(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号

特許第4326031号
(P4326031)

(45)発行日　平成21年9月2日(2009.9.2)　(24)登録日　平成21年6月19日(2009.6.19)

(51)Int.Cl.		F I		
G10L 19/02	(2006.01)	G10L	19/02	170B
H03H 17/02	(2006.01)	G10L	19/02	110Z
H03M 1/12	(2006.01)	H03H	17/02	613C
		H03H	17/02	615E
		H03M	1/12	Z

請求項の数 5　(全 34 頁)

(21)出願番号　特願平9-194416
(22)出願日　平成9年7月18日(1997.7.18)
(65)公開番号　特開平10-285031
(43)公開日　平成10年10月23日(1998.10.23)
審査請求日　平成15年3月7日(2003.3.7)
審判番号　不服2007-6260(P2007-6260/J1)
審判請求日　平成19年3月1日(2007.3.1)
(31)優先権主張番号　特願平9-24119
(32)優先日　平成9年2月6日(1997.2.6)
(33)優先権主張国　日本国(JP)

(73)特許権者　000002185
ソニー株式会社
東京都港区港南１丁目７番１号
(74)代理人　100067736
弁理士　小池　晃
(74)代理人　100096677
弁理士　伊賀　誠司
(72)発明者　鈴木　志朗
東京都品川区北品川６丁目７番３５号　ソニー株式会社内

合議体
審判長　板橋　通孝
審判官　千葉　輝久
審判官　畑中　高行

最終頁に続く

(54)【発明の名称】帯域合成フィルタバンク及びフィルタリング方法並びに復号化装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

与えられた有限タップ長のフィルタ係数により構成される帯域分割フィルタバンクにより帯域分割処理された音響信号に帯域合成処理を施す帯域合成フィルタバンクであって、

上記有限タップ長のフィルタ係数に、有限タップ長よりも短いタップ長のハミング窓関数により最適化演算処理を施す最適化処理手段と、

上記最適化処理手段により上記最適化演算処理が施されて得られたフィルタ係数の内の両端側の値が０となるフィルタ係数を切り捨てたタップ長の修正フィルタ係数を導出するタップ長変換手段と、

上記タップ長変換手段により得られた修正フィルタ係数から修正帯域合成フィルタ係数を導出する帯域合成フィルタ係数演算手段と

を備える帯域合成フィルタバンク。

【請求項２】

与えられた有限タップ長のフィルタ係数により構成される帯域分割フィルタバンクにより帯域分割処理された音響信号に帯域合成処理を施す帯域合成フィルタリング方法であって、

上記有限タップ長のフィルタ係数に、有限タップ長よりも短いタップ長のハミング窓関数により最適化演算処理を施す最適化処理工程と、

上記最適化処理工程による上記最適化演算処理が施されて得られたフィルタ係数の両端の値が０となるフィルタ係数を切り捨てたタップ長の修正フィルタ係数を導出するタップ

長変換工程と、
上記タップ長変換工程により得られた修正フィルタ係数から修正帯域合成フィルタ係数を導出する帯域合成フィルタ係数演算工程と
を備える帯域合成フィルタリング方法。
【請求項３】
上記最適化処理工程は、上記所定の有限タップ長のフィルタ係数に、有限タップ長よりも短く、かつ時間とともに変化するタップ長の窓関数により最適化演算処理を施す請求項２記載の帯域合成フィルタリング方法。
【請求項４】
与えられた有限タップ長のフィルタ係数により構成される帯域分割フィルタバンクを用いた符号化装置によって符号化された符号化列とタップ長情報を読み出し、この符号化列を復号化する復号化装置であって、
上記有限タップ長のフィルタ係数に、有限タップ長よりも短いタップ長のハミング窓関数により最適化演算処理を施す最適化処理手段と、
上記最適化処理手段により上記最適化演算処理が施されて得られたフィルタ係数の内の両端側の値が０となるフィルタ係数を切り捨てたタップ長の修正フィルタ係数を導出するタップ長変換手段と、
上記タップ長変換手段により得られた修正フィルタ係数から修正帯域合成フィルタ係数を導出する帯域合成フィルタ係数演算手段とを備え、
上記符号化された符号化列を、上記帯域合成フィルタ係数演算手段からの修正帯域合成フィルタ係数により構成される帯域合成フィルタバンクによって帯域合成を行ってから、上記符号化列を復号化する復号化装置。
【請求項５】
復号化時の演算処理能力に見合った演算量の帯域合成フィルタバンクを選択して帯域合成処理を行った後、復号化を行う請求項４記載の復号化装置。
【発明の詳細な説明】
【０００１】
【発明の属する技術分野】
本発明は、帯域分割された信号を帯域合成処理して元の信号を復元するために用いる帯域合成フィルタバンク及びフィルタリング方法並びに復号化装置に関する。
【０００２】
【従来の技術】
オーディオ、或いは音響音声等の信号の符号化には様々な方法がある。例えば、時間軸上の音響信号をブロック化せず、帯域分割フィルタを用いて複数の周波数帯域に分割して符号化する非ブロック化周波数分割方式である帯域分割方法や、ブロック化した時間軸上の信号を周波数軸上の信号にスペクトル変換して複数の周波数帯域に分割し、各帯域毎に符号化するブロック化周波数分割方式である変換符号化方法がある。
【０００３】
また、上記２つの方法を組み合わせた符号化の手法も考えられており、この場合は、例えば、音響信号を帯域分割符号化で帯域分割処理した後、各帯域毎の信号をスペクトル変換し、このスペクトル変換された各帯域毎に符号化を施す。
【０００４】
上記帯域分割方法で用いる帯域分割フィルタとしては、例えばＱＭＦ(Quadrature Mirror Filter)がある。このＱＭＦは、1976 R.E.Crochiere Digital coding of Speech in sub bands Bell Syst. Tech. J. Vol.55, No.8 1976に述べられている。しかし、帯域を多くのバンドに分割するときは何段にもＱＭＦを重ねる必要があり、このため演算量、遅延量が多くなる傾向にある。
【０００５】
そこで、演算量、遅延量が少なく、帯域をＭ個に均等に分割可能で、同一時間に対応するスペクトル変換サンプル数が分割されたすべての帯域で同一になるためにフィルタバンク

の構成が簡単になり、効率的な演算処理を可能とするＰＱＦ(Polyphase Quadrature Filter)が注目される。このＰＱＦに関しては、ICASSP 83 BOSTON Ployphse Quadrature filters-A new subband coding technique Joseph H. Rothweilerに詳しく述べられている。

【０００６】

スペクトル変換としては、例えば入力オーディオ信号を所定単位時間（フレーム）でブロック化し、当該ブロック毎に離散フーリエ変換（ＤＦＴ）、コサイン変換（ＤＣＴ）を施して時系列信号を周波数軸上のスペクトル信号成分に変換する方法がある。ＤＦＴ，ＤＣＴでは、N個のサンプルからなる時間ブロックで変換を行うと、Ｎ個の独立な実数データが得られる。時間ブロックの接続歪を軽減するために、通常は両隣のブロックとそれぞれＮ１個のサンプルずつオーバーラップさせるので、平均して（Ｎ－Ｎ１）個のサンプルに対してＮ個の実数データを量子化して符号化することになる。

【０００７】

これに対し、モデファイド離散コサイン変換（ＭＤＣＴ）を使用した場合には、両隣の時間ブロックとN/2ずつオーバーラップさせた２Ｎ個のサンプルからＮ個の独立した実数データが得られる。このため、ＭＤＣＴでは平均してＮ個のサンプルに対してＮ個の実数データをスペクトル成分として得る。そして、このＮ個の実数データを量子化して符号化することになる。復号化装置においては、上記ＭＤＣＴを用いて得られた符号列からスペクトル成分を復元し、各ブロックにおいて逆変換を施して得られた時系列信号要素を互いに干渉させながら加えあわせることにより音響信号を再構成することが出来る。このＭＤＣＴについての詳細は、ICASSP 1987 Subband/Transform Coding Using Filter Bank Designs Based on Time Domain Aliasing Cancellation J.P.Princen A.B.Bradley Univ. of Surry Royal Melborune Inst. of Tech.に述べられている。このように帯域分割フィルタやＭＤＣＴ等により帯域毎に分割された入力信号をスペクトル変換し、量子化することにより、量子化雑音が発生する帯域を制御することが可能であり、マスキング効果や等ラウドネス効果などの性質を利用して聴覚的に高能率な符号化を行うことが出来る。

【０００８】

【発明が解決しようとする課題】

ところで、音響信号等を高能率に符号化／復号化する際には、上述したように、帯域をいくつかの領域に分割する場合が多いが、この場合、隣接する帯域からの影響を取り除くため、精度の高い帯域分割処理／帯域合成処理が望まれる。このため、出来るだけタップ長が大きく、急峻な周波数特性を持つ帯域分割／帯域合成フィルタが必要となるが、その反面、演算量が増大して実時間処理が難しくなる。

【０００９】

特に、符号化装置においてはスペクトル成分に対するビット割り当ての最適化処理を行う必要があるため、演算量が著しく多くなる場合がある。それでも、符号化装置には比較的大型で演算処理能力の高い装置を使用出来る場合が多いので、符号化装置に用いられる帯域分割フィルタバンクのタップ長を、所望する特性に見合った適切な長さに選択することが可能である。また、符号化装置では、必ずしも実時間処理を行う必要はない。

【００１０】

しかし、小型で演算処理能力の低い符号化装置を設計したい場合には、比較的大型で演算処理能力の高い装置を使用出来る符号化装置といえども、どうしても演算量を低く押さえる必要がある。

【００１１】

また、復号化装置においては符号化装置のように最適化処理が必要ないため、符号化装置に比較すれば演算量は多くないが、小型な装置が望まれることが多いために演算量は低い方が望ましい。さらに、最近ではソフトウェアによって復号化装置を作る場合があるが、ソフトウェアはハードウェアに比べ演算処理能力が低いために、演算量を低く抑えることがより重要になる。

【００１２】

そこで、本発明は、上記実情に鑑みてなされたものであり、帯域合成処理を行う際に演

算処理能力の低い復号化装置を使用する必要があるときに、演算量を低減し、実時間処理を優先した復号化を実現できる帯域合成フィルタバンク及び帯域合成フィルタリング方法の提供を目的とする。

【００１４】

また、本発明は、上記実情に鑑みてなされたものであり、帯域合成処理を伴った復号化を行う際に、演算処理能力が低かったり、また時間的に演算処理能力が変化してしまう場合、実時間処理を優先するように演算量をコントロール可能とする復号化装置の提供を目的とする。

【００１５】

【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するために、本発明に係る帯域合成フィルタバンク及び帯域合成フィルタリング方法は、与えられた有限タップ長のフィルタ係数により構成される帯域分割フィルタバンクにより帯域分割処理された音響信号に帯域合成処理を施す帯域合成フィルタバンク及び帯域合成フィルタリング方法であって、上記有限タップ長のフィルタ係数に、有限タップ長よりも短いタップ長のハミング窓関数により最適化演算処理を施し、上記最適化演算処理が施されて得られたフィルタ係数の内の両端側の値が０となるフィルタ係数を切り捨てたタップ長の修正フィルタ係数を導出し、得られた修正フィルタ係数から修正帯域合成フィルタ係数を導出する。

【００１９】

また、本発明に係る復号化装置は、上記課題を解決するために、与えられた有限タップ長のフィルタ係数により構成される帯域分割フィルタバンクを用いた符号化装置によって符号化された符号化列とタップ長情報を読み出し、この符号化列を復号化する復号化装置であって、上記有限タップ長のフィルタ係数に、有限タップ長よりも短いタップ長のハミング窓関数により最適化演算処理を施す最適化処理手段と、上記最適化処理手段により上記最適化演算処理が施されて得られたフィルタ係数の内の両端側の値が０となるフィルタ係数を切り捨てたタップ長の修正フィルタ係数を導出するタップ長変換手段と、上記タップ長変換手段により得られた修正フィルタ係数から修正帯域合成フィルタ係数を導出する帯域合成フィルタ係数演算手段とを備え、上記符号化された符号化列を、上記帯域合成フィルタ係数演算手段からの修正帯域合成フィルタ係数により構成される帯域合成フィルタバンクによって帯域合成を行ってから、上記符号化列を復号化する。

【００２１】

ここで、本発明に係る符号化装置／復号化装置では、装置の総演算量のうちで大きな割合をしめる帯域分割／帯域合成フィルタバンクのタップ長を変化させることで、総演算量をコントロールさせることが出来る。

また、符号化装置においてタップ長を変化させたタップ長情報を符号化列の中に記録させることで、復号化装置でも対応可能とする。

【００２２】

また、復号化装置の演算処理能力が時間とともに変化し、そのままでは実時間処理が不可能な状態に陥る前にタップ長を変化させ、復号化装置の負荷を軽減する。

【００２３】

【発明の実施の形態】

以下、本発明に係る帯域合成フィルタバンク及びフィルタリング方法、並びに帯域分割フィルタバンク及びフィルタリング方法、並びに符号化装置、並びに復号化装置の実施の形態について図面を参照しながら説明する。

【００２４】

この実施の形態は、先ずオーディオ、或いは音声等の音響信号を帯域分割処理してから各帯域毎の信号をスペクトル変換し、このスペクトル変換された各帯域毎のスペクトル成分に符号化処理を施して符号列を生成するとともに、この符号列を分解して各帯域毎の符号化出力を各帯域毎に復元してから帯域合成処理を行い、上記オーディオ、或いは音声等の音響信号を復号化する図１に示すような音響信号符号化／復号化システム１である。

【００２５】
この音響信号符号化復号化システム１は、入力音響信号Ｓを帯域分割処理してからスペクトル変換し、各帯域毎のスペクトル成分に符号化を施す符号化装置２と、この符号化装置２からの出力である符号列から各帯域毎の信号を復元して帯域合成処理を施して出力音響信号Ｓ’を出力する復号化装置７とを有してなる。
【００２６】
符号化装置２は、入力音響信号Ｓを帯域分割し、各帯域毎の信号をスペクトル変換してこのスペクトル信号成分S_Fを出力するスペクトル変換部３と、スペクトル変換により得られたスペクトル成分に符号化処理を施して符号列C_Sを生成する符号化部４とを有してなる。符号化部４は、上記スペクトル信号成分S_Fを符号化して符号化出力C_0を生成するスペクトル成分符号化部５と、この符号化出力C_0を基に符号列C_Sを生成する符号列生成部６とを有してなる。
【００２７】
また、復号化装置７は、符号列C_Sを各帯域毎に復元してスペクトル成分S_F’を出力する復号化部８と、各帯域毎のスペクトル成分S_F’を逆スペクトル変換して帯域合成処理を行い出力音響信号Ｓ’を出力する時系列信号合成部１１とを有してなる。復号化部８は、上記符号列C_S’を分解して符号化出力C_0’を抽出する符号列分解部９と、この抽出された符号出力C_0’からスペクトル成分S_F’を復元して出力するスペクトル成分復号化部１０とを有してなる。
【００２８】
ここで、符号化装置２のスペクトル変換部３は、図２に示すように具体化できる。先ず入力音響信号Ｓは、全帯域をＭ、例えば４に等分割される。すなわち、入力音響信号Ｓは、例えばＰＱＦフィルタバンクのような帯域分割フィルタバンク１２を構成する帯域分割フィルタ12_0，12_1，12_2及び12_3によってＭ（＝４）個の帯域に均等に分割される。
【００２９】
このＰＱＦフィルタバンクのような帯域分割フィルタバンク１２の各帯域のフィルタの周波数特性は、後述するように、通過帯域幅がπ／２Ｍであるプロトタイプフィルタと呼ばれるローパスフィルタの周波数特性を周波数軸上で推移させることによって求められる。
【００３０】
帯域分割フィルタバンク１２によって帯域分割処理された時系列信号S_0，S_1，S_2及びS_3は、間引き部13_0，13_1，13_2及び13_3によって入力音響信号Ｓに比べてサンプル数が１／Ｍに間引かれて時系列信号S_{D0}，S_{D1}，S_{D2}及びS_{D3}となる。この時系列信号S_{D0}，S_{D1}，S_{D2}及びS_{D3}を、例えばモデファイドコサイン変換（ＭＤＣＴ）のような順スペクトル変換部14_0，14_1，14_2及び14_3によって、スペクトル成分S_{F0}，S_{F1}，S_{F2}及びS_{F3}に変換する。
【００３１】
ここで、帯域分割フィルタバンク１２が出力した時系列信号S_0，S_1，S_2及びS_3は、間引き部１３を通過することによって入力音響信号Ｓに比べてサンプル数が１／Ｍに間引きされた時系列信号S_{D0}，S_{D1}，S_{D2}及びS_{D3}となり、その帯域幅は１／Ｍになっている。帯域が１／Ｍになると、隣接するバンド間でエリアシングが発生するが、後述する復号化装置７においてＰＱＦフィルタバンクを用いた帯域合成処理を行うことにより、エリアシング成分をキャンセルすることが出来る。
【００３２】
また、復号化装置７の復号化装置７の時系列信号合成部１１は、図３に示すように具体化できる。スペクトル成分復号化部１０によって復元されたスペクトル成分$S_F{}'_0$，$S_F{}'_1$，$S_F{}'_2$及び$S_F{}'_3$は、例えばＩＭＤＣＴ等の逆スペクトル変換部15_0，15_1，15_2及び15_3によって時系列信号S_{I0}，S_{I1}，S_{I2}及びS_{I3}に変換される。
【００３３】
また、時系列信号合成部１１の最終段には、帯域合成フィルタバンク１７を設けているが、この帯域合成フィルタバンク１７で帯域合成処理を行い出力音響信号Ｓ’を得るため、

時系列信号S_{I0}，S_{I1}，S_{I2}及びS_{I3}のサンプリング周波数f_S／ＭをＭ倍のf_Sに変換しておく必要がある。

【００３４】

このため、サンプリング周波数f_S／Ｍの時系列信号S_{I0}，S_{I1}，S_{I2}及びS_{I3}を補間部１６によってサンプリング周波数f_Sの時系列信号S'_0，S'_1，S'_2及びS'_3に変換する。この際に各帯域間でエリアシングが発生するが、このエリアシング成分を含んだＭ個の各帯域の信号は、帯域合成フィルタバンク１７を構成する帯域合成フィルタ17_0，17_1，17_2及び17_3によってエリアシング成分がキャンセルされる。この帯域合成フィルタバンク１７からの出力である時系列信号S_{U0}，S_{U1}，S_{U2}及びS_{U3}を一つの出力に合成して出力音響信号Ｓ’を得る。

【００３５】

上記図１のスペクトル変換部３として図２に示したスペクトル変換部３と、図１の時系列信号合成部１１として図３に示した時系列合成部１１とを用いると、図１に示した上記実施の形態となる音響信号符号化復号化システム１は、図４に示すような形態となる。ここでは、フィルタバンクとしてはＭ＝４であるＰＱＦフィルタバンクを、スペクトル変換としてはＭＤＣＴを用いる。

【００３６】

スペクトル変換部３には元々間引き部１３が設けられており、帯域分割フィルタバンク１２を構成する帯域分割フィルタ12_0，12_1，12_2及び12_3が出力する時系列信号S_0，S_1，S_2及びS_3に対し、図５に示すようなデシメーションフィルタＤＦを使って間引き処理を施す。ここではＭ＝４であるので、サンプリング周波数f_Sの時系列信号S_0，S_1，S_2及びS_3は、デシメーションフィルタＤＦによって４サンプル中の先頭サンプルのみが出力され、残りの３サンプルは棄却される。この操作により、信号のサンプリング周波数はf_S／４となり、信号の帯域幅も１／４となる。

【００３７】

時系列信号合成部１１には、図４に示すように補間部１６が設けられており、逆スペクトル変換部１５を構成するＩＭＤＣＴ15_0，15_1，15_2及び15_3から出力される時系列信号S_{I0}，S_{I1}，S_{I2}及びS_{I3}に対し、図６に示すようなインターポレーションフィルタＩＦを使って補間処理を施す。ここでは、Ｍ＝４であるので、時系列信号S_{I0}，S_{I1}，S_{I2}及びS_{I3}に対し、インターポレーションフィルタＩＦによって値が０であるデータを挿入する。この操作により、サンプリング周波数はf_S／４からf_Sへと変換されるが、この際にインターポレーションフィルタＩＦの出力にはエリアシング成分が含まれる。このエリアシング成分を含んだ４個の各帯域の信号は、帯域合成フィルタバンク１７を構成する帯域合成フィルタ17_0，17_1，17_2及び17_3によってエリアシング成分がキャンセルされる。

【００３８】

ところで、上記図１、図２及び図４に示したスペクトル変換部３に用いられている帯域分割フィルタバンク１２には、後段の順スペクトル変換部１３で精度よく変換を行うため、急峻かつ遮断特性の高い性能が求められる。このため、フィルタのタップ長を大きく設定する必要がある。

【００３９】

例えばタップ長Ｌ＝９６のフィルタ係数hx(96)、（ここで、x=0～M-1）を用いたＰＱＦフィルタバンクによって帯域分割フィルタバンクを構成した場合について、以下に説明する。

【００４０】

ＰＱＦフィルタバンクによって構成した帯域分割フィルタバンク１２の各帯域分割フィルタ12_0，12_1，12_2及び12_3の帯域分割フィルタ係数H_0，H_1，H_2及びH_3は、図７に示す帯域分割フィルタ係数導出工程によって通過帯域幅がπ／２Ｍのローパスフィルタであるプロトタイプフィルタの周波数特性を周波数軸上で推移させることによって求められる。

【００４１】
なお、ＰＱＦフィルタバンクによって構成した帯域合成フィルタバンク１７の各帯域合成フィルタ17_0，17_1，17_2及び17_3の帯域合成フィルタ係数K_0，K_1，K_2及びK_3は、図７の帯域合成フィルタ係数導出工程によって通過帯域幅がπ／２Ｍのローパスフィルタであるプロトタイプフィルタの周波数特性を周波数軸上で推移させることによって求められる。
【００４２】
ここで、係数H_0，H_1，H_2及びH_3と係数K_0，K_1，K_2及びK_3は、互いに密接に関係しており、どちらか一方の係数を決めれば、他方の係数も一意に決定される。
【００４３】
例えば、図７に示すプロトタイプフィルタｈ（ｎ）として図８の（Ａ）にインパルス応答を示すタップ長Ｌ＝９６のプロトタイプフィルタｈ（ｎ）を用いたとする。このプロトタイプフィルタの周波数特性は図８の（Ｂ）に示すような振幅特性Ｈ（ω）となり、
$H(\omega)=0$　　（$|\omega|>\pi/M$）
$H^2(\omega)+H^2(\pi/M-\omega)=1$　　（$|\omega|<\pi/M$）
と表せる。このプロトタイプフィルタｈ（ｎ）は、通過帯域幅を１／Ｍでなく、１／２Ｍに制限するローパスフィルタである。このプロトタイプフィルタｈ（ｎ）の周波数特性Ｈ（ω）を周波数軸上で推移させることで、タップ長Ｌ＝９６のＰＱＦフィルタバンクによって構成される各帯域毎の帯域分割フィルタの帯域分割フィルタ係数を求めることができる。
【００４４】
図８に特性を示したタップ長Ｌ＝９６のプロトタイプフィルタｈ（ｎ）から導出した、ＰＱＦフィルタバンクの各帯域毎の分割フィルタの周波数特性を求めた結果を図９の（Ａ）、図１０の（Ａ）に示す。各帯域の分割フィルタの周波数特性H_0（ω），H_1（ω），H_2（ω）及びH_3（ω）は、阻止帯域減衰量を８０ｄＢ以上確保している。細かく述べると、８０ｄＢ～１００ｄＢの遮断特性を確保しており、隣接する帯域からのエリアシングを十分に抑えることが可能となっている。
【００４５】
また、図９の（Ａ）、図１０の（Ａ）で示した帯域分割フィルタバンク１２に対応するタップ長９６のフィルタ係数kx(96)、（ここで、x=0～M-1）を用いたＰＱＦフィルタバンクによって帯域合成フィルタを構成した場合、図９の（Ｂ）、図１０の（Ｂ）に示すように各帯域を合成した場合の周波数特性Ｕ（ω）のリップルは0.01ｄＢ以下と非常に低く抑えられている。このようにタップ長９６のＰＱＦフィルタバンクを用いれば、極めて高精度な帯域分割／帯域合成を行うことが可能である。
【００４６】
上記帯域分割フィルタバンク１２／帯域合成フィルタバンク１７に用いることのできるＰＱＦフィルタバンクの演算量は、符号化／復号化装置全体の演算量において大きな割合を占めており、タップ長に比例して増減する。このため、タップ長を変化させることで符号化／復号化装置全体の演算量をコントロールすることが出来る。
【００４７】
本発明は、このＰＱＦフィルタバンクのタップ長を可変とした場合において音質劣化を最小限に抑えることが可能であり、符号化／復号化装置全体の演算量のコントロールを可能とするものである。
【００４８】
ここで、比較のため、タップ長Ｌ＝９６のＦＩＲフィルタを用いて構成した帯域分割フィルタバンク１８を図１１に示す。入力バッファ１９には入力音響信号Ｓが１サンプルずつ入力され、この入力バッファ１９と４つのタップ長Ｌ＝９６の帯域分割フィルタ係数保持部２１，２４，２７及び３０との畳込み演算が乗算器群２０，２３，２６及び２９と加算器２２，２５，２８及び３１で行われ、各帯域毎の信号成分S_0，S_1，S_2及びS_3が得られる。この帯域分割フィルタバンク１８では、演算回数が１サンプル当たり９６回となる

。

【００４９】

また、タップ長Ｌ＝９６のＦＩＲフィルタを用いて構成した帯域合成フィルタバンク３２を比較例として図１２に示す。入力バッファ３３，３７，４１及び４５には４つの時系列信号S'_0，S'_1，S'_2及びS'_3が１サンプルずつ入力され、この入力バッファとタップ長Ｌ＝９６の帯域合成フィルタ係数保持部３５、３９、４３及び４７との畳み込み演算が乗算器群３４，３８，４２及び４６と加算器３６，４０，４４及び４８で行われ、各帯域毎の出力S_{U0}，S_{U1}，S_{U2}及びS_{U3}が得られる。この帯域合成フィルタバンク３２では、演算回数が１サンプル当たり９６回となる。

【００５０】

ところで、符号化装置２側では、符号化を行う際には必ずしもリアルタイムで符号化を行う必要はなく、また比較的に演算処理能力の高い符号化装置を用いることが出来るため、帯域分割フィルタバンクのタップ長を、所望する特性に見合った適切な長さにすることができる場合がある。

【００５１】

これに対し、復号化装置７側で帯域合成処理を行う際に、演算処理能力の低いものを使用する必要があるとき、タップ長が大きいと演算が追い付かずにリアルタイムでの音響信号の復号化処理が不可能な場合が存在する。

【００５２】

そこで、先ず、帯域合成処理に限って、高速化を計る場合について、以下に説明する。図１３には帯域合成処理にて高速化を計ることのできる復号化装置を構成する時系列信号合成部１１の構成を示す。

【００５３】

この図１３に示す時系列信号合成部１１では、固定タップ長変換帯域合成フィルタバンク５０を用いている。この固定タップ長変換帯域合成フィルタバンク５０は、符号化装置２内のスペクトル変換部３を構成している帯域分割フィルタバンク１２のタップ長Ｌが例えば９６である場合、それよりも短い固定タップ長Ｌ’（６４、４８等）で構成される。

【００５４】

この固定タップ長変換帯域合成フィルタバンク５０は、図１４に示すように時系列信号S'_0，S'_1，S'_2及びS'_3が入力される入力バッファ５１と、畳み込み演算部５２と、後述する復号化装置の処理能力に応じて帯域合成フィルタ係数を修正する帯域合成フィルタ係数設定・保持部５３とを有してなる。

【００５５】

復号化装置の処理能力を検査する復号化装置処理能力検査部５４は復号化装置７の演算処理能力を事前に調べ、演算可能なタップ長Ｌ’を導出する。そして修正帯域合成フィルタ係数演算部５５によって必要とされる特性を得ることが可能であるように帯域合成フィルタ係数を導出し、その帯域合成フィルタ係数を帯域合成フィルタ係数設定・保持部５３で設定してから入力バッファ５１を経由した時系列信号S'_0，S'_1，S'_2及びS'_3に畳み込み演算部５２で畳み込み演算を行い、出力音響信号Ｓ’を出力する。

【００５６】

ここで、この固定タップ長変換帯域合成フィルタバンク５０はタップ長がＬからＬ’へと削減されているので、畳み込み演算量もタップ長が９６の場合と比較して削減される。例えば、タップ長Ｌ＝９６の帯域合成処理に必要な積和演算量は１サンプル当たり９６回であるが、タップ長Ｌ’を６４にした場合は１サンプル当たり６４回の積和演算で済むことになり帯域合成処理の高速化が可能である。

【００５７】

復号化装置７の演算処理能力を調べる復号化装置処理能力検査部５４は、帯域合成処理に用いられる復号化装置に固有の演算処理能力を調べるだけであり、一度タップ長Ｌ’を導出したなら復号化装置の演算能力が時間とともに変化しない場合に用いられる。

【００５８】

図１４における修正帯域合成フィルタ係数演算部５５は図１５に示す様に構成される。先ず、修正プロトタイプフィルタ係数演算部５６により、タップ長Ｌ＝９６のプロトタイプフィルタからタップ長Ｌ’の修正プロトタイプフィルタ係数を導出する。

【００５９】

修正プロトタイプフィルタ係数演算部５６は、タップ長Ｌ＝９６のプロトタイプフィルタのタップ長を変換する固定タップ長変換部５７と、この固定タップ長変換部５７で固定タップ長変換された修正プロトタイプフィルタの係数を保持する修正プロトタイプフィルタ係数保持部５８とを有してなる。

【００６０】

さらに、固定タップ長変換部５７は、タップ長Ｌ＝９６のプロトタイプフィルタ係数を保持するプロトタイプフィルタ係数保持部５９と、このプロトタイプフィルタ係数保持部５９に保持されているプロトタイプフィルタ係数にタップ長Ｌ’の窓関数により最適化処理を施す最適化処理部６０と、最適化処理が施されたプロトタイプフィルタの両端の値が０であるフィルタ係数部を切り捨ててタップ長Ｌ’の修正プロトタイプフィルタを導出するタップ長変換部６１とを有してなる。

【００６１】

この修正プロトタイプフィルタ係数演算部５６によって導出されたタップ長Ｌ’の修正プロトタイプフィルタ係数から、図７に示した帯域合成フィルタ係数導出工程のように動作する帯域合成フィルタ係数演算部６２によってタップ長Ｌ’の修正帯域合成フィルタ係数k_i'（ｎ）を導出する。

【００６２】

例としてタップ長Ｌ＝９６をタップ長Ｌ’＝６４に変換する固定タップ長変換部６３を図１６に示す。先ず、最適化処理部６０において、プロトタイプフィルタ係数保持部６４に保持されているタップ長Ｌ＝９６のプロトタイプフィルタ係数に対して窓関数保持部６５に保持されているタップ長Ｌ’＝６４の窓関数を作用させる。ここで、窓関数ｗ（ｎ）は両端から１６タップづつ値が０となっており、演算精度に影響を及ぼさない。このため、この部分をタップ長変換部６１で切り捨てることが可能である。

【００６３】

上記図１６の最適化処理部６０において用いる窓関数として、タップ長Ｌ’＝６４のハミング関数w_{64tap}（ｎ）の具体例を図１７にあげる。このハミング関数は、

$$w(n)=0.54-0.46\cos(2\pi(n-i)/(L'-1))$$

$$16<n<81,\ \text{但し}\ i=(L-L')/2$$

ｗ（ｎ）＝０　　その他のｎ

で表され、上記プロトタイプフィルタｈ（ｎ）の両端を切り捨てる際に滑らかに値を変換させることで時間軸上の不連続部分を少なくし、周波数分離特性を良好に保つための機能を持つ。

【００６４】

この図１７に示したハミング関数を用いた固定タップ長変換部６３によって導出される修正プロトタイプフィルタh_{64tap}（ｎ）のインパルス応答を図１８の（Ａ）に示す。図１８の（Ｂ）は、タップ長Ｌ＝９６のプロトタイプフィルタの周波数特性H_{96tap}（ω）と、上記修正プロトタイプフィルタh_{64tap}（ｎ）の周波数特性H_{64tap}（ω）とを比較したものである。H_{64tap}（ω）の周波数特性における阻止帯域減衰量は、タップＬ＝９６のプロトタイプフィルタの周波数特性H_{96tap}（ω）に比べて遷移幅が拡大されてはいるものの、阻止帯域減衰量は８０ｄＢ程度確保することが可能となっている。

【００６５】

上記図１８に特性を示した修正プロトタイプフィルタh_{64tap}（ｎ）から導出した各帯域毎の分割フィルタの周波数特性を求めた結果を図１９の（Ａ）に示す。各帯域分割フィルタの周波数特性H_0（ω），H_1（ω），H_2（ω）及びH_3（ω）は、阻止帯域減衰量を８０ｄＢ程度確保しており、隣接する帯域からのエリアシングを十分に抑えることが可能と

なっている。また、各帯域を合成した際の全帯域の周波数特性は図１９の（Ｂ）に示すように平坦にならず、特に各帯域のオーバーラップ部分においてはＵ（ω）が２ｄＢ程度減少してしまう。だが、音響信号などを対象とした帯域合成処理では、聴感上このオーバーラップ部のゲインの減少はそれほど問題とはならない。むしろ問題となるのは隣接する帯域からのエリアシング成分であり、これを低いレベルに抑えたほうが聴感上は有利である。

【００６６】

次に、図２０には上記図１２に示したタップ長Ｌ＝９６の帯域合成フィルタバンク３２を、タップ長Ｌ’＝６４の帯域合成フィルタバンクに変換した固定タップ長変換帯域合成フィルタバンク６７の構成を示す。入力バッファ６８，７２，７６及び８０には４つの時系列信号S'_0，S'_1，S'_2及びS'_3が１サンプルずつ入力され、この入力バッファとタップ長Ｌ’＝６４の帯域合成フィルタ係数保持部７０，７４，７８，８２との畳み込み演算が乗算器群６９，７３，７７及び８１と加算器７１，７５，７９及び８３で行われ、各帯域毎の出力S_{U0}，S_{U1}，S_{U2}及びS_{U3}が得られる。

【００６７】

ここで、帯域合成フィルタ係数保持部７０，７４，７８及び８２には、上記図１５で求めたタップ長Ｌ’の修正帯域合成フィルタ係数$k_i'(n)$を用いている。この帯域合成フィルタバンク６７は、聴感上大きな問題が生じないようにフィルタ係数の修正及びタップ長の短縮化を行っており、タップ長Ｌ＝９６の帯域合成フィルタバンク３２と比較して畳み込み演算回数を削減させることが出来、高速な帯域合成処理を可能としている。この例では、タップ長Ｌ＝９６の帯域合成処理に必要な積和演算量は１サンプル当たり９６回であるが、タップ長Ｌ’を６４にした場合は１サンプル当たり６４回の積和演算ですむことになり、積和演算量は２／３に抑えられている。

【００６８】

次に、帯域合成処理の高速化を計る他の具体例について以下に説明する。図２１にはこの他の具体例を用いた時系列信号合成部１１の構成を示す。

【００６９】

この図２１に示す時系列信号合成部１１では、可変タップ長変換帯域合成フィルタバンク８５を用いている。この可変タップ長変換帯域合成フィルタバンク８５は、符号化装置２内のスペクトル変換部３を構成している帯域分割フィルタバンク１２のタップ長Ｌが例えば９６である場合、それよりも短いタップ長Ｌ’で構成されるが、このタップ長Ｌ’は固定ではなく可変となっている。

【００７０】

可変タップ長帯域合成フィルタバンク８５は、固定タップ長変換帯域合成フィルタバンク５０とは異なり、時間とともにタップ長Ｌ’を変化させることが可能である。この可変タップ長変換帯域合成フィルタバンク８５には、図２２に示すように復号化装置７の処理状態を示す復号化装置負荷信号Ａが逐次入力され、復号化装置処理能力検出部８９によって復号化装置７の演算処理能力を検出し、その演算処理処理能力に見合ったタップ長Ｌ’を導出する。このタップ長Ｌ’を基に、修正帯域合成フィルタ係数演算部９０によって帯域合成フィルタ係数設定・保持部８８の再設定を行う。そして、帯域合成フィルタ係数設定・保持部８８からの帯域合成フィルタ係数と入力バッファ８６を経由した時系列信号S'_0，S'_1，S'_2及びS'_3との畳み込み演算を畳み込み演算部８７で行い、出力音響信号Ｓ’を出力する。

【００７１】

上記図２２における修正帯域合成フィルタ係数演算部９０は図２３に示す様に構成される。先ず、修正プロトタイプフィルタ係数演算部９１により、タップ長Ｌ＝９６のプロトタイプフィルタからタップ長Ｌ’の修正プロトタイプフィルタ係数を導出する。

【００７２】

修正プロトタイプフィルタ係数演算部９１は、タップ長Ｌ＝９６のプロトタイプフィルタのタップ長を変換する可変タップ長変換部９２と、この可変タップ長変換部９２によりタ

ップ長変換されて得られた修正プロトタイプフィルタ係数を保持する修正プロトタイプフィルタ係数保持部９６とを有してなる。

【００７３】

さらに、可変タップ長変換部９２は、タップ長Ｌ＝９６のプロトタイプフィルタの係数を保持するプロトタイプフィルタ係数保持部９３と、このプロトタイプフィルタ係数保持部９３で保持されたプロトタイプフィルタ係数に対してタップ長Ｌ’の窓関数により最適化処理を施す最適化処理部９４と、最適化処理が施されたプロトタイプフィルタの両端の値が０であるフィルタ係数部を切り捨ててタップ長Ｌ’の修正プロトタイプフィルタを導出するタップ長変換部９５とを有してなる。

【００７４】

この修正プロトタイプフィルタ係数演算部９１によって導出されたタップ長Ｌ’の修正プロトタイプフィルタ係数から、図７に示した帯域合成フィルタ係数導出工程のように動作する帯域合成フィルタ係数演算部９７によってタップ長Ｌ’の帯域合成フィルタ係数k_i'（ｎ）を導出する。

【００７５】

例としてタップ長Ｌ＝９６をタップ長Ｌ’＝６４及び４８に変換する可変タップ長変換部９２を図２４及び図２５に示す。先ず、最適化処理部９４において、プロトタイプフィルタ係数保持部98_0及び98_1に保持されているタップ長Ｌ＝９６のプロトタイプフィルタ係数に対して窓関数保持部１００及び１０２のタップ長Ｌ’＝６４及びＬ’＝４８の窓関数を乗算器99_0及び99_1によって作用させる。ここで、窓関数w_{64}（ｎ）は両端から１６タップづつ値が０、窓関数w_{48}（ｎ）は両端から２４タップづつ値が０となっており、演算精度に影響を及ぼさない。このため、この部分をタップ長変換部９５で切り捨て、修正プロトタイプフィルタ係数保持部１０１及び１０３を介して修正プロトタイプフィルタ係数を導出することが可能である。

【００７６】

上記図２４及び図２５の最適化処理部９４において、タップ長Ｌのプロトタイプフィルタに対して上記図１６同様に最適化関数を作用させる。しかし、上記固定タップ長変換フィルタバンク５０では復号化装置に固有の演算処理能力を予め検査してタップ長を導出していたが、この可変タップ長帯域合成フィルタバンク８５では時間とともにタップ長Ｌ’を変化させることが可能なため、ハミング関数もタップ長Ｌ’によって変化させる。

【００７７】

タップ長Ｌ’が４８の場合のハミング関数w_{48tap}（ｎ）は、図２６の（Ａ）のようになり、

$$w(n)=0.54-0.46\cos(2\pi(n-i)/(L'-1))$$

$$24<n<73,\ \text{但し}\ i=(L-L')/2$$

$w(n)=0$　　その他のｎ

で表される。

【００７８】

また、タップ長Ｌ’が６４の場合のハミング関数w_{64tap}（ｎ）は、図２６の（Ｂ）のようになり、

$$w(n)=0.54-0.46\cos(2\pi(n-i)/(L'-1))$$

$$16<n<81,\ \text{但し}\ i=(L-L')/2$$

$w(n)=0$　　その他のｎ

で表される。

【００７９】

タップ長が変化しても最適化処理部９４では、直に窓関数を切り替えることができる。これらの窓関数を用いることにより、タップ長Ｌ＝９６のプロトタイプフィルタｈ（ｎ）の両端を切り捨てる際に滑らかに値を変化させることで時間軸上の不連続部分を少なくし、

周波数分離特性を良好に保つための機能を持つ。

【００８０】

図２７には、図２６の（Ａ）及び（Ｂ）に示したハミング関数w_{48tap}（ｎ）及びw_{64tap}（ｎ）を、図８に特性を示したプロトタイプフィルタｈ（ｎ）に作用させて得られた修正プロトタイプフィルタh_{48tap}（ｎ）及びh_{64tap}（ｎ）のインパルス特性を示す。また、図２８の（Ａ）及び（Ｂ）には、それぞれの周波数特性をタップ長Ｌ＝９６のプロトタイプフィルタの周波数特性とともに示してある。これらの修正プロトタイプフィルタh_{48tap}（ｎ）及びh_{64tap}（ｎ）から導出した各帯域分割・帯域合成フィルタの係数を図２９及び図３０に示す。

【００８１】

修正プロトタイプフィルタh_{48tap}（ｎ）から導出した図２９に示す帯域分割・帯域合成フィルタ係数の例では、阻止帯域減衰量が６０ｄＢ程度確保されており、特定のスペクトルのみが大きな値を持つ場合や帯域のオーバーラップ部のスペクトルに大きな値が集中する場合を除けば、この帯域合成フィルタ係数を用いた音響信号の帯域合成は聴感上問題となることは少ない。

【００８２】

修正プロトタイプフィルタh_{64tap}（ｎ）から導出した図３０に示す帯域分割・帯域合成フィルタ係数の例では、阻止帯域減衰量が８０ｄＢ程度と比較的大きくとれるため、大多数の音響信号の帯域合成に用いても聴感上問題となることは極めて少なく、実用的な周波数特性を持つ。

【００８３】

このように可変タップ長帯域合成フィルタバンク８５は、演算処理可能なタップ長が変化した場合でも聴感上は問題が生じないようにフィルタ係数を変化させることが可能であり、時間とともに演算処理能力が変化するシステムには有益である。

【００８４】

図３１は帯域合成フィルタ係数の設定を図２２に示す方法とは別の方法で実現した可変タップ長変換帯域合成フィルタバンク１０４の構成を示す図である。この可変タップ長変換帯域合成フィルタバンク１０４では、復号化装置処理能力検出部８９で導出されたタップ長Ｌ’を基に、修正帯域合成フィルタ係数読み込み部１０５がそのタップ長Ｌ’に見合った最適な係数を帯域合成フィルタ係数記録部１０６から読み込んで、帯域合成フィルタ係数設定・保持部８８に設定する。この方法では、タップ長Ｌ’が時間とともに何度も変化するような場合において、何度も帯域合成フィルタ係数を計算する必要がないので、高速な係数設定が可能となる。

【００８５】

図３２には上記図１２に示したタップ長Ｌ＝９６の帯域合成フィルタバンク３２を、タップ長Ｌ’＝６４の帯域合成フィルタバンクに変換した可変タップ長変換帯域合成フィルタバンク１０７の構成を示す。入力バッファ１０８，１１２，１１６及び１２０には４つの時系列信号S'_0，S'_1，S'_2及びS'_3が１サンプルずつ入力され、この入力バッファとタップ長Ｌ’＝６４の帯域合成フィルタ係数保持部１１０，１１４，１１８，１２２との畳み込み演算が乗算器群１０９，１１３，１１７及び１２１と加算器１１１，１１５，１１９及び１２３で行われ、各帯域毎の出力S_{U0}，S_{U1}，S_{U2}及びS_{U3}が得られる。

【００８６】

ここで、帯域合成フィルタ係数保持部１１０，１１４，１１８及び１２２には、図１５で求めた有効なタップ長Ｌ’の修正帯域合成フィルタ係数k_i'（ｎ）を用いている。そして、可変タップ長変換帯域合成フィルタバンク１０７は、聴感上大きな問題が生じないようにフィルタ係数及び有効なタップ長を変換している。入力バッファ１０８，１１２，１１６及び１２０と帯域合成フィルタ係数保持部１１０，１１４，１１８，１２２の斜線で示した部分が、フィルタ係数の値が０である部分である。その斜線部分は、演算精度に無関係であるので、この部分の畳み込み演算を行う必要がなくなる。そこで、この部分の演算を行わないように入力バッファ及び係数保持部を再割当することで演算量を削減すること

が可能となり、帯域合成処理の高速化を計ることが出来る。また、この斜線部分はタップ長Ｌ’が変化したならば直ちに再割当が可能である。

【００８７】

上記図１に示した音響信号符号化復号化システム１に用いられるスペクトル変換部３内の帯域分割フィルタバンク１２や、時系列信号合成部１１内の帯域合成フィルタバンク１７には、ＰＱＦフィルタバンクを用いた例を挙げて説明を行ってきた。

【００８８】

このＰＱＦフィルタバンクは、帯域分割フィルタ係数・帯域合成フィルタ係数を、係数の対称性を利用して、一次係数、二次係数に分離して効率的な演算を行うことが出来る。

【００８９】

一次係数、二次係数は、図３３に示すように、帯域分割フィルタ係数導出工程・帯域合成フィルタ係数導出工程で導出された帯域分割フィルタ係数・帯域合成フィルタ係数に効率化帯域分割フィルタ係数導出工程・効率化帯域合成フィルタ係数導出工程を作用させることによって導出される。

【００９０】

ここでは、先ずプロトタイプフィルタｈ（ｎ）から帯域分割フィルタ係数導出工程によって帯域分割係数h_i（ｎ）を、帯域合成係数導出工程によって帯域合成係数k_i（ｎ）を導出する。さらに帯域分割係数h_i（ｎ）から効率化帯域分割フィルタ係数導出工程によって一次係数ｅ（ｉ，ｋ），ｆ（ｉ，ｋ）と二次係数ｇ（ｉ，ｍ）とを導出する。同様に帯域合成係数k_i（ｎ）から効率化帯域合成フィルタ係数導出工程によって一次係数ａ（ｉ，ｍ），ｂ（ｉ，ｍ）と二次係数ｃ（ｉ，ｋ），ｄ（ｉ，ｋ）とを導出する。

【００９１】

上記効率化帯域分割フィルタ係数導出工程によって導出された一次係数ｅ（ｉ，ｋ），ｆ（ｉ，ｋ）と二次係数ｇ（ｉ，ｍ）とを用いて帯域分割フィルタバンクを再構成した効率化帯域分割フィルタバンクを図３４に示す。この効率化帯域分割フィルタバンク１２４では、図１１に示した帯域分割フィルタバンク１８の帯域分割フィルタ係数保持部２１，２４，２７及び３０の帯域分割フィルタ係数を、対称性を利用して一次係数保持部１２７，１３３，１３９及び１４５のｅ（０，ｋ），ｅ（１，ｋ），ｅ（２，ｋ）及びｅ（３，ｋ）と、一次係数保持部１３０，１３６，１４２及び１４８のｆ（０，ｋ），ｆ（１，ｋ），ｆ（２，ｋ）及びｆ（３，ｋ）と、二次係数保持部１５２，１５５，１５８及び１６１のｇ（０，ｍ），ｇ（１，ｍ），ｇ（２，ｍ）及びｇ（３，ｍ）に分離することで演算の効率を計り、高速な帯域分割処理を可能としている。

【００９２】

ここで入力バッファ１２５には入力音響信号Ｓが４サンプルずつ入力され、この入力バッファ１２５と上記一次係数保持部１２７，１３０，１３３，１３６，１３９，１４２，１４５及び１４８との畳み込み演算が乗算器群１２６，１２９，１３２，１３５，１３８，１４１，１４４及び１４７と加算器１２８，１３１，１３４，１３７，１４０，１４３，１４６及び１４９で行われて、その演算出力が中間バッファ１５０に供給される。中間バッファ１５０の出力と上記二次係数保持部１５２，１５５，１５８及び１６１との畳み込み演算が乗算器群１５１，１５４，１５７及び１６０と加算器１５３，１５６，１５９及び１６２で行われて各帯域毎の信号成分S_0，S_1，S_2及びS_3が得られる。

【００９３】

この効率化帯域分割フィルタバンク１２４では、１サンプル当たりの積和演算が２Ｋ＋Ｍ回（ここで、Ｋ＝Ｌ／２Ｍ）と表されるので、帯域分割数Ｍ＝４、タップ長Ｌ＝９６の場合、１サンプル当たり２８回の積和演算だけで済み、上記図１１で説明した処理法と比較して演算量が１／３以下となっており、帯域分割処理の高速化が可能となる。この帯域分割処理をさらに高速化したい場合には、タップ長Ｌを短縮化すれば良いが、帯域分割処理側でタップ長Ｌを短縮化するとフィルタ特性が悪化して阻止帯域減衰量が少なくなり、隣接する帯域からのエリアシング成分を含んだままにスペクトル変換が施されてしまう。このとき生ずるエリアシング成分は帯域合成時にもキャンセルされない。このため、一般的

に、帯域分割フィルタバンクには高精度で急峻な周波数特性を持たせる必要があり、タップ長を短縮することは得策ではない。

【００９４】

上記図３３に示す効率化帯域合成フィルタ係数導出工程によって導出された一次係数ａ（ｉ，ｍ），ｂ（ｉ，ｍ）と二次ｃ（ｉ，ｋ），ｄ（ｉ，ｋ）とを用いて帯域合成フィルタバンクを再構成した効率化帯域合成フィルタバンク１６３を図３５に示す。この効率化帯域合成フィルタバンク１６３では、図１２に示した帯域合成フィルタバンク３２の帯域合成フィルタ係数保持部３５，３９，４３及び４７の帯域合成フィルタ係数を対称性を利用して一次係数保持部１６６及び１７２のａ（０，ｍ）及びａ（１，ｍ）と、一次係数保持部１６９及び１７５のｂ（０，ｍ）及びｂ（１，ｍ）と、二次係数保持部１７９及び１８７のｃ（０，ｋ）＆ｃ（３，ｋ）及びｃ（１，ｋ）＆ｃ（２，ｋ）と、二次係数保持部１８３及び１９１のｄ（０，ｋ）＆ｄ（３，ｋ）及びｄ（１，ｋ）＆ｄ（２，ｋ）に分離することで演算の効率を計り、高速な帯域合成処理を可能としている。

【００９５】

ここで入力バッファ１６４には逆スペクトル変換部15_0，15_1，15_2及び15_3よりの時系列信号S_{I0}，S_{I1}，S_{I2}及びS_{I3}が入力され、この入力バッファ１６４と上記一次係数保持部１６６，１６９，１７２及び１７５との畳み込み演算が乗算器群１６５，１６８，１７１及び１７４と加算器１６７，１７０，１７３及び１７６で行われて、その演算出力が中間バッファ１７７，１８１，１８５及び１８９に供給される。中間バッファ１７７，１８１，１８５及び１８９の出力と上記二次係数保持部１７９，１８３，１８７及び１９１との畳み込み演算が乗算器群１７８，１８２，１８６及び１９０と加算器１８０，１８４，１８８及び１９２で行われて各帯域毎の信号成分S_{U0}，S_{U1}，S_{U2}及びS_{U3}が得られる。

【００９６】

この効率化帯域合成フィルタバンク１６３では、１サンプル当たりの積和演算が２Ｋ＋Ｍ回（ここで、Ｋ＝Ｌ／２Ｍ）と表されるので、 帯域合成数Ｍ＝４，タップ長Ｌ＝９６の場合、１サンプル当たり２８回の積和演算だけで済み、上記図１２で用いた処理法と比較して演算量が１／３以下となっており、帯域合成処理の高速化が可能となる。

【００９７】

そこで、本実施の形態となる音響信号符号化復号化システム１の復号化装置７内の時系列信号合成部１１において、固定タップ長変換帯域合成フィルタバンク５０及び可変タップ長変換帯域合成フィルタバンク８５に、上述したタップ長変換の他、フィルタ係数の一次係数、二次係数への分離をも行わせることで帯域合成処理のさらなる高速化を計ることが可能となる。例えば、タップ長Ｌを６４に変換した場合、演算回数は２０回となる。また、タップ長Ｌを４８に変換した場合、演算回数は１６回となる。

【００９８】

図３６には、固定タップ長変換帯域合成フィルタバンクと効率化帯域合成フィルタバンクを組み合わせた帯域合成フィルタバンクの構成を示す。入力バッファ１９４には逆スペクトル変換部15_0，15_1，15_2及び15_3よりの時系列信号S_{I0}，S_{I1}，S_{I2}及びS_{I3}が入力され、この入力バッファ１９４と一次係数保持部１９６，１９９，２０２及び２０５との畳み込み演算が乗算器群１９５，１９８，２０１及び２０４と加算器１９７，２００，２０３及び２０６で行われて、その演算出力が中間バッファ２０７，２１１，２１５及び２１９に供給される。中間バッファ０２７，２１１，２１５及び２１９の出力と二次係数保持部２０９，２１３，２１７及び２２１との畳み込み演算が乗算器群２０８，２１２，２１６及び２２０と加算器２１０，２１４，２１８及び２２２で行われて各帯域毎の信号成分S_{U0}，S_{U1}，S_{U2}及びS_{U3}が得られる。

【００９９】

ここで、固定タップ長変換を行いたい場合には中間バッファ２０７，２１１，２１５及び２１９と、二次係数保持部２０９，２１３，２１７及び２２１のタップ長を変換するだけでよい。

【０１００】
図３７には、可変タップ長変換帯域合成フィルタバンクを効率化帯域合成フィルタバンクにて再構成した帯域合成フィルタバンクの構成を示す。入力バッファ２２４には逆スペクトル変換部15_0，15_1，15_2及び15_3よりの時系列信号S_{I0}，S_{I1}，S_{I2}及びS_{I3}が入力され、この入力バッファ２２４と一次係数保持部２２６，２２９，２３２及び２３５との畳み込み演算が乗算器群２２５，２２８，２３１及び２３４と加算器２２７，２３０，２３３及び２３６で行われて、その演算出力が中間バッファ２３７，２４１，２４５及び２４９に供給される。中間バッファ２３７，２４１，２４５及び２４９の出力と二次係数保持部２３９，２４３，２４７及び２５１との畳み込み演算が乗算器群２３８，２４２，２４６及び２５０と加算器２４０，２４４，２４８及び２５２で行われて各帯域毎の信号成分S_{U0}，S_{U1}，S_{U2}及びS_{U3}が得られる。
【０１０１】
ここで、可変タップ長変換を行いたい場合には中間バッファ２３７，２４１，２４５及び２４９と、二次係数保持部２３９，２４３，２４７及び２５１のタップ長を変換するだけで良い。また、この図３７の斜線で示した部分は、係数、バッファの再割当が可能であり、タップ長Ｌ’が変化すれば直ちに変更され、演算量と帯域合成処理精度が変化する。
【０１０２】
以上の説明から明らかなように、上記実施の形態を用いれば、復号化処理装 置の能力に見合ったタップ長の設定が可能となり、必要とされる演算量及び帯域合成時の周波数特性の最適化が可能となる。
【０１０３】
例えば音響信号の帯域合成において、復号化装置の処理能力がそれほど高くない場合、音質的にはそれほど厳しい要求はされないが帯域感があるように求められる場合にはタップ長Ｌ’を短縮化して帯域合成フィルタバンクの演算量を削減すれば良い。また、データの検索、データの検査だけを高速に行う必要がある場合などのように音質的には厳しい要求がない場合にも、本発明は有効である。
【０１０４】
また、本発明による固定／可変タップ長フィルタバンクは復号化装置にかかる負荷の調整が可能である。すなわち、演算処理能力に余裕があるときにはタップ長Ｌ’を大きく設定して高精度な帯域合成を行い、演算処理能力に余裕がない場合にはタップ長Ｌ’を短縮化して演算量を削減し、聴感上問題の少ないように疑似的な帯域合成処理を行う。
【０１０５】
特に本発明は、復号化装置上で多数のアプリケーションが動作している場合などのように処理能力が時間とともに変化するような場合に有効であり、復号化装置に大きな負荷が生じた場合でも復号化処理を続けることが可能となる。
【０１０６】
ここまでは、復号化装置で行われる帯域合成処理に限って、演算量を減らし、高速化を計る場合について説明した。これは、符号化装置側では、符号化を行う際には必ずしもリアルタイムで符号化を行う必要はなく、また比較的に演算処理能力の高い符号化装置を用いることが出来るため、帯域分割フィルタバンクのタップ長を、所望する特性に見合った適切な長さにすることができるためである。
【０１０７】
しかし、小型で演算処理能力の低い符号化装置を設計したい場合や実時間処理を行いたい場合にはどうしても演算量を低く抑える必要がある。
【０１０８】
そこで、本発明ではさらに、符号化／復号化を問わず、演算処理能力の低い装置及び時間的に演算処理能力が変化してしまうような装置を使用する必要がある場合にも、実時間処理を実現できるように演算量をコントロール可能な機能を持つ帯域分割フィルタバンク及びフィルタリング方法、並びに帯域合成フィルタバンク及びフィルタリング方法、並びに符号化装置／復号化装置を提供する。

【０１０９】
図３８には、帯域分割フィルタバンク／帯域合成フィルタバンクに用いる、ＰＱＦフィルタバンクのタップ長を可変にする可変タップ長ＰＱＦフィルタバンク２６０の構成を示す。

【０１１０】
この可変タップ長ＰＱＦフィルタバンク２６０は、所望のタップ長情報に基づいて標準タップ長のフィルタ係数を短縮して得られた所望のタップ長のフィルタ係数を出力するＰＱＦタップ長変換部２６１と、このＰＱＦタップ長変換部２６１からの所望のタップ長のフィルタ係数と上記音響信号とを畳み込み演算する演算器２６６とを備えてなる。

【０１１１】
そして、この可変タップ長ＰＱＦフィルタバンク２６０は、ＰＱＦタップ長変換部２６１の出力と、メモリ部２６５を介した入力信号とを畳み込み演算器２６６に導き、この畳み込み演算器２６６からの畳み込み演算結果を帯域分割／帯域合成信号として導出する。

【０１１２】
ＰＱＦタップ長変換部２６１ではまず最長のタップ長Lmax２６２を決定し、そのＰＱＦフィルタバンクの性能を標準とする。このタップ長Lmax２６２をそれより短いタップ長、例えば（L=Lmax/2）２６３、Lmin２６４へと短縮化することで、帯域分割／帯域合成にかかる演算量を低減することが可能である。

【０１１３】
すなわち、この図３９に示したＰＱＦタップ長変換部２６１では、タップ長情報に基づいて、例えばＲＡＭに既に格納している所望のタップ長のフィルタ係数を読み出して出力するように動作する。

【０１１４】
タップ長Lmax２６２を用いた場合の演算量をCul(Lmax)とすれば、タップ長をLmax２６２以下の（L=Lmax/2）２６３、Lmin２６４とすることで、フィルタの性能は低下するが、その場合の演算量Cul(L)はCul(Lmax)より少ないものとなる。但し、タップ長を短縮化させる場合には音質劣化が生じるので、フィルタ係数の値を操作する必要がある。

【０１１５】
図３９にはタップ長Ｌを変化させるＰＱＦタップ長変換部２６１の構成を示す。このＰＱＦタップ長変換部２６１は、方形窓、ハミング窓等の関数を選択する窓関数選択部２６７と、この窓関数選択部２６７で選択された窓関数を生成する窓関数生成部２６８と、タップ長Lmaxの帯域分割フィルタ係数hx(Lmax)又は帯域合成フィルタ係数kx(Lmax)を格納しているフィルタ係数格納部２６９と、このフィルタ係数格納部２６９からのフィルタ係数hx(Lmax)又はkx(Lmax)に窓関数生成部２６８で生成された窓関数を乗算する乗算器２７０と、この乗算器２７０からの乗算結果であるタップ長Ｌの帯域分割フィルタ係数hx(L)又は帯域合成フィルタ係数kx(L)を格納するフィルタ係数格納部２７１とを備えてなる。この図３９に示したＰＱＦタップ長変換部２６１では、タップ長情報に応じてその都度、所望のタップ長のフィルタ係数を演算によって求めるような動作を行っている。

【０１１６】
新たな、帯域分割フィルタ係数hx(L)又は帯域合成フィルタ係数kx(L)を導出する際に、乗算器２７０で窓関数生成部２６８からの窓関数を作用させるのは、帯域分割／帯域合成の際に隣接する帯域からのエリアシングを効果的に抑制するためである。この操作により、ＰＱＦフィルタバンクのタップ長を変化させた場合でも聴感上の問題を最小限にとどめることが可能となる。

【０１１７】
図４０は、上記図３９に示したＰＱＦタップ長変換部２６１により、上記図１０の（Ａ）に示した振幅特性を持つタップ長Ｌ＝９６のＰＱＦフィルタバンクのフィルタ係数hx(96)を、タップ長Ｌ＝４８の方形窓関数によって変換したフィルタ係数hx(48)としたＰＱＦフィルタバンクの振幅特性Hxを示した特性図である。また、図４１は、フィルタ係数kx(48)としたＰＱＦフィルタバンクの振幅特性を示した特性図である。

【０１１８】
図４０によれば、ＰＱＦフィルタバンクの阻止帯域での利得減衰量は40dBほどであり、この程度の利得減衰量では隣接する帯域に発生するエリアシングによって聴感上の悪影響を及ぼすことがある。
【０１１９】
図４２は、上記図３９に示したＰＱＦタップ長変換部２６１により、上記図１０に示した振幅特性を持つタップ長Ｌ＝９６のＰＱＦフィルタバンクのフィルタ係数hx(96)を、タップ長Ｌ＝４８のハミング窓関数によって変換し、フィルタ係数hx(48)としたＰＱＦフィルタバンクの振幅特性Hxを示したものである。
【０１２０】
この図４２から分かるように、このＰＱＦフィルタバンクの阻止帯域での利得減衰量は60dB以上あり、同じタップ長Ｌ＝４８に変換した方形窓関数を用いた図４０に示すＰＱＦフィルタバンクより高い性能を持つ。
【０１２１】
ハミング窓関数を用いることにより、阻止帯域の利得減衰量は大きくとることが出来るが、図４３に示すように帯域合成時の振幅特性Ｕのリップルが大きくなってしまう。だが、この現象は聴感上それほど問題とはならない。それより、隣接する帯域からのエリアシングが聴感上の問題を引き起こす主原因となっているため、阻止帯域の利得減衰量を大きくとった方が聴感上は有利である。
【０１２２】
このように、帯域分割フィルタにおいても、選択する窓関数と、タップ長によっては、実時間処理を優先するように演算量を低減することができる。
【０１２３】
また、このような帯域分割フィルタを用いた符号化装置、すなわち帯域分割フィルタバンクと、この帯域分割フィルタバンクで帯域分割した音響信号に符号化処理を施して符号化列を生成する図１に示すような符号化装置２によれば、演算処理能力が低かったり、また時間的に演算処理能力が変化してしまう場合、実時間処理を優先するように演算量をコントロールできる。
【０１２４】
また、上記帯域合成フィルタバンクを用いた復号化装置、すなわち帯域合成フィルタバンクと、この帯域合成フィルタバンクで帯域合成した信号に復号化処理を施して復号化出力を得る図１に示すような復号化装置７によれば、演算処理能力が低かったり、また時間的に演算処理能力が変化してしまう場合、実時間処理を優先するように演算量をコントロールできる。
【０１２５】
また、上記図３９を用いて述べた、新たな帯域分割フィルタ係数hx(L)又は帯域合成係数kx(L)は、タップ長Lmaxの帯域分割フィルタ係数hx(Lmax)又は帯域合成フィルタ係数kx(Lmax)との互換性を持つ。
【０１２６】
例えば図４４に示す符号化装置２７５においてタップ長Lmaxのフィルタ係数hx(Lmax)２７７を用いたＰＱＦフィルタバンク２７６で帯域分割したデータを、復号化装置２８０においてタップ長Lのフィルタ係数kx(L)２８３を用いたＰＱＦフィルタバンク２８１で帯域合成することが可能である。また、ＰＱＦフィルタバンク２８１でタップ長Lmaxのフィルタ係数kx(Lmax)２８２を用いて帯域合成することも可能である。さらに、符号化装置２７５においてタップ長Lのフィルタ係数hx(L)２７８を用いたＰＱＦフィルタバンク２７６で帯域分割したデータを、復号化装置２８０においてタップ長Lのフィルタ係数kx(L)２８３を用いたＰＱＦフィルタバンク２８１で帯域合成することが可能である。また、ＰＱＦフィルタバンク２８１でタップ長Lmaxのフィルタ係数kx(Lmax)２８２を用いて帯域合成することも可能である。すなわち、図４４に示したような経路A,B,C及びDによって符号化／復号を行うことが可能である。

【０１２７】
図４５には、具体例として符号化装置２７５のＰＱＦフィルタバンク２７６においてタップ長Lmax=96のフィルタ係数hx(96)２８５を用いて帯域分割を行い、復号化装置２８０のＰＱＦフィルタバンク２８１においてタップ長L=48のフィルタ係数kx(48)２８８を用いて帯域合成を行う音響信号符号化／復号化装置を示す。
【０１２８】
ここで、復号化装置２８０は、復号化時の演算処理能力に見合った演算量の帯域合成フィルタバンクを選択して帯域合成処理を行った後、復号化を行うことになる。
【０１２９】
この音響信号符号化／復号化装置では、上述したように、フィルタ係数を二つの係数に分割することで、ＰＱＦに関する積和演算量を、それぞれ１サンプルあたりL/M+M回必要としている。
【０１３０】
復号化装置２８０のＰＱＦフィルタバンク２８１において、タップ長48のフィルタ係数kx(48)２８８を用いた場合の１サンプルあたり積和演算量は16回となり、タップ長96のフィルタ係数kx(96)２８７における1サンプルあたり28回の積和演算量と比較して60%以下の演算量で済むことになる。
【０１３１】
この図４５に示した符号化／復号化装置により、符号化装置２７５では充分な精度で符号化を行い、復号化装置２８０として小型で演算量の少ない簡易的な装置を作ることが可能となる。これは、図３７までを用いて既に説明した復号化装置の演算量の低減と同じことである。
【０１３２】
また、復号化装置２８０の演算処理能力が時間とともに変化し、ある時点でタップ長96のＰＱＦフィルタバンクで帯域合成処理が困難な状態になった場合、ＰＱＦフィルタバンクをタップ長48へと変更することで演算量を低減して負荷を小さくし、実時間処理を可能とするようにしてもよい。
【０１３３】
このような復号化装置２８０においては、ハードウェア的な利点としてはシステムの小型化や省電力化が挙げられ、ソフトウェア的な利点としては復号化プログラムの負荷低減に効果があることが挙げられる。
【０１３４】
また、図４６には、例として符号化装置２７５のＰＱＦフィルタバンク２７６においてタップ長L=48のフィルタ係数hx(48)２８６を用いて帯域分割を行い、復号化装置２８０のＰＱＦフィルタバンク２８１においてタップ長Lmax=96のフィルタ係数kx(96)２８７を用いて帯域合成を行う音響信号符号化／復号化装置を示す。
【０１３５】
この図４６に示した音響信号符号化／復号化装置では、図４５と同様にＰＱＦに関する積和演算量はフィルタ係数を二つに分割しているので、１サンプルあたりL/M+M回必要である。
【０１３６】
符号化装置２７５のＰＱＦフィルタバンク２７６において、タップ長48のフィルタ係数hx(48)２８６を用いた場合の１サンプルあたり積和演算量は16回となり、タップ長96のフィルタ係数hx(96)２８５における１サンプルあたり28回の積和演算量と比較して60%以下の演算量で済むことになるが、復号化装置２８０側の帯域合成時の特性は符号化側の帯域分割特性を上回ることは出来ない。
【０１３７】
そこで、付加機能として符号化列中にＰＱＦフィルタバンクのタップ長Lを示すフラグを記録する。復号化装置２８０側ではそのフラグを判別し、自動的にタップ長Lに見合ったＰＱＦフィルタバンクを構成して帯域合成を行うことも可能であり、不必要な演算量の増

加を抑制することが出来る。

【０１３８】

すなわち、この場合、符号化装置２７５は、符号化部により帯域分割フィルタバンクで上記音響信号を帯域分割するのに用いたタップ長情報を符号化列の中に書き込んでいる。

【０１３９】

そして、復号化装置２８０は、上記タップ長情報を読み込んでこのタップ長情報から判断できる帯域分割フィルタバンクと同じ性能を持つ帯域合成フィルタバンクによって帯域合成を行ってから、符号化列を復号化する。

【０１４０】

ここで、復号化装置２８０は、上記符号化列を帯域分割に用いたフィルタバンクのタップ長情報と共に記録している記録媒体から、上記タップ長情報を読み込む。

【０１４１】

このような記録媒体は、上記復号化装置２８０の復号化時の演算量の低減を補助することになる。

【０１４２】

上記符号化／復号化装置により、小型で演算量の少ない簡易的な符号化装置によって符号化を行うことが可能となる。また付加機能を用いることで、可変タップ長ＰＱＦフィルタバンクを持つ復号化装置において演算量の抑制が可能であり、また、可変タップ長ＰＱＦフィルタバンクを持たない復号化装置においても音響信号の復元が可能となる。

【０１４３】

もちろん、説明のため上記の例に示してきたタップ長96→48以外の数にタップ長を変換することは可能であることはいうまでもない。

【０１４４】

以上の説明から明らかなように、上記実施の形態を用いれば、符号化／復号化装置の能力に見合った帯域分割／帯域合成フィルタのタップ長の設定を行うことで、必要とされる演算量及び帯域分割／帯域合成時の周波数特性の最適化が可能となる。

【０１４５】

例えば、符号化／復号化装置の処理能力がそれほど高くない場合でも、帯域分割／帯域合成フィルタのタップ長を変化させることで聴感上は問題なく符号化／復号化が可能となる。

【０１４６】

【発明の効果】

本発明に係る帯域合成フィルタバンク及びフィルタリング方法は、帯域合成側で用いられるフィルタ係数に対して最適化関数により聴感上の処理を施してから、この最適化処理が施されたフィルタ係数の修正、及びタップ長の短縮を行うので、帯域合成を行う際に小型で演算処理能力の低い復号化装置を使用する必要がある場合、または一つの復号化装置上で多数のアプリケーションが動作し負荷が大きい場においてもリアルタイムでの音響信号の復号化を実現できる。

【０１４７】

また、本発明に係る帯域合成フィルタバンク及びフィルタリング方法は、所望のタップ長情報に基づいて標準タップ長のフィルタ係数を短縮して得られた所望のタップ長のフィルタ係数と音響信号とを畳み込み演算して、帯域合成信号を導出するので、帯域合成を行う際に小型で演算処理能力の低い復号化装置を使用する必要がある場合、または一つの復号化装置上で多数のアプリケーションが動作し負荷が大きい場においてもリアルタイムでの音響信号の復号化を実現できる。

【０１４８】

また、本発明に係る帯域分割フィルタバンク及びフィルタリング方法は、所望のタップ長情報に基づいて標準タップ長のフィルタ係数を短縮して得られた所望のタップ長のフィルタ係数と音響信号とを畳み込み演算して、帯域分割信号を導出するので、帯域分割処理を行う際に演算処理能力の低い符号化装置を使用する必要があるときに、演算量を低減し、

実時間処理を優先した符号化を実現できる。

【０１４９】

また、本発明にかかる符号化／復号化装置においては演算量のコントロールが可能であるため、演算処理能力に余裕があるときにはタップ長Lを大きく設定して高精度な帯域分割／帯域合成を行い、演算処理能力に余裕がない場合にはタップ長Lを短縮化して演算量を低減することで実時間処理を可能とし、聴感上問題の少ないように擬似的な帯域分割／帯域合成処理を行うことが可能である。

【０１５０】

特に本発明は、ソフトウェアによる符号化／復号化装置が、コンピュータ上で多数のアプリケーションと同時に動作している場合等のように処理能力が時間とともに変化するような場合に有効な発明であり、CPUに大きな負荷が生じた場合でも実時間処理を続けることが可能となる。

【０１５１】

また、フィルタ係数はタップ長を変化させても互換性があり、帯域分割フィルタと帯域合成フィルタで異なるタップ数のフィルタを用いても聴感上はそれほど問題にならない。それゆえ、本発明による符号化装置による符号化列を、従来用いられてきた復号化装置においても再生可能であるというハードウェアの互換性という利点も持つ。

【図面の簡単な説明】

【図１】本発明に係る帯域合成フィルタバンク及びフィルタリング方法の実施の形態となる音響信号符号化復号化システムの概略構成を示すブロック図である。

【図２】上記音響信号符号化復号化システムの符号化装置側に用いられるスペクトル変換部の詳細な構成を示すブロック図である。

【図３】上記音響信号符号化復号化システムの復号化装置側に用いられる時系列信号合成部の詳細な構成を示すブロック図である。

【図４】上記図２のスペクトル変換部と図３の時系列信号合成部を用いた上記音響信号符号化復号化システムの構成を示すブロック図である。

【図５】デシメーションフィルタの動作を説明するための図である。

【図６】インターポレーションフィルタの動作を説明するための図である。

【図７】プロトタイプフィルタと帯域分割フィルタ係数及び帯域合成フィルタ係数の関係を示した図である。

【図８】上記プロトタイプフィルタのインパルス応答及びその周波数特性を示した図である。

【図９】上記図８のプロトタイプフィルタから導出した帯域分割フィルタ及び帯域合成フィルタの周波数特性を示す図である。

【図１０】上記図９で用いるＰＱＦフィルタバンクの特性の詳細を示す図である。

【図１１】上記図９、図１０に示した帯域分割フィルタを用いた帯域分割フィルタバンクの構成図である。

【図１２】上記図９、図１０に示した帯域合成フィルタを用いた帯域合成フィルタバンクの構成図である。

【図１３】上記図３に示す時系列信号合成部に、スペクトル変換部の帯域分割フィルタのタップ長より短いタップ長で構成される固定タップ長帯域合成フィルタバンクを用いた構成を示すブロック図である。

【図１４】上記図１３に示した固定タップ長変換帯域合成フィルタバンクの構成を示すブロック図である。

【図１５】上記図１４に示す固定タップ長変換帯域合成フィルタバンクの修正帯域合成フィルタ係数演算部の詳細な構成を示すブロック図である。

【図１６】上記図１５に示す修正帯域合成フィルタ係数演算部の固定タップ長変換部の詳細な構成を示すブロック図である。

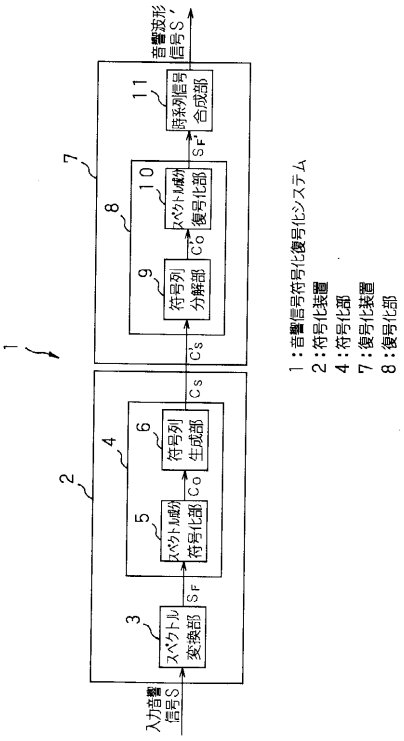
【図１７】上記図１６に示す窓関数保持部の係数の一例を示した図である。

【図１８】上記図８に示したプロトライプフィルタに対し、上記図１７に示す窓関数を作

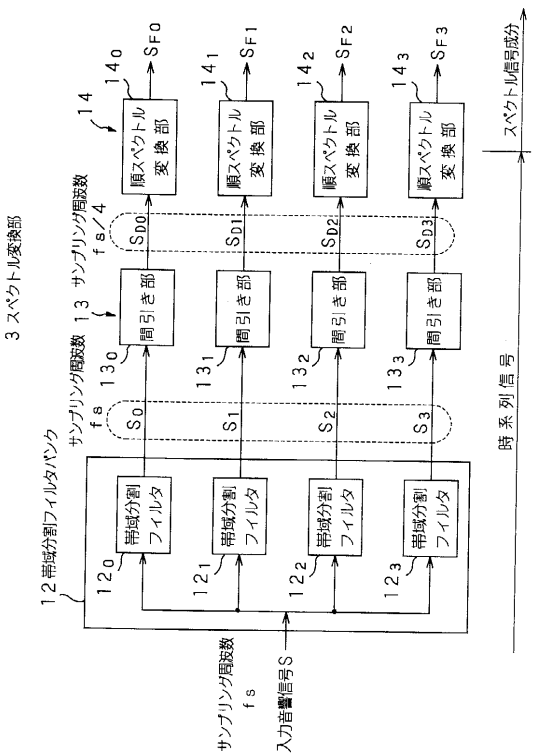
用させて得られた修正プロトタイプフィルタのインパルス応答及びその周波数特性を示す図である。
【図１９】上記図１８のプロトタイプフィルタから導出した帯域分割フィルタ及び帯域合成フィルタの周波数特性を示す図である。
【図２０】上記図１９で導出した帯域合成フィルタを用いた帯域合成フィルタバンクの構成図である。
【図２１】上記図３に示した時系列信号合成部に、スペクトル変換部の帯域分割フィルタのタップ長より短いタップ長で構成される可変タップ長帯域合成フィルタバンクを用いた構成を示すブロック図である。
【図２２】上記図２１に示す可変タップ長変換帯域合成フィルタバンクの構成を示すブロック図である。
【図２３】上記図２２に示す可変タップ長変換帯域合成フィルタバンクの修正帯域合成フィルタ係数演算部の詳細な構成を示すブロック図である。
【図２４】上記図２３に示す修正帯域合成フィルタ係数演算部の可変タップ長変換部でＬ’＝６４というタップ長を得る動作を説明するための図である。
【図２５】上記図２３に示す修正帯域合成フィルタ係数演算部の可変タップ長変換部でＬ’＝４８というタップ長を得る動作を説明するための図である。
【図２６】上記図２４及び図２５に示す窓関数保持部の係数の一例を示す図である。
【図２７】上記図８に示すプロトタイプフィルタに対し、上記図２６に係数を示す窓関数を作用させて得られた修正プロトタイプフィルタのインパルス応答を示す図である。
【図２８】上記図８に示すプロトタイプフィルタに対し、上記図２６に係数を示す窓関数を作用させて得られた修正プロトタイプフィルタの周波数応答を示す図である。
【図２９】上記図２８の修正プロトタイプフィルタから導出したタップ長Ｌ’＝４８の帯域分割フィルタ及び帯域合成フィルタの周波数特性を示す図である。
【図３０】上記図２８の修正プロトタイプフィルタから導出したタップ長Ｌ’＝６４の帯域分割フィルタ及び帯域合成フィルタの周波数特性を示す図である。
【図３１】上記図２２に示す可変タップ長変換帯域合成フィルタバンクの構成とは別の構成による可変タップ長変換帯域合成フィルタバンクの構成を示すブロック図である。
【図３２】上記図３０で導出した帯域合成フィルタを用いた帯域合成フィルタバンクの構成図である。
【図３３】帯域分割処理、帯域合成処理の効率化を計るため、帯域分割フィルタ及び帯域合成フィルタの係数をそれぞれ一次係数、二次係数に分離する工程を説明するための図である。
【図３４】帯域分割フィルタ係数を一次係数、二次係数に分離して構成する効率化帯域分割フィルタバンクの構成図である。
【図３５】帯域合成フィルタ係数を一次係数、二次係数に分離して構成する効率化帯域合成フィルタバンクの構成図である。
【図３６】効率化帯域合成フィルタバンクと固定タップ長変換帯域合成フィルタの組み合わせによるフィルタバンクの構成図である。
【図３７】効率化帯域合成フィルタバンクと可変タップ長変換帯域合成フィルタの組み合わせによるフィルタの構成図である。
【図３８】スペクトル変換部／時系列合成部のフィルタのタップ長を変更することの出来る一例としての、可変タップ長PQFフィルタバンクのブロック図である。
【図３９】可変タップ長フィルタバンクにおいて、タップ長を変換するPQFタップ長変換部の構成を示すブロック図である。
【図４０】方形窓関数を用いたPQFタップ長変換部によって、図１０の（Ａ）に示したフィルタバンクのタップ長を96から48へと変換した場合の帯域分割特性図である。
【図４１】方形窓関数を用いたPQFタップ長変換部によって、図１０の（Ｂ）に示したフィルタバンクのタップ長を96から48へと変換した場合の帯域合成特性図である。
【図４２】ハミング窓関数を用いたPQFタップ長変換部によって、図１０の（Ａ）に示し

たフィルタバンクのタップ長を96から48へと変換した場合の帯域分割特性図である。
【図４３】ハミング窓関数を用いたPQFタップ長変換部によって、図１０の（Ｂ）に示したフィルタバンクのタップ長を96から48へと変換した場合の帯域合成特性図である。
【図４４】符号化装置と復号化装置で異なるタップ長のフィルタバンクを使うことが可能であることを説明する図である。
【図４５】復号化装置で符号化装置とは異なるタップ長のフィルタバンクを使うことが可能であることを説明する図である。また、復号化装置の処理能力により、96/48タップの切り替えが可能であることも示す図である。
【図４６】符号化装置で復号化装置とは異なるタップ長のフィルタバンクを使うことが可能であることを説明する図である。また、符号化装置側でフラグを記録することで、復号化装置側で96/48タップの切り替えが可能であることも示す図である。
【符号の説明】
１　音響信号符号化復号化システム、２　符号化装置、３　スペクトル変換部、４　符号化部、５　スペクトル成分符号化部、６　符号列生成部、７　復号化装置、８　復号化部、９　符号列分割部、１０　スペクトル成分復号化部、１１時系列信号合成部、１２　帯域分割フィルタバンク、１７　帯域合成フィルタバンク

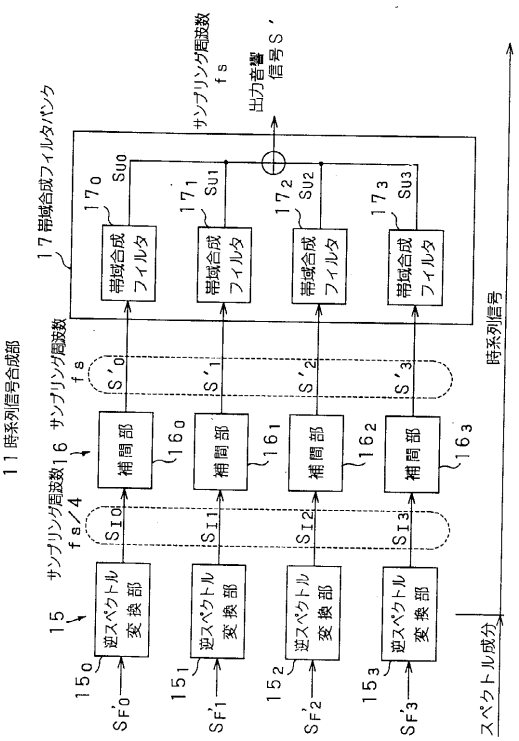
【図１】



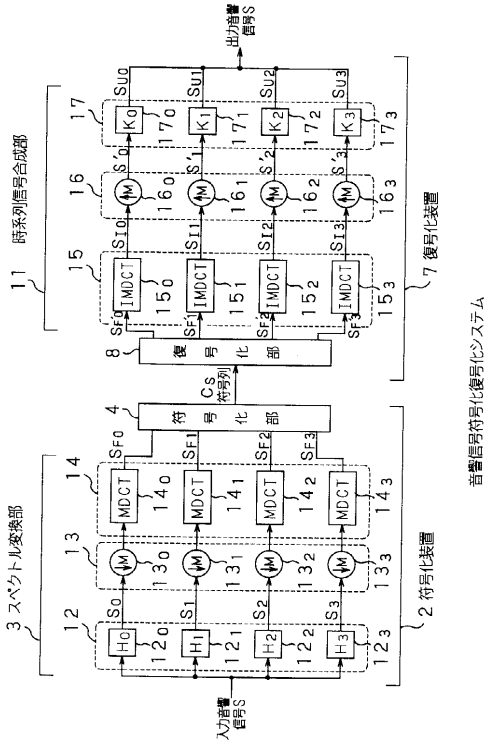
【図２】



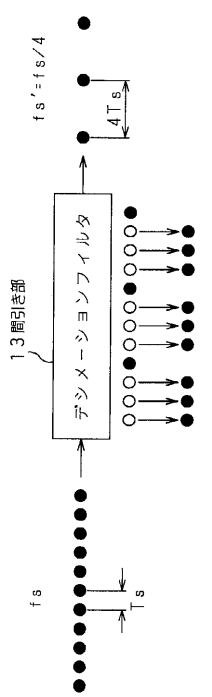
【図３】


11 時系列信号合成部
17 帯域合成フィルタバンク
サンプリング周波数 fs
出力音響信号S'
帯域合成フィルタ
補間部
逆スペクトル変換部
時系列信号
スペクトル成分

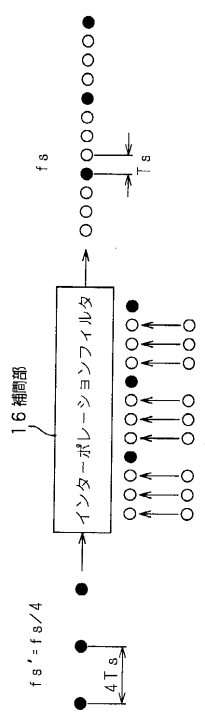
【図４】


出力音響信号S
11 時系列信号合成部
7 復号化装置
2 符号化装置
3 スペクトル変換部
復号化部
符号化部
音響信号符号化復号化システム
入力音響信号S

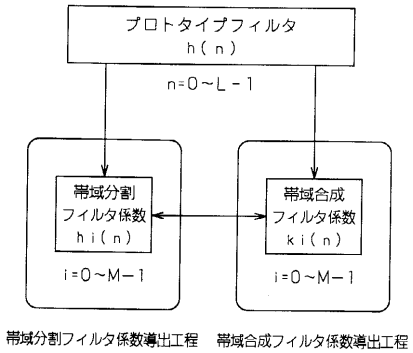
【図５】


13 間引き部
デシメーションフィルタ
fs'=fs/4
4Ts
fs
Ts

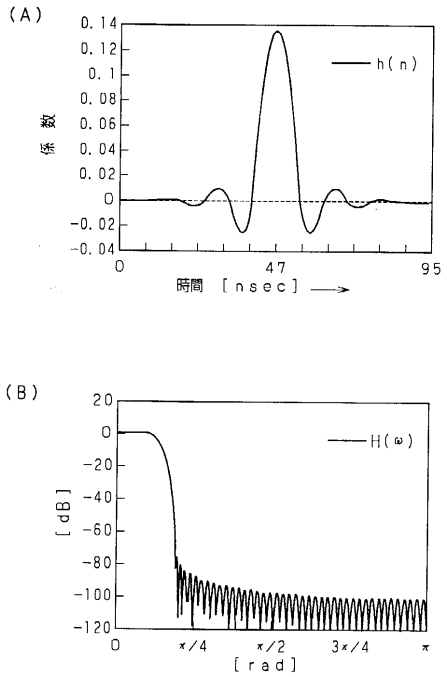
【図６】


16 補間部
インターポレーションフィルタ
fs'=fs/4
4Ts
fs
Ts

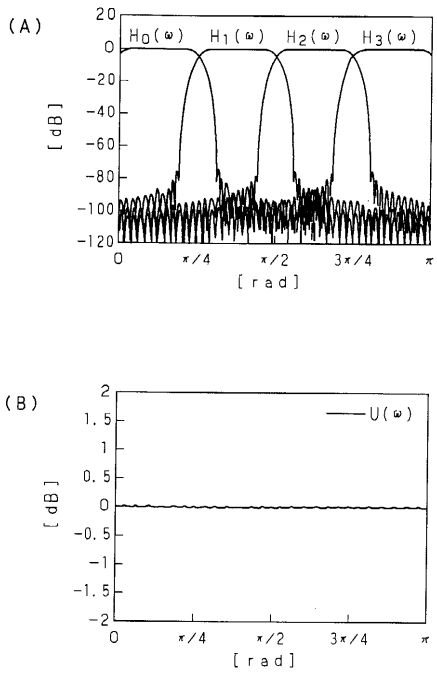
【図７】


プロトタイプフィルタ
h(n)
n=0～L－1
帯域分割
フィルタ係数
hi(n)
i=0～M－1
帯域合成
フィルタ係数
ki(n)
i=0～M－1
帯域分割フィルタ係数導出工程
帯域合成フィルタ係数導出工程

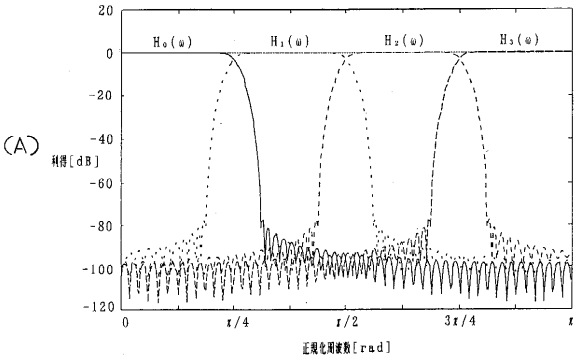
【図８】


(A)
係数
h(n)
時間 [nsec]
(B)
[dB]
H(ω)
[rad]

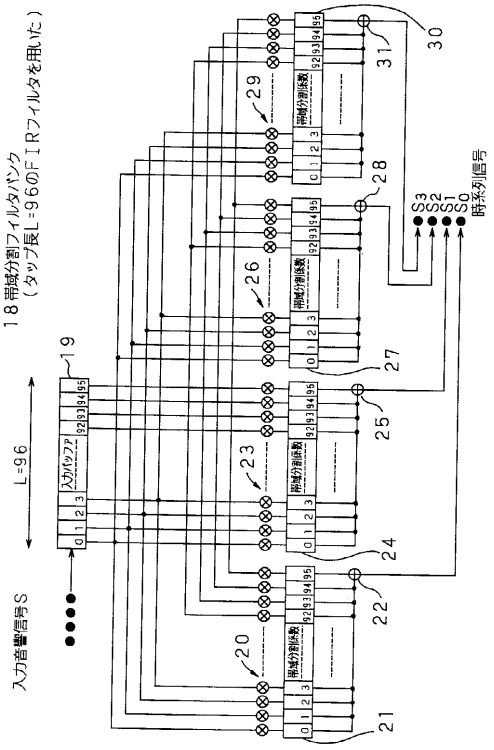
【図９】


(A)
H0(ω) H1(ω) H2(ω) H3(ω)
[dB]
[rad]
(B)
U(ω)
[dB]
[rad]

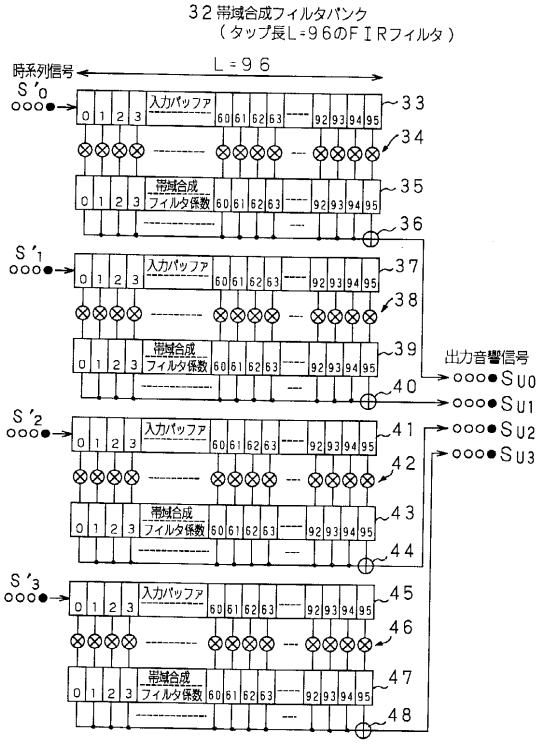
【図１０】


(A)
H0(ω) H1(ω) H2(ω) H3(ω)
利得[dB]
正規化周波数[rad]

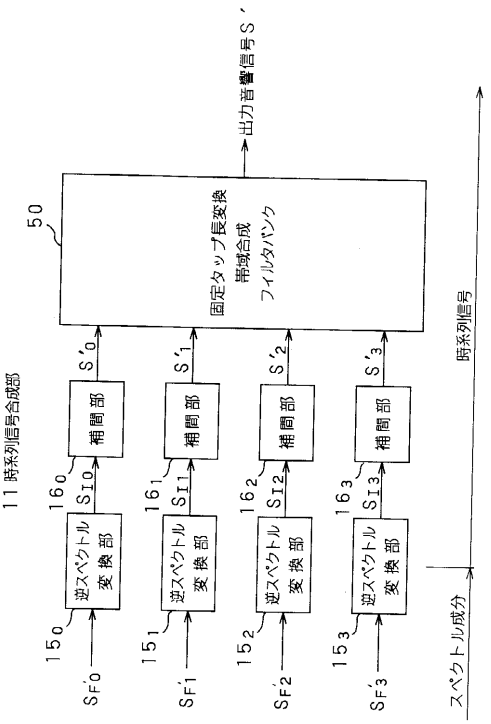
【図１１】



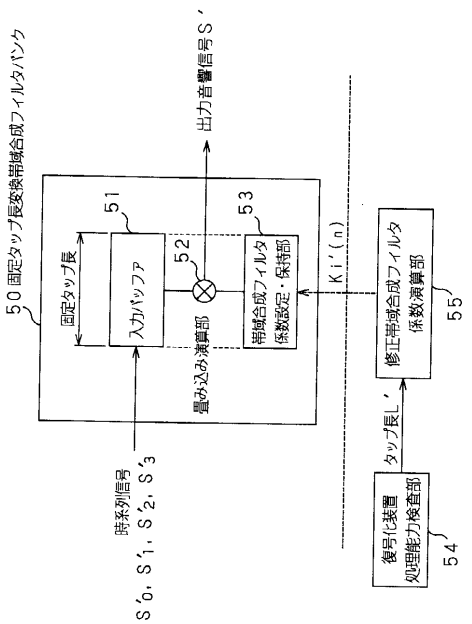
【図１２】



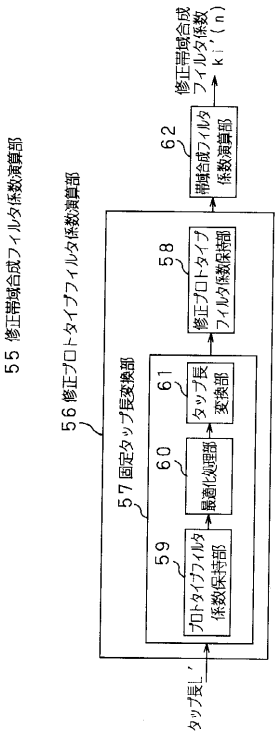
【図１３】



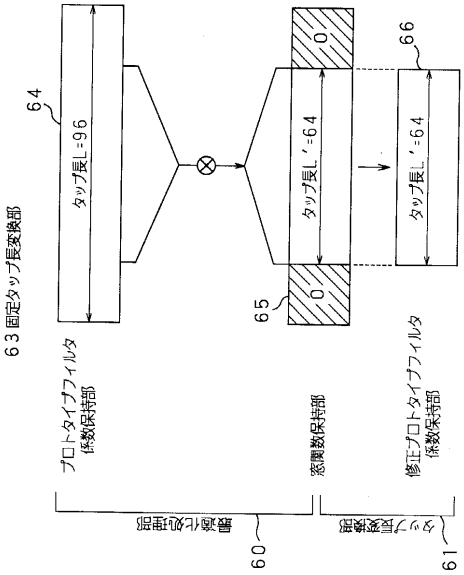
【図１４】



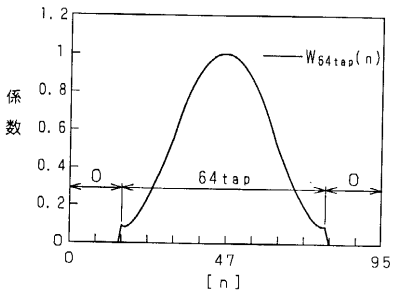
【図１５】



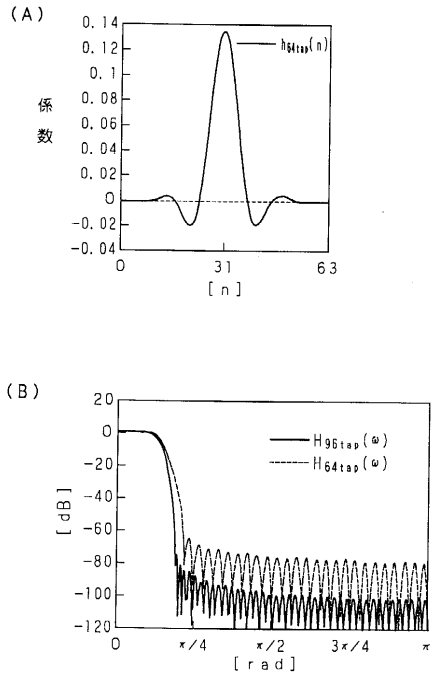
【図１６】



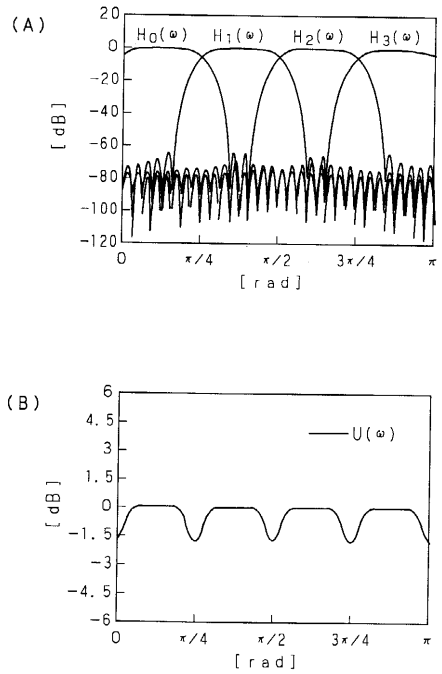
【図１７】



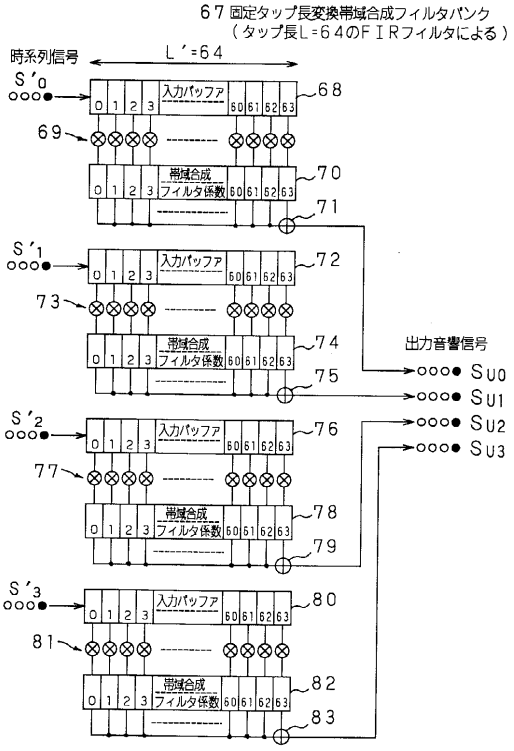
【図１８】



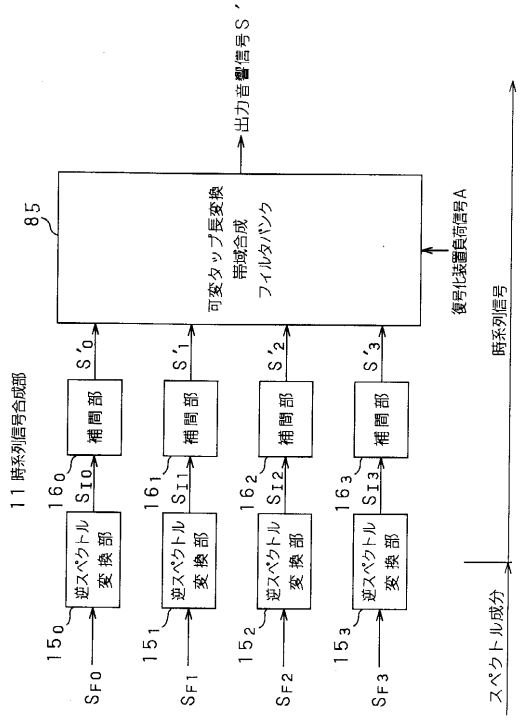
【図１９】



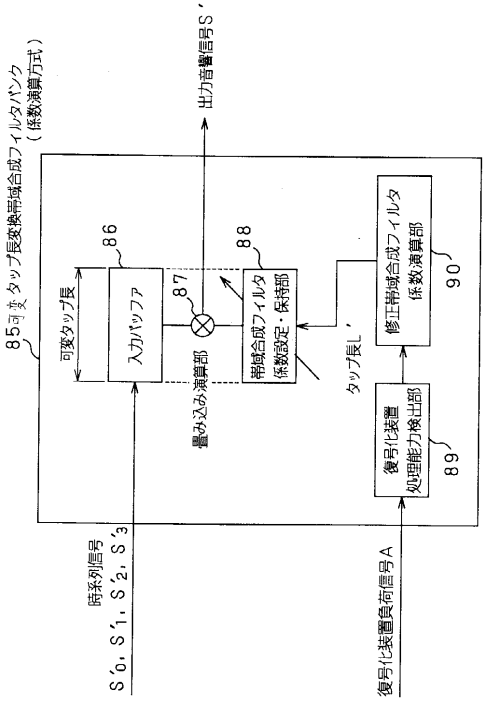
【図２０】



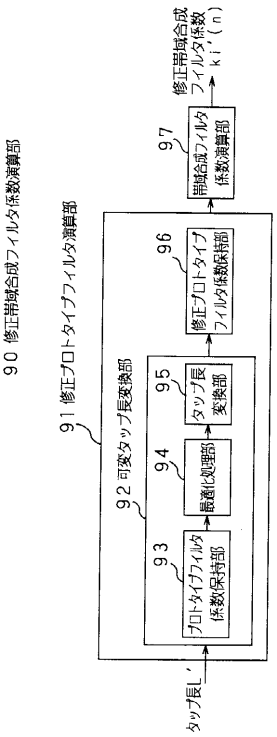
【図２１】



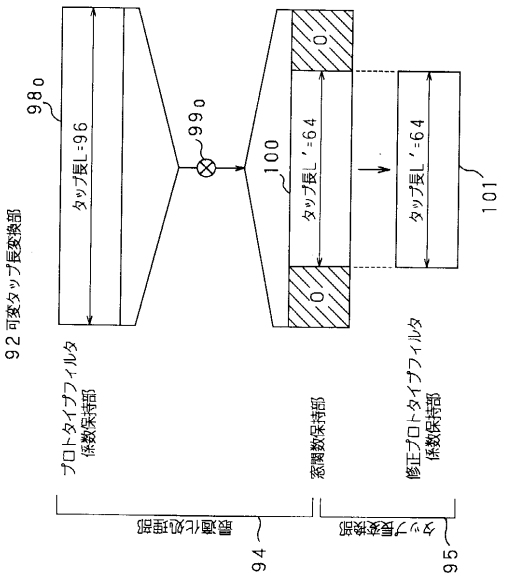
【図２２】



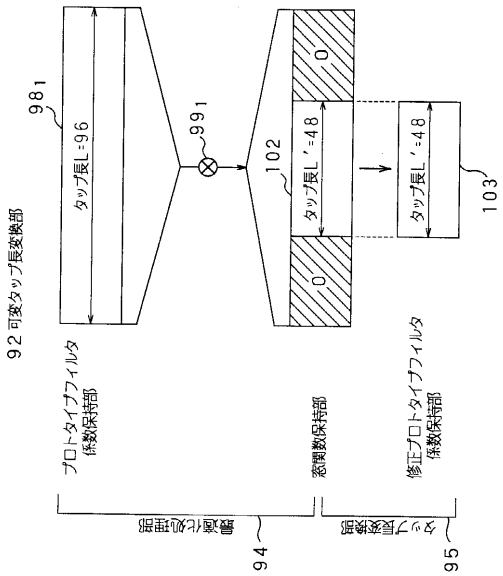
【図２３】



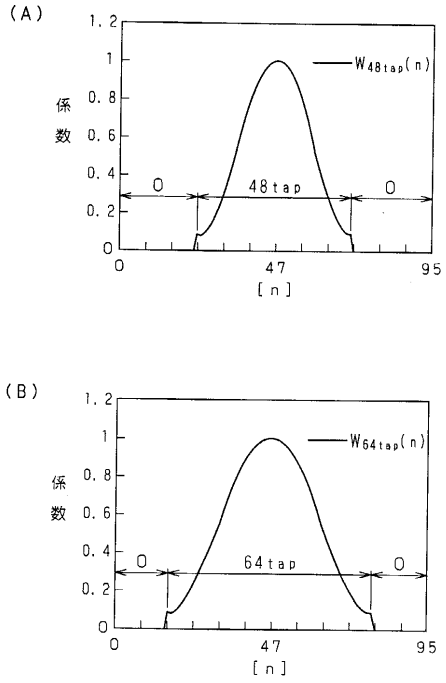
【図２４】



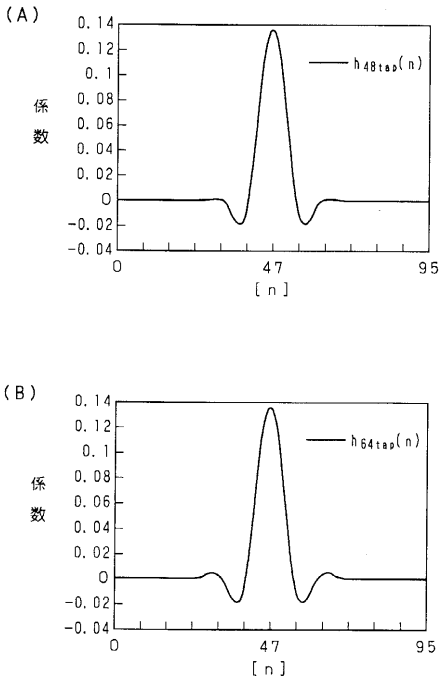
【図２５】



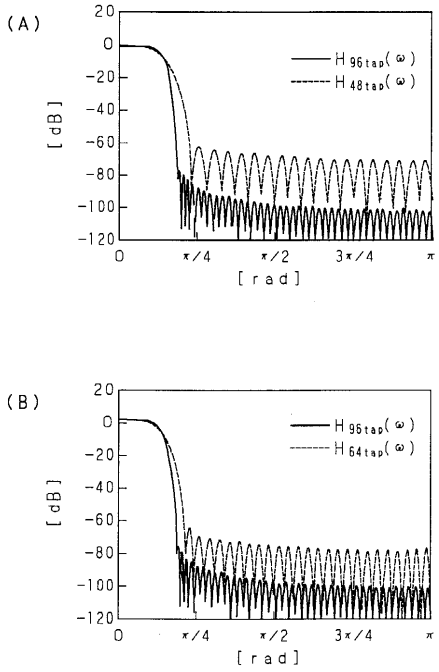
【図２６】



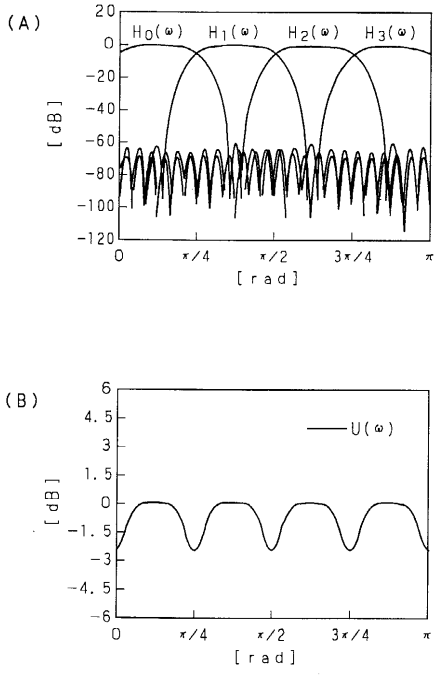
【図２７】



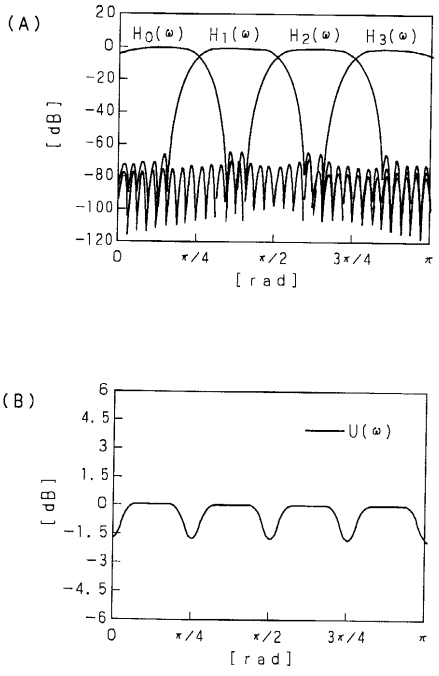
【図２８】



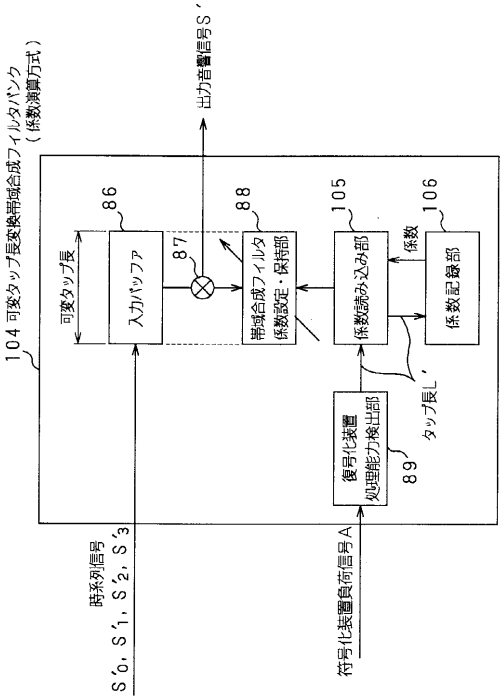
【図２９】



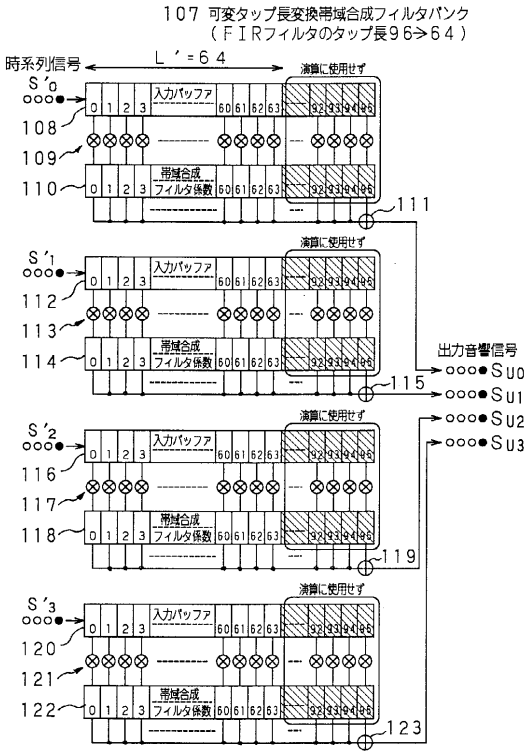
【図３０】



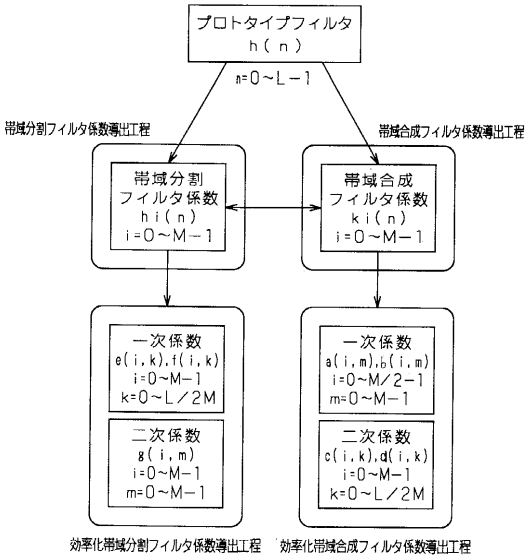
【図３１】



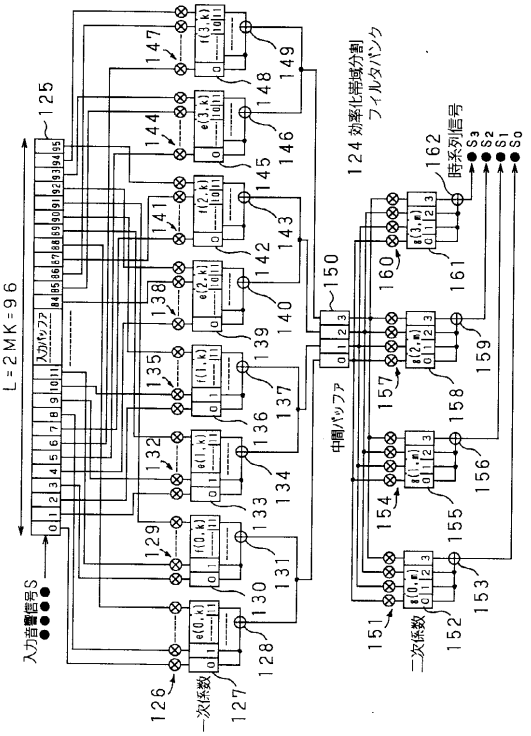
【図３２】



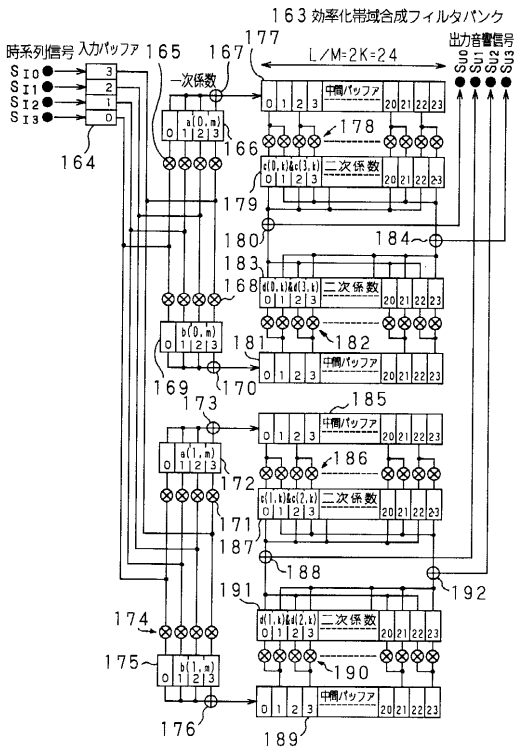
【図３３】



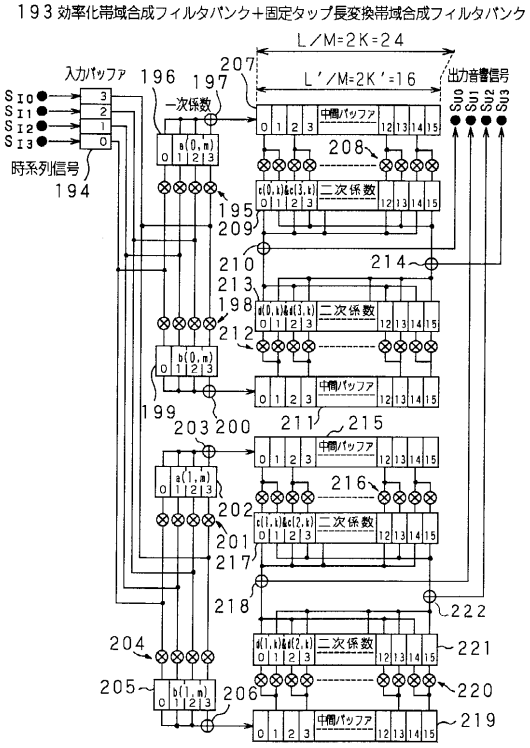
【図３４】



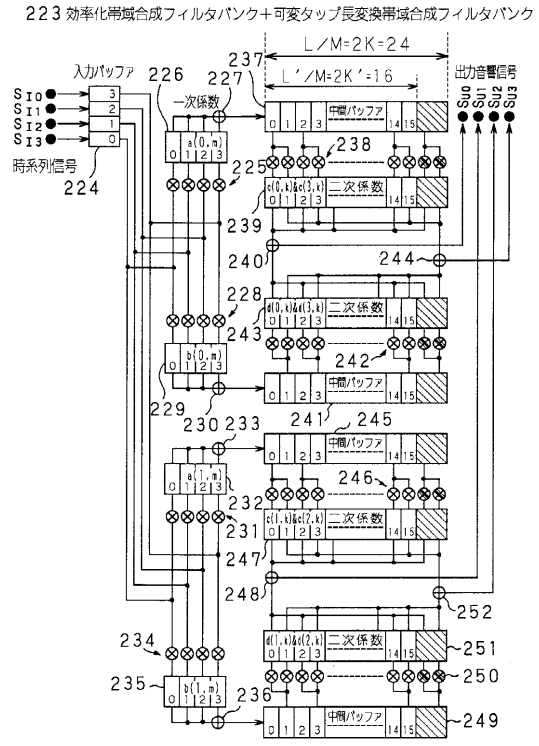
【図３５】



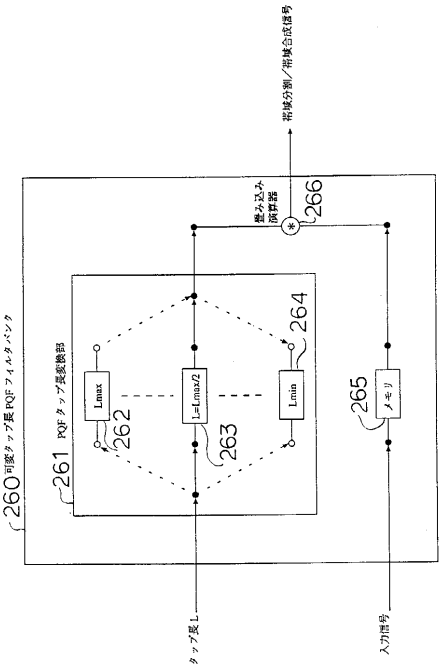
【図３６】



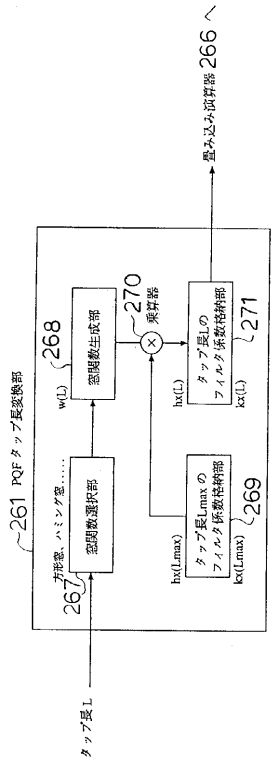
【図３７】



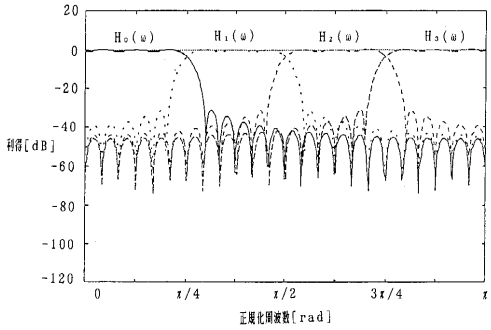
【図３８】



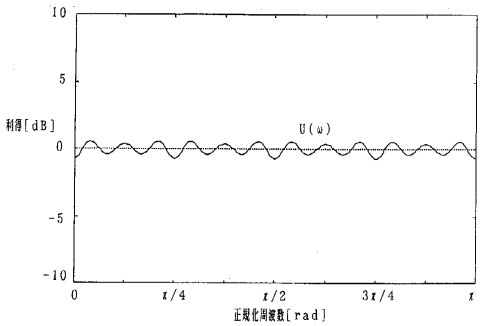
【図３９】



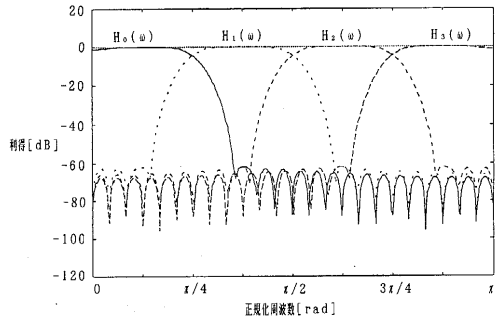
【図４０】



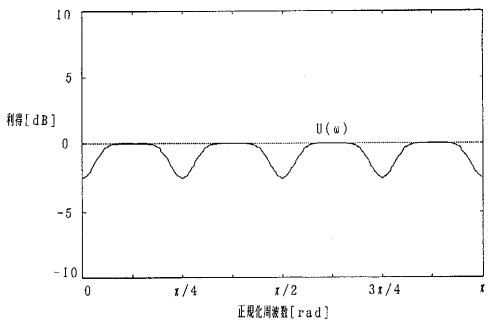
【図４１】



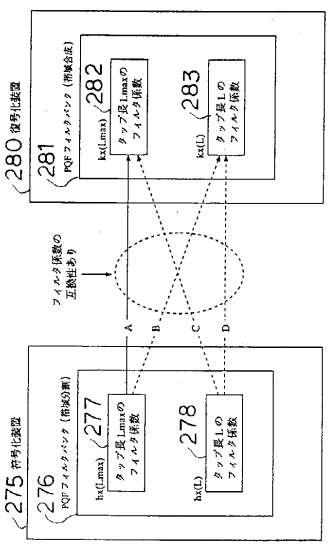
【図４２】



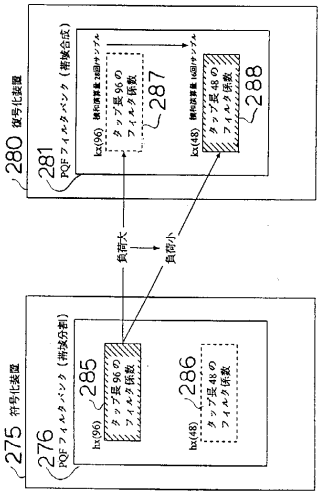
【図４３】



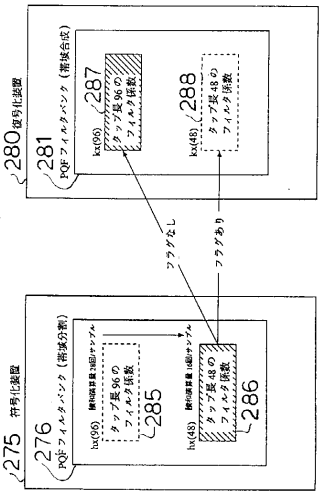
【図４４】



【図４５】


280 復号化装置
281
PQF フィルタバンク（帯域合成）
hx(96)
タップ長96の
フィルタ係数
287
hx(48)
タップ長48の
フィルタ係数
288
負荷大
負荷小
275 符号化装置
276
PQF フィルタバンク（帯域分割）
hx(96)
タップ長96の
フィルタ係数
285
hx(48)
タップ長48の
フィルタ係数
286

【図４６】


280 復号化装置
281
PQF フィルタバンク（帯域合成）
hx(96)
タップ長96の
フィルタ係数
287
hx(48)
タップ長48の
フィルタ係数
288
フラグなし
フラグあり
275 符号化装置
276
PQF フィルタバンク（帯域分割）
hx(96)
タップ長96の
フィルタ係数
285
hx(48)
タップ長48の
フィルタ係数
286

フロントページの続き

(56)参考文献　特表平０５－５０６３４５（ＪＰ，Ａ）
特表平０９－５００５０２（ＪＰ，Ａ）