【0051】 - 【0053】, 【0063】 - 【0068】 (ファミリーなし)	1 - 7

C欄の続きにも文献が列挙されている。 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	の日の後に公表された文献
「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	「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
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの	「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)	「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」同一パテントファミリー文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日 26.02.2007	国際調査報告の発送日 06.03.2007
--------------------------	--------------------------

国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 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) 榎本 剛 電話番号 03-3581-1101 内線 3541	5 Z	3 4 5 4
---	---	-----	---------

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
Y	JP 9-55778 A (富士通株式会社) 1997.02.25, 全文, 全図 (ファミリーなし)	4
Y	JP 2-114300 A (松下電器産業株式会社) 1990.04.26, 第2頁右下欄第2-14行 (ファミリーなし)	5, 6
A	WO 2005/112001 A1 (松下電器産業株式会社) 2005.11.24, 全文, 全図 (ファミリーなし)	2
A	JP 2005-128387 A (ヤマハ株式会社) 2005.05.19, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-7
A	JP 1-315797 A (ヤマハ株式会社) 1989.12.20, 全文, 全図 & US 5208861 A1	5, 6