

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2004年6月3日 (03.06.2004)

PCT

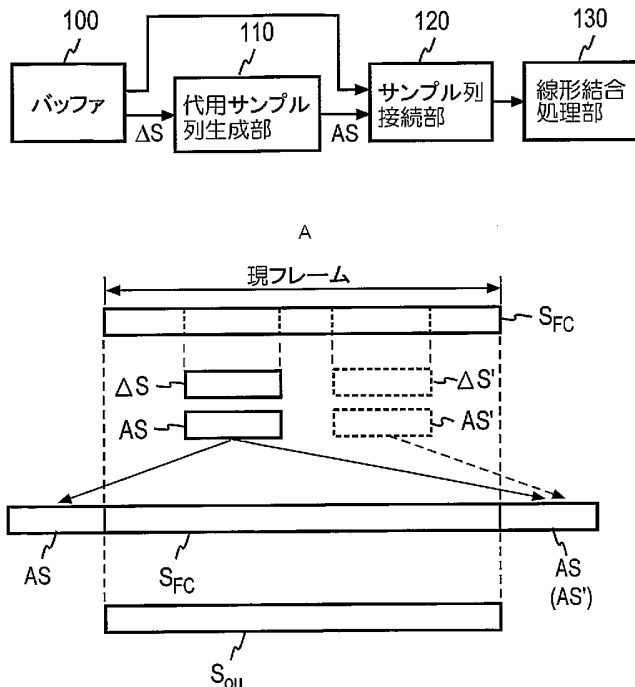
(10) 国際公開番号
WO 2004/047305 A1

- (51) 国際特許分類: **H03M 7/36**, G10L 19/04, H04N 7/24
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2003/014814
- (22) 国際出願日: 2003年11月20日 (20.11.2003)
- (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 2002-338131
2002年11月21日 (21.11.2002) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 日本電信電話株式会社 (NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE CORPORATION) [JP/JP]; 〒100-8116 東京都千代田区大手町二丁目3番1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): 守谷 健弘 (MORIYA, Takehiro) [JP/JP]; 〒180-8585 東京都武蔵野市緑町三丁目9番11号 NTT 知的財産センタ内 Tokyo (JP). 原田 登 (HARADA, Noboru) [JP/JP]; 〒180-8585 東京都武蔵野市緑町三丁目9番11号 NTT 知的財産センタ内 Tokyo (JP). 神明夫 (JIN, Akio) [JP/JP]; 〒180-8585 東京都武蔵野市緑町三丁目9番11号 NTT 知的財産センタ内 Tokyo (JP). 池田 和永 (IKEDA, Kazunaga) [JP/JP]; 〒180-8585 東京都武蔵野市緑町三丁目9番11号 NTT 知的財産センタ内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 草野 卓, 外 (KUSANO, Takashi et al.); 〒160-0022 東京都新宿区新宿四丁目2番21号 相模ビル Tokyo (JP).

[続葉有]

(54) Title: DIGITAL SIGNAL PROCESSING METHOD, PROCESSOR THEREOF, PROGRAM THEREOF, AND RECORDING MEDIUM CONTAINING THE PROGRAM

(54) 発明の名称: デジタル信号処理方法、その処理器、そのプログラム、及びそのプログラムを格納した記録媒体



(57) Abstract: From a sample S_{FC} of a current frame, a sample string S similar to its head, sample string, and an end sample string is extracted, concatenated before and after the current frame as a substitute sample string AS , and subjected to filter processing or prediction encoding so as to obtain a processing result S_{OU} of the current frame. In the case of the prediction encoding, auxiliary information indicating which part has been used is also output. This enables completion of processing within the current frame without significantly lowering continuity or efficiency, i.e., filter processing requiring processing over the preceding and the subsequent frame such as an interpolation filter, self feedback type prediction encoding, and decoding.

- 100... BUFFER
- 110... SUBSTITUTE SAMPLE STRING GENERATION SECTION
- 120... SAMPLE STRING CONCATENATION SECTION
- 130... LINEAR CONNECTION PROCESSING SECTION
- A... CURRENT FRAME

[続葉有]

WO 2004/047305 A1



(81) 指定国 (国内): 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, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

パ特許 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI 特許 (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:
— 国際調査報告書

(84) 指定国 (広域): ARIPO 特許 (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア特許 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ

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:

現フレームのサンプル S_{FC} 中から、その先頭、サンプル列、末尾サンプル列と似たサンプル列 ΔS を取り出し現フレームの前及び後に代用サンプル列 $A S$ としてつなげてフィルタ処理あるいは予測符号化をおこない、現フレームの処理結果 S_{OU} を得る。予測符号の場合はその部分を用いたかを示す補助情報も出力する。これにより例えば補間フィルタのように前後のフレームにまたがる処理を必要とするフィルタ処理、自己回帰型予測符号化、復号化を現フレームだけで処理を完結させ、連続性や効率をほとんど低下させない。

明細書

デジタル信号処理方法、その処理器、そのプログラム、
及びそのプログラムを格納した記録媒体

5 技術分野

この発明はデジタル信号のフレーム単位での符号化や復号化自体やこれと関連する処理の方法、その処理器及びそのプログラム、及びそのプログラムを格納した記録媒体に関する。

従来の技術

- 10 音声、画像などのデジタル信号に対するフレーム単位での処理には、予測やフィルタなどフレームをまたがる処理が頻繁に行われる。前後のフレームのサンプルを使うことで連続性や、効率を高めることができる。しかしながらパケット伝送では、前のフレームのサンプルや後続するサンプルが得られない場合があり、また指定したフレームだけからの処理が要求される場合がある。これらの場合は
- 15 連続性や圧縮効率が低下する。

まず、この発明のデジタル信号処理方法を適用することができるデジタル信号処理を一部に利用している例として考えられる符号化方法、その復号化方法を図1を参照して説明する。（なおこの例は公知ではない。）

- 20 入力端子11よりの第1標本化周波数のデジタル信号はフレーム分割部12でフレーム単位、例えば1024サンプルごとに分割され、フレームごとのデジタル信号はダウンサンプリング部13で第1標本化周波数のデジタル信号からこれよりも低い第2標本化周波数のデジタル信号に変換される。この場合、その第2標本化周波数の標本化により折り返し信号が生じないように低域通過フィルタ処理により高域成分が除去される。

- 25 第2標本化周波数のデジタル信号は、符号化部14で非可逆又は可逆の圧縮符号化が行われ、主符号 I_m として出力される。この主符号 I_m は局部復号部15で復号され、復号された局部信号はアップサンプリング部16で第2標本化周波数の局部信号から第1標本化周波数の局部信号に変換される。その際、当然のことであるが補間処理が行われる。この第1標本化周波数の局部信号と、フレー

2

ム分割部 1 2 よりの分岐された第 1 標本化周波数のデジタル信号との時間領域での誤差信号が誤差算出部 1 7 で算出される。

その誤差信号は予測誤差生成部 5 1 に供給され、誤差信号の予測誤差信号が作られる。

- 5 この予測誤差信号は圧縮符号化部 1 8 において、ビット列の並び替えを行い、そのまま、または更に可逆（ロスレス）圧縮符号化されて誤差符号 P e として出力される。符号化部 1 4 よりの主符号 I m と誤差符号 P e とが合成部 1 9 で合成され、パケット化されて出力端子 2 1 より出力される。

- 10 なお、前記ビット列の並び替え、及び可逆圧縮符号化については例えば特開 2001-144847 公報（第 6～8 頁、第 3 図）を、そのパケット化については例えば、T.Moriya 他 4 名著“Sampling Rate Scalable Lossless Audio coding”2002 IEEE Speech Coding Workshop proceedings 2002, 10 月をそれぞれ参照されたい。

- 15 復号化器 3 0 においては入力端子 3 1 よりの符号は分離部 3 2 において主符号 I m と誤差符号 P e とに分離され、主符号 I m は復号部 3 3 で符号化器 1 0 の符号化部 1 4 と対応した復号処理により非可逆又は可逆復号されて第 2 標本化周波数の復号信号が得られる。この第 2 標本化周波数の復号信号はアップサンプリング部 3 4 でアップサンプリングされて第 1 標本化周波数の復号信号に変換される。この際、当然のことであるが標本化周波数を高くするために補間処理が行われる。

- 20 分離された誤差符号 P e は復号化部 3 5 で予測誤差信号を再生する処理が行われる。この復号化部 3 5 の具体的構成及び処理については例えば前記公報に示されている。再生された予測誤差信号の標本化周波数は第 1 の標本化周波数である。

この予測誤差信号は予測合成部 6 3 で予測合成されて誤差信号が再生される。この予測合成部 6 3 は符号化器 1 0 の予測誤差生成部 5 1 の構成と対応したものとされる。

- 25 この再生した誤差信号の標本化周波数は第 1 標本化周波数であり、この誤差信号とアップサンプリング部 3 4 よりの第 1 標本化周波数の復号信号とが加算部 3 6 で加算されてデジタル信号が再生され、フレーム合成部 3 7 へ供給される。フレーム合成部 3 7 では順次フレームごとに再生されたデジタル信号をつなぎ合わせて出力端子 3 8 へ出力する。

3

図1中のアップサンプリング部16, 34においては復号信号のサンプル列に対し、第1標本化周波数のサンプル列になるように所定のサンプル数ごとに0値のサンプルを1乃至複数挿入し、この0値サンプルを挿入したサンプル列を例えば図2Aに示すFIRフィルタによりなる補間フィルタ（一般に低域通過フィルタ）に通して、0値サンプルをその前後の1乃至複数のサンプルにより補間した値のサンプルとする。つまり第1標本化周波数の周期を遅延量とする遅延部Dが直列に接続され、この直列接続の一端に零詰めされたサンプル列x(n)が入力され、その各入力と、各遅延部Dの出力に対しそれぞれ乗算部22₁~22_mでフィルタ係数h₁, h₂, ..., h_mが乗算され、これら乗算結果が加算部23で加算されてフィルタ出力y(n)とされる。

この結果、例えば図2Bに示す実線の復号信号サンプル列に対し、挿入した0値サンプルは、破線に示すように線形補間された値をもつサンプルとなる。

このようなFIRフィルタの処理においては図2Cに示すようにLサンプルからなるフレーム内の各サンプルx(n), (n=0, ..., L-1)を、これとその前後の各T点のサンプルの計2T+1=mサンプルに対し係数h_nを畳み込む処理、つまり次式の演算を実現して、出力y(n)を得ている。

$$y(n) = \sum_{i=-T}^T h_{n-i} x(i) \quad (1)$$

従って現フレームの先頭の出力量サンプルy(0)は一つ前のフレームのx(-T)からx(-1)までのT個のサンプルに依存している。同様に現フレームの最後の出力量サンプルy(L-1)は次のフレームのx(L)からx(L+T-1)までのT個の値に依存している。なお、図2A中の乗算部をフィルタのタップと称し、また乗算部22₁~22_mの数mをタップ数という。

図1に示したような符号化復号化システムで、前後のフレームのサンプルもわかっている場合がほとんどであるが、伝送路におけるパケット消失やランダムアクセス（音声、画像信号の途中からの再生）のために、フレーム内で情報が完結することが要求されることがある。この場合前後のサンプルの不明な値はすべて0と仮定することもできるが、連続性や効率が低下する。

また図1中の符号化器10の予測誤差生成部51は自己回帰型線形予測では例

- 例えば図3Aに示すように入力されたサンプル列 $x(n)$ (この例では誤差算出部17からの誤差信号)が、そのサンプル間隔を遅延量とする遅延部Dの直列接続の一端に入力されると共に予測係数決定部53に入力され、予測係数決定部53は過去の複数の入力サンプルと出力予測誤差 $y(n)$ とからその予測誤差エネルギーが最小になるように、線形予測係数の組 $\{\alpha_1, \dots, \alpha_p\}$ がサンプルごとに決定され、これら予測係数 $\alpha_1, \dots, \alpha_p$ が、遅延部Dの各対応する出力に対し、乗算部24₁ ~ 24_p でそれぞれ乗算され、これら乗算結果が加算部25で加算されて予測値が生成され、この例では整数化部56で整数値とされ、この整数値の予測信号が入力されたサンプルから減算部57で減算されて、予測誤差信号 $y(n)$ が得られる。
- 10 このような自己回帰型予測処理では図3Bに示すようにLサンプルからなるフレーム内の各サンプル $x(n)$, ($n=0, \dots, L-1$)の前の p 点のサンプルに対し予測係数 α_i を畳み込んで予測値を求め、その予測値をサンプル $x(n)$ から減算して、つまり次式の演算を実行して予測誤差信号 $y(n)$ を得ている。

$$y(n) = x(n) - \left[\sum_{i=1}^p \alpha_i x(n-i) \right] \quad (2)$$

- 15 ただし、[*]は値*の整数化を表し、例えば端数切捨てを行う。従って、現フレームの先頭の予測誤差信号 $y(0)$ は一つ前のフレームの $x(-p) \sim x(-1)$ までの p 個の入力サンプルに依存している。なお、歪を許す符号化では整数化は不要である。また、演算途中で整数化を行ってもよい。

- 図1中の復号化器30の予測合成部63は自己回帰型予測合成では例えば図4Aに示すように、入力されたサンプル列 $y(n)$ (この例では非圧縮符号化部35で再生された予測誤差信号)は加算部65に入力され、後で理解されるように加算部65から予測合成信号 $x(n)$ が出力され、この予測合成信号 $x(n)$ はそのサンプル列のサンプル周期を遅延量とする遅延部Dの直列接続の一端に入力されると共に予測係数決定部66に入力される。予測係数決定部66は予測信号 $x'(n)$ と予測合成信号 $x(n)$ との誤差エネルギーが最小になるように予測係数 $\alpha_1, \dots, \alpha_p$ を決定し、各遅延部Dの出力に対応する $\alpha_1, \dots, \alpha_p$ が乗算部26₁ ~ 26_p で乗算され、これら乗算結果が加算部27で加算されて予測信号が生成される。この予測信号は整数化部67で整数値とされ、整数値の予測信号 $x(n)$ が加算部65で入力され
- 25

た予測誤差信号 $y(n)$ に加算されて、予測合成信号 $x(n)$ が出力される。

このような自己回帰型予測合成処理では図 4 B に示すように L サンプルからなるフレーム内の各入力サンプル $y(n)$, ($n=0, \dots, L-1$) について、その前の p 点の予測合成サンプルに対し予測係数 α_i を畳み込んで求めた予測値を加算して、つまり次式 (3) の演算を実行して予測合成信号 $x(n)$ を得ている。

$$x(n) = y(n) + \left[\sum_{i=1}^p \alpha_i x(n-i) \right] \quad (3)$$

従って、現フレームの先頭の予測合成サンプル $x(0)$ は一つ前のフレームの $x(-p)$ から $x(-1)$ までの p 個の予測合成サンプルに依存している。

このように自己回帰型の予測処理や予測合成処理では前フレームの入力サンプルや前フレームの予測合成サンプルを必要とするため、例えば図 1 に示したような符号化復号化システムで、パケット消失やランダムアクセスのために、フレーム内で情報が完結することが要求される場合、前のサンプルの不明な値をすべて 0 と仮定することもできるが、連続性や予測効率が低下する。

従来において有音区間のみ、音声信号をパケット送信し、無音区間ではパケット送信を行わず、受信側では無音区間に擬似背景雑音を挿入する音声パケット伝送システムにおいて、有音区間と無音区間のレベルの不連続性を補正して会話の始まりや終わりに違和感が生じないようにする技術が日本国特許出願公開 2000-307654 号で提案されている。この手法は受信側で有音区間の復号された音声フレームと擬似背景雑音フレームとの間に補間フレームを挿入し、その補間フレームとしてハイブリッド符号化方式の場合、フィルタ係数、雑音符号帳インデックスは有音区間のものを用い、ゲイン係数は背景雑音ゲインの中間値を取るものである。

上記出願公開 2000-307654 号に示すものは有音区間のみ送信し、その有音区間の始めおよび終りは、それぞれもともと前フレームおよび後フレームが存在しない状態で処理されたものである。

フレームごとの処理において、現フレームの前のサンプルや現フレームの後のサンプルを用いて現フレームを処理することにより連続性、品質や効率を高める処理方式を使用する場合に、受信側（復号側）で前フレームや後のフレームが得

6

られない状態でも連続性、品質、効率の低下を抑えるようにし、あるいは1フレームだけでも、他のフレームから独立に処理しても前フレームや後のフレームが存在している場合と同程度に近い連続性、品質、効率を得られるようにすることが望まれる。このような信号処理はフレームごとにデジタル信号を符号化して

5 伝送あるいは記憶を行う場合の符号化処理の一部の処理、また伝送受信された符号や記憶装置から読み出した符号の復号化処理の一部の処理に用いられる場合に限らず、一般にデジタル信号のフレーム単位の処理で前のフレームや後のフレームのサンプルも利用することにより、品質や効率を向上させるようにした処理にこの発明は適用できるものである。

- 10 つまりこの発明の目的はデジタル信号をフレーム単位で行う処理を、そのフレームのサンプルのみを用いて、前の又は／及び後のフレームのサンプルも用いた場合と同程度の性能（連続性、品質、効率など）を得ることを可能とするデジタル信号処理方法、処理器及びそのプログラムを提供することにある。

15 発明の開示

請求項1の発明によるデジタル信号をフレーム単位で処理する方法は、

(a) フレームの先頭サンプルの近傍及び／又は上記フレームの末尾のサンプルの近傍に、上記フレーム内の一部の連続するサンプル列に基づいて変形を与えたサンプル列を形成するステップと、

- 20 (b) 上記変形を与えられたサンプル列を跨って上記フレームの一連のサンプル列の処理を行うステップ、
とを含む。

請求項2の発明によるデジタル信号処理方法は、請求項1の方法において、上記ステップ(a)が、上記フレームの先頭サンプルの前及び／又は上記フレームの

25 末尾サンプルの後に上記一連のサンプル列を用いて形成した代用サンプル列を配置することにより、上記先頭サンプル及び／又は末尾サンプルの近傍に上記変形を与えたサンプル列を形成するステップを含む。

請求項3の発明によるデジタル信号処理方法は、請求項2の方法において、上記ステップ(a)が上記一部の連続するサンプル列をその順番を逆にして上記代

用サンプル列とするステップを含む。

- 請求項4の発明によるデジタル信号処理方法は、請求項1、2又は3のいずれかの方法において、上記ステップ(a)が上記フレーム内の、先頭サンプルを含む部分サンプル列及び／又は末尾サンプルを含む部分サンプル列を上記フレーム内の上記一部の連続するサンプル列との演算により変形し、上記変形を与えたサンプル列を形成するステップを含む。

- 請求項5の発明によるデジタル信号処理方法は、請求項4のデジタル信号処理方法において、上記ステップ(a)が、上記フレームの先頭サンプルより前及び／又は上記末尾サンプルより後に予め決めた固定サンプル列を設けるステップを含む。

- 請求項8の発明によるデジタル信号処理方法は、請求項2又は3の方法において、上記一部の連続するサンプル列を上記代用サンプル列とする複数の方法のいずれか、及び／又は上記一部の連続するサンプル列の位置を示す補助情報を、上記フレームのデジタル信号に対する符号の一部とするステップを含む。

- 請求項9の発明によるデジタル信号処理方法は、請求項1の方法において、上記ステップ(a)が上記フレームの先頭のサンプル列、または末尾のサンプル列と類似するサンプル列を探索して上記一部の連続するサンプル列とするステップと、上記類似サンプル列に利得を乗算し、上記先頭サンプル列又は末尾サンプル列から減算することにより上記変形を与えたサンプル列を形成するステップを含む。

上記ステップ(b)は上記処理として上記フレームのデジタル信号の予測誤差を求めるステップと、

上記類似するサンプル列のフレーム内の位置と上記利得を示す補助情報を上記フレームの符号の一部とするステップとを含む。

- 請求項10の発明によるデジタル信号処理方法は、請求項1の方法において、上記ステップ(a)が、

(a-1) 符号より得られた予測誤差信号から自己回帰予測合成処理により上記フレームのサンプル系列を再生し、上記フレーム内の、上記符号の一部として与えられた補助情報により指定された位置の上記一部の連続するサンプル列を複製す

るステップと、

(a-2) その複製したサンプル系列に上記補助情報中の利得を乗算して上記フレームの先頭または末尾のサンプル列に加算することにより変形を与えるステップ、とを含む。

5 請求項 11 の発明によるデジタル信号処理方法は、デジタル信号をフレーム単位でフィルタ処理や予測処理するデジタル信号処理方法であって、

(a) フレームの先頭サンプルより前のサンプル、及び／又は上記フレームの末尾サンプルより後のサンプルを使用することなく、上記フレーム内で使用可能なサンプルのみに依存するタップ数や予測次数で上記デジタル信号の処理を行うス

10 テップを含む。

請求項 15 の発明によるデジタル信号処理方法は、請求項 14 の信号処理方法において、上記自己回帰型線形予測誤差生成処理に、パーコール係数を使用した演算処理を行う。

15 請求項 16 の発明によるデジタル信号処理方法は、原デジタル信号のフレーム単位での符号化に用いられ、前の又は／及び後のフレームのサンプルを利用して処理をするデジタル信号処理方法であって、

フレームの先頭のサンプル系列、または前のフレームの末尾のサンプル系列を、上記フレームに対する符号化とは別途に符号化し、その補助符号を当該フレームの符号の一部とするステップを含む。

20 請求項 19 の発明によるデジタル信号処理方法は、原デジタル信号に対する符号化符号をフレーム単位での復号に用いられ、前の又は／及び後のフレームのサンプルを利用して処理をする処理方法であって、

(a) 上記フレームの補助符号を復号してフレームの先頭のサンプル系列または前のフレームの末尾のサンプル系列を求めるステップと、

25 (b) 上記先頭または末尾のサンプル系列を前フレームの末尾の復号サンプル系列として上記フレームについて処理するステップ、
とを含む。

請求項 22 の発明によるデジタル信号処理器は、デジタル信号をフレーム単位で処理する処理器であって、

9

フレーム内の一部の連続するサンプル列を使って上記フレームの先頭サンプル及び／又は末尾サンプルの近傍に変形されたサンプル列を形成する手段と、
上記変形されたサンプル列を跨って上記デジタル信号を処理する手段、
とを含む。

- 5 請求項 2 3 の発明によるデジタル信号処理器は、請求項 2 2 のデジタル信号処理器において、

上記変形されたサンプル列を形成する手段が、フレーム内の一部の連続するサンプル列を代用サンプルとして生成する手段と、上記代用サンプルを、当該フレームのデジタル信号の先頭サンプルの前および末尾サンプルの後の少くとも一方につなげる手段、とを含み、

- 10 上記処理する手段が上記代用サンプルがつなげられたデジタル信号を上記線形結合処理する手段を含む。

請求項 2 4 の発明によるデジタル信号処理器は、請求項 2 2 のデジタル信号処理器において、

- 15 上記変形されたサンプル列を形成する手段が、フレームの先頭サンプル系列または末尾サンプル系列と、当該フレーム内の類似する一部の連続サンプル系列を選択する手段と、上記選択した一部の連続サンプル系列に利得をかける手段と、

上記利得がかけられた連続サンプル系列を当該フレームの先頭サンプル系列または末尾サンプル系列手段から差し引く手段、とを含み、

- 20 上記処理する手段が、自己回帰型の予測により上記差し引かれたフレームのデジタル信号の予測誤差を生成する手段と、上記一部の連続サンプル系列のフレーム内の位置および上記利得を表わす補助情報を、当該フレームの符号の一部とする手段、とを含む。

- 25 請求項 2 5 の発明によるデジタル信号処理器は、請求項 2 2 のデジタル信号処理器において、

符号より得られた予測誤差信号を自己回帰合成フィルタで 1 フレームのサンプル系列を再生する手段と、上記フレームの符号の一部としての補助情報中の位置情報に基づき上記再生サンプル系列から一部の連続するサンプル列を取り出す手段と、上記取り出された連続するサンプル列に上記補助情報中の利得を乗算する

手段と、上記利得が乗算された連続するサンプル系列を上記再生サンプル系列の先頭または末尾の系列に加算することにより上記変形を与えられたサンプル列を形成する手段、とを含み、

上記処理する手段は、上記変形を与えられたサンプル列を跨ってデジタル信号
5 号に対し自己回帰型の予測合成処理を行う手段である。

この発明による上記デジタル信号処理方法の各ステップをコンピュータに実行させるためのプログラムもこの発明に含まれる。

この発明による上記デジタル信号処理方法をコンピュータで実行可能なプログラムを記録した読み取り可能な記録媒体もこの発明に含まれる。

10 請求項 1 及び 2 2 の発明によれば、変形を与えたサンプル列を跨って処理を行うことにより、フレーム先頭又は末尾でのサンプルの急激な変化による不連続性を緩和し、再生信号の品質を改善できる。

請求項 2 及び 2 3 の発明によれば、現フレームのサンプルのみを用いて代用サンプル列を付加することにより、前後フレームに跨ったデジタル処理と同等の
15 処理を可能にする。

請求項 3 の発明によれば、サンプル順を逆にして代用サンプル列とすることにより、フレーム先頭又は末尾での対称性を高め、連続性を高めることができる。

請求項 4 の発明によれば、フレーム内のサンプル列を信頼性の高いデータとして使って先頭サンプル列又は末尾サンプル列に対し演算により変形することが
20 できる。

請求項 5 の発明によれば、固定サンプル列を代用サンプル列として使用することにより処理を簡便化することができる。

請求項 8 の発明によれば、最適な代用サンプル列作成方法の選択し、及び／または使用サンプル列の位置情報を送ることにより、受信側でより歪の少ない再生
25 を可能にする。

請求項 9 及び 2 4 の発明によれば、先頭又は末尾サンプル列と類似のサンプル列を使って変形することにより、先端部又は末尾部を平坦化して連続性を高めることができる。

請求項 1 0 及び 2 5 の発明によれば、復号側において補助情報により指定され

た位置のサンプル列を使って指定された利得で先端サンプル列又は末尾サンプル列を変形して処理することにより、送信側の処理に対応した処理が可能となり、再生信号の品質を高めることができる。

請求項 11 の発明によれば、フレーム内の各サンプル位置で使用可能サンプル数に応じてタップ数又は予測次数を変えてデジタル処理することによりフレーム内での処理を可能とする。

請求項 15 の発明によれば、パーコール係数を使用することにより演算処理を軽減することができる。

請求項 16 の発明によれば、先頭サンプル列又は末尾サンプル列を別途補助情報として用意することにより、受信側でフレーム欠落があった際に、補助方法として得たサンプル列を代用サンプル列として直ちに使用することができる。

請求項 19 の発明によれば、補助情報として受けた先頭サンプル列又は前フレームの末尾サンプル列を直ちに代用サンプル列として使用することで、フレームにたいするランダムアクセスを容易にする。

15

図面の簡単な説明

図 1 はこの発明のデジタル処理器の実施例を適用可能な部分を含む符号化器及び復号化器の例を示す機能構成図。

図 2 A は前後のフレームにわたる処理を必要とするフィルタの機能構成例を示す図。

図 2 B は補間フィルタの処理例を示す図、C は処理が前後のフレームにまたがる説明のための図。

図 3 A は自己回帰型予測誤差生成部の機能構成例を示す図。

図 3 B はその処理を説明するための図。

図 4 A は自己回帰型予測合成部の機能構成例を示す図。

図 4 B はその処理を説明するための図。

図 5 A は第 1 実施形態の機能構成例を示す図。

図 5 B はその処理を説明するための図。

図 6 A は実施例 1 のデジタル処理器の機能構成例を示す図。

25

- 図6 Bはその処理を説明するための図。
- 図7は実施例1のデジタル処理方法の手順の例を示す図。
- 図8 Aは実施例2の処理における信号の各例を示す図。
- 図8 Bは図8 Aの変形例を示す図。
- 5 図9 Aは実施例3のデジタル処理器の機能構成例を示す図。
- 図9 Bはその類似度演算部の機能構成例を示す図。
- 図10は実施例3のデジタル処理方法の手順の例を示す流れ図。
- 図11は実施例4のデジタル処理器の機能構成例を示す図。
- 図12は実施例4の処理における各信号例を示す図。
- 10 図13は実施例4のデジタル処理方法の手順の例を示す流れ図。
- 図14は実施例5の機能構成例を示す図。
- 図15は実施例5の処理における各信号の例を示す図。
- 図16は実施例5のデジタル処理方法の手順の例を示す流れ図。
- 図17は実施例6の説明のための図。
- 15 図18は実施例6のデジタル処理方法の手順の例を示す流れ図。
- 図19は実施例6における予測係数の設定を示す表。
- 図20は実施例7の説明のための図。
- 図21 Aは実施例9の予測誤差信号生成処理を行うフィルタ構成を示す図。
- 図21 Bは図21 Aに対応した予測合成処理を行うフィルタ構成を示す図。
- 20 図22は実施例9における係数の設定を示す表。
- 図23はフィルタの他の構成例を示す図。
- 図24はフィルタの更に他の構成を示す図。
- 図25はフィルタの更に他の構成を示す図。
- 図26は遅延部を使用しないフィルタの構成を示す図。
- 25 図27は図26のフィルタの逆処理を行うフィルタの構成を示す図。
- 図28 Aは実施例10の説明のための図。
- 図28 Bは実施例10におけるフィルタ係数の設定を示す表。
- 図29は実施例10の処理手順を示す流れ図。
- 図30は実施例11の説明のための図。

- 図31は実施例11の処理を説明するための図。
図32は実施例11の処理手順を示す流れ図。
図33は実施例12の説明のための図。
図34は実施例12の処理を説明するための図。
5 図35は実施例12の処理手順を示す流れ図。
図36は実施例13の機能構成例を示す図。
図37は実施例13の説明のための図。
図38は実施例14の機能構成例を示す図。
図39は実施例14の説明のための図。
10 図40は送信信号フレーム構成の例を示す図。
図41Aは応用実施例1の符号化側処理部の説明のための図。
図41Bは図41Aに対応する復号化側処理部の説明のための図。
図42Aは応用実施例2の符号化側処理部の説明のための図。
図42Bは図42Aに対応する復号化側処理部の説明のための図。
15 図43はこの発明の他の実施例を説明するための図。
図44は図43に示す実施例の機能構成図。

発明を実施するための最良の形態

第1実施形態

- 20 この発明の第1実施形態は図5A、図5Bに示すように、例えばバッファ100などに格納されている1フレームのデジタル信号（サンプル列） S_{FC} 内の一部の連続するサンプル列 ΔS が、つまりバッファ100内のサンプル列 ΔS が消去されることなく代用サンプル列生成部110により読み出され、そのサンプル列 ΔS はそのまま、あるいは必要に応じて処理され、代用サンプル列 $A S$ として
25 生成され、この代用サンプル列 $A S$ はサンプル列接続部120により、バッファ100内の現フレーム $F C$ の先頭サンプルの前及び現フレーム $F C$ の末尾サンプルの後にそれぞれつなげられ、このつなげられたサンプル列 $P S (= A S + S_{FC} + A S$ 、以下処理サンプル列と呼ぶ)は代用サンプル列 $A S$ の先頭から、 $F I R$ フィルタのような線形結合処理部130に供給されて線形結合処理される。勿論、

代用サンプル列ASはバッファ100内の現フレームに予め直接つなげて一連の処理サンプル列を形成しておく必要はなく、現フレームFCにつなげる代用サンプル列ASとして、独立してバッファ100内に格納し、読み出し時にサンプル列AS、 S_{FC} 、ASの順に連続して読み出してFIRフィルタに供給してもよい。

- 5 図5B中に破線で示すようにフレームの末尾サンプルの後につなげる代用サンプル列ASとしては、現フレームデジタル信号 S_{FC} 内の部分サンプル ΔS とは列異なる部分の連続するサンプル列 $\Delta S'$ を用いて代用サンプル列AS'としてつなげてよい。線形結合処理部130の処理内容によっては代用サンプル列ASを、先頭サンプルの前にのみ、または末尾サンプルの後にのみつなげるだけでも
- 10 よい。

- 線形結合処理部130で前のフレームのサンプルや後続するフレームのサンプルを必要とするが、前、後のフレームのその必要とするサンプル列の代わりに現フレーム内の一部のサンプル列を複製し、これを代用サンプル列として用いることにより、前後フレームのサンプルを使用しないで現フレームのサンプル列 S_{FC}
- 15 のみで1フレーム分の処理されたデジタル信号(サンプル列) S_{OU} を得ることができる。この場合、代用サンプル列を現フレームのサンプル列 S_{FC} 中の部分サンプル列から生成しているため、単にフレーム前、後の代用サンプル列の部分を0として処理する場合より、連続性、品質、効率が向上する。

実施例1

- 20 第1実施形態を図2Aに示したFIRフィルタ処理に適用した実施例1を説明する。

- 図6A中のバッファ100には図6Bに示す現1フレーム分のデジタル信号(サンプル列) S_{FC} が格納されてある。このデジタル信号 S_{FC} の各サンプルを $x(n)$, ($n=0, \dots, L-1$)とする。代用サンプル列生成接続部140中の読出し部141
- 25 により、この現フレームFCの先頭より2番目のサンプル $x(1)$ から $x(T)$ までのT個のサンプルが一部の連続するサンプル列 ΔS としてバッファ100から読み出され、このT個のサンプル列 ΔS は逆順配列部142でその配列順が逆とされたサンプル列 $x(T), \dots, x(2), x(1)$ が代用サンプル列ASとして生成される。この代用サンプル列ASが、バッファ100内のデジタル信号 S_{FC} のフレームFCの先

頭サンプル $x(0)$ の前につなげるようにバッファ 100に書込み部 143により格納される。

また読出し部 141により末尾サンプル $x(L-1)$ より $T-1$ 個前のサンプル $x(L-T-1)$ から $x(L-1)$ の1つ前のサンプル $x(L-2)$ までの T 個が一部の連続サンプル列 $\Delta S'$ としてバッファ 100から読み出され、このサンプル列 ΔS は逆順配列部 142で配列順が逆とされ、 $x(L-2)$, $x(L-3)$, ..., $x(L-T-1)$ が代用サンプル列 $A S'$ として生成され、代用サンプル列 $A S'$ は書込み部 143によりバッファ 100内の現フレームの末尾サンプル $x(L-1)$ の後につながるように格納される。

その後、バッファ 100から読出し部 141により $n=-T$ から $n=L+T-1$ までの処理サンプル列 $x(-T)$, ..., $x(-1)$, $x(0)$, $x(1)$, ..., $x(L-2)$, $x(L-1)$, $x(L)$, ..., $x(L+T-1)$ が読み出されて F I R フィルタ 150へ供給される。そのフィルタ処理の結果 $y(0)$, ..., $y(L-1)$ が出力される。この例では代用サンプル列 $A S$ は先頭サンプル $x(0)$ に対し、フレーム $F C$ 内のサンプルが対称に配され、同様に代用サンプル列 $A S'$ は末尾サンプル $x(L-1)$ に対し、フレーム $F C$ 内のサンプルが対称に配され、これらの部分は先頭サンプル $x(0)$ 、末尾サンプル $x(L-1)$ をそれぞれ中心として波形が対称になるため、その前後の周波数特性が類似し、よって $A S$, $A S'$ を0とする場合より、周波数特性の乱れが少なく、それだけ前後にフレームが存在している場合に対する誤差が少ないフィルタ処理出力 $y(0)$, ..., $y(L-1)$ が得られる。

なお、図 6 A 中に破線で示す窓掛け部 144により、例えば先頭サンプル $x(0)$ より先方になる程、重みが小さくなる窓関数 $\omega(n)$ を代用サンプル $A S$ に掛け算してなませたものを用い、同様に末尾サンプル $x(L-1)$ より後の方になる程、重みが小さくなる窓関数 $\omega(n)'$ を代用サンプル $A S'$ に掛算してなませたものを用いてもよい。

なお代用サンプル $A S'$ については窓関数を逆順配列する前のサンプル列 $\Delta S'$ に対して行えば窓関数として $\omega(n)$ を用いることができる。

図 6 A の構成は、バッファ 100内の現フレームに対し、代用サンプル列 $A S$, $A S'$ を付加した処理サンプル列 $P S$ をバッファ 100内に生成し、生成された処理サンプル列 $P S$ をその先頭から順次読み出して F I R フィルタ 150に供給する場合を示した。しかしながら、前述の説明から明らかなように、要は現フレ

ーム内の部分サンプル列から生成した代用サンプル列 AS , AS' と現フレームサンプル列 S_{FC} を、 AS , S_{FC} , AS' の順に順次連続して FIR フィルタ処理すればよいのであるから、バッファ 100 内に代用サンプル列 AS , AS' を付加した処理サンプル列 PS を生成しないでも、部分サンプル列 ΔS 、現フレームサンプル列 S_{FC} 、部分サンプル列 $\Delta S'$ の順に現フレーム FC からサンプルを 1 つずつ取り出して、 FIR フィルタ 150 へ供給してもよい。

即ち例えば図 7 に示すように $n = -T$ を初期設定し (S1), $x(-n)$ をバッファ 100 から読み出し、そのまま、又は必要に応じて窓関数 $w(n)$ を掛けて $x(n)$ として FIR フィルタ 150 へ供給し (S2)、 $n = -1$ となったかを調べ (S3)、な
 10 っていないならば n を +1 してステップ S2 に戻る (S4)。 $n = -1$ であれば、 n を +1 して (S5)、 $x(n)$ をバッファ 100 から読み出し、これを FIR フィルタ 150 へ供給し (S6)、 $n = L-1$ になったかを調べ、なっていないならばステップ S5 に戻り (S7)、 $n = L-1$ であれば n を +1 し (S8)、 $x(2L-n-2)$ をバッファ 100 から読み出し、そのまま、または必要に応じて窓関数 $w(n)'$ を掛けて $x(n)$ として
 15 FIR フィルタ 150 へ供給し (S9)、 $n = L+T-1$ になったかを調べ、なっていないならばステップ S8 に戻り、 $n = L+T-1$ であれば終了する (S10)。

実施例 2

第 1 実施形態を図 2 A に適用した実施例 2 を説明する。これは現フレーム FC 内の一部の連続するサンプル列 ΔS を用いて、フレーム FC の先頭サンプル $x(0)$ の前と末尾サンプル $x(L-1)$ の後にそれぞれつなげる。
 20

即ち図 6 A のバッファ 100 から図 8 A に示すようにフレーム FC 内の一部の連続するサンプル列 $x(\tau), \dots, x(\tau+T-1)$ を読み出し、このサンプル列 ΔS を代用サンプル列 AS として先頭サンプル $x(0)$ の前につながるようにバッファ 100 に格納し、またサンプル列 ΔS を代用サンプル列 AS' として末尾サンプル $x(L-1)$ の後につながるようにバッファ 100 に格納する。つまり図 6 A の代用サンプル列生成
 25 接続部 140 では読出し部 141 の出力が破線で示すように書込み部 143 へ直ちに供給される。この方法は部分サンプル列 ΔS の複製を $\tau+T+1$ だけ前方にシフトして代用サンプル列 AS とし、 ΔS の複製を後方へ $L-\tau$ だけシフトして代用サンプル AS' としていると云える。この場合も窓掛け部 144 を利用して代用サン

プル列 AS には窓関数 $\omega(n)$ を、代用サンプル列 AS' には窓関数 $\omega(n)'$ を掛算して用いてもよい。代用サンプル列 AS 、 AS' がつなげられたフレーム FC のサンプル列 S_{FC} は代用サンプル列 AS の先頭から FIR フィルタ 150 へ読み出し供給されて、フィルタ処理結果 $y(0), \dots, y(L-1)$ を得る。

- 5 図 8 B に示すように、図 8 A に示したと同様にして代用サンプル列 AS を先頭サンプル $x(0)$ の前につなげた後、フレーム FC 内の $x(\tau_1), \dots, x(\tau_1+T-1)$ とは異なる部分の一部の連続するサンプル列 $x(\tau_2), \dots, x(\tau_2+T-1)$ をサンプル列 $\Delta S'$ として取り出し、これを代用サンプル列 AS' として末尾サンプル $x(L-1)$ の後につなげてよい。この場合も代用サンプル列 AS' に窓関数 $\omega(n)'$ を掛けたものを用いてもよい。
- 10 この実施例 2 の場合もバッファ 100 から 1 サンプルずつ取り出して FIR フィルタ 150 へ供給することもできる。例えば図 7 のステップ $S2$ において括弧書きで示すように、 $x(n)$ として図 8 A の場合は $x(n+\tau)$ 、図 8 B の場合は $x(n+\tau_1)$ を使用し、ステップ $S9$ において $x(n)$ として括弧書きで示すように図 8 A の場合は $x(n+\tau_1)$ を、図 8 B の場合は $x(n+\tau_2)$ を使用すればよい。
- 15 このように実施例 1、2 では 1 つのフレームのサンプル列 S_{FC} のみを用いて、その前、後のフレームの一部のサンプルを必要とするデジタル処理を行うことができ、連続性、品質、効率が向上する。

実施例 3

- 第 1 実施形態の実施例 3 は、予め決めた各種の代用サンプル列の生成方法、あるいは実施例 2 の場合に部分サンプル列 ΔS (又は ΔS 、 $\Delta S'$) の取り出し位置を変更して最も好ましい代用サンプルを生成する方法のいずれかを表す補助情報、または / およびサンプル列 ΔS の取り出し位置を示す補助情報を出力する。この実施例は例えば図 1 に示した符号化復号化システムに適用されるものである。位置の選択方法については後述する。

- 25 代用サンプル列の生成方法としては例えば次のものが考えられる。

1. 実施例 2 の図 8 A で τ を変化、窓関数なし
2. 実施例 2 の図 8 A で τ を変化、窓関数なし、逆順配列
3. 実施例 2 の図 8 A で τ を変化、窓関数あり
4. 実施例 2 の図 8 A で τ を変化、窓関数あり、逆順配列

5. 実施例2の図8Bで τ_1 , τ_2 を変化、窓関数なし
6. 実施例2の図8Bで τ_1 , τ_2 を変化、窓関数なし、逆順配列
7. 実施例2の図8Bで τ_1 , τ_2 を変化、窓関数あり
8. 実施例2の図8Bで τ_1 , τ_2 を変化、窓関数あり、逆順配列
- 5 9. 実施例1で窓関数なし
10. 実施例1で窓関数あり
11. 実施例2の図8Aで τ 固定、窓関数なし
12. 実施例2の図8Aで τ 固定、窓関数なし、逆順配列
13. 実施例2の図8Aで τ 固定、窓関数あり
- 10 14. 実施例2の図8Aで τ 固定、窓関数あり、逆順配列
15. 実施例2の図8Bで τ_1 , τ_2 固定、窓関数なし
16. 実施例2の図8Bで τ_1 , τ_2 固定、窓関数なし、逆順配列
17. 実施例2の図8Bで τ_1 , τ_2 固定、窓関数あり
18. 実施例2の図8Bで τ_1 , τ_2 固定、窓関数あり、逆順配列
- 15 この方法9および10はそれぞれ方法6および8に含まれるから、方法9、10と方法6、8は同時に選択対象とすることはない。また一般に方法11~14よりも方法1~4の方が良い代用パルス列を求めることができるから、これらを同時に選択対象とすることはない。同様に方法5~8と方法15~18を同時に選択対象とすることはない。従って例えば方法1~8の1乃至複数を選択対象とし、あるいは方法1~4の1乃至複数と、9および10の何れかを選択対象とするなど、複数種類の方法を方法1, ..., Mとして予め決めておく。方法1~8のいずれかの1つのみを選択対象とする場合もある。
- 20

これら予め決めた生成方法を図9A中の生成法記憶部160に格納しておき、選択制御部170の制御により、生成法記憶部160から代用サンプル列生成方法の1つが読み出されて代用サンプル生成部110に設定され、代用サンプル生成部110が動作を開始して、その設定された生成方法に従って、バッファ100から現フレームFC内の一部の連続するサンプル列 ΔS を取り出し、代用サンプル列(候補)を生成し、その候補代用サンプル列を選択制御部170へ供給する。

- 選択制御部 170 は現フレーム FC 中の候補代用サンプル列と対応する前フレーム FB 中のサンプル列又は次フレーム FF 中のサンプル列との類似度を類似度演算部 171 で演算する。類似度演算部 171 では例えば図 9B に示すように、前フレーム FB 中の現フレーム FC のサンプルとまたがって、FIR フィルタ処理 (例えば図 1 におけるアップサンプリング部 16 内で実行される FIR 処理) に使用する末尾サンプル列 $x(-T), \dots, x(-1)$ をバッファ 100 から予めレジスタ 172 に格納しておき、また次フレーム FF 中の現フレーム FC のサンプルとまたがって FIR フィルタ処理に使用する先頭サンプル列 $x(L), \dots, x(L+T-1)$ をバッファ 100 から予めレジスタ 173 に格納しておく。
- 10 入力された候補代用サンプルが前フレームのサンプル列に対するもの AS であればレジスタ 174 に格納し、このサンプル列 AS とレジスタ 172 内のサンプル列 $x(-T), \dots, x(-1)$ との自乗誤差を歪演算部 175 で演算する。入力された候補代用サンプルが次フレームのサンプル列に対するもの AS' であればレジスタ 176 に格納し、このサンプル列 AS' とレジスタ 173 内のサンプル列 $x(L), \dots,$
- 15 $x(L+T-1)$ との自乗誤差を歪演算部 175 で演算する。
- 演算した自乗誤差 (又は重み付け自乗誤差) が小さい程、候補代用サンプル列の歪が小さく、つまり対応前フレームの末尾サンプル列又は次フレームの先頭サンプル列との類似度が高いと云える。類似度の判断は両サンプル列からなるベクトルの内積 (又は余弦が) を求め、この値が大きい程、類似度が高いとしてもよい。方法 1~8 のいずれの場合も、位置 τ_1, τ_2 を例えば $\tau=0, \dots, L-1$ とと変化されて類似度が最大となる位置のサンプル列がその方法による類似度最大の候補代用サンプル列となる。方法 1~8 のうち複数を使用する方法として選択している場合は、それら選択した方法によるそれぞれの類似度が最大となる候補代用サンプル列のうち、最大の類似度の候補代用サンプル列を選択する。
- 25 このようにして各種方法で求めた代用サンプル列中の類似度が最も高い代用サンプル列 AS, AS' を現フレーム FC のサンプル列 S_{FC} の前、後につなげて FIR フィルタ 150 へ供給する。またその採用した代用サンプル列 AS, AS' の生成に用いる方法を示す情報 AI_{AS} 、方法 1~8 の場合は取り出したサンプル列 ΔS (またはこれと $\Delta S'$) の位置 τ (または τ_1 と τ_2) を示す情報 AI_P よりなる補助情

報 AI、方法 1～8 の何れか 1 つのみを用いる場合は情報 AI_Pのみを補助情報生成部 180 で生成し、必要に応じて補助情報 AI を補助情報符号化部 190 で補助符号 C_{AI} に符号化する。例えば図 1 に示した符号化器 10 において生成した当該フレーム FC の符号の一部に補助情報 AI 又は補助符号 C_{AI} を加わえて、伝送又は記録を行う。

なお実施例 1 や実施例 2 で τ (又は τ_1, τ_2) が固定の場合は、予め復号側でこれらのことを知らせておけば補助情報を出力する必要はない。

図 9 A に示した処理方法の処理手順を図 10 を参照して説明する。

まず生成方法を指定するパラメータ m を 1 に初期化し (S1)、その方法 m を記憶部 160 から読み出して代用サンプル列生成部 110 に設定して (S2)、代用サンプル列 (候補) AS, AS' を生成する (S3)。これら代用サンプル列 AS, AS' の前フレームサンプル列、次フレームサンプル列との類似度 E_m を求め (S4)、その類似度 E_m がそれまでの最大の類似度 E_M より高いかを調べ (S5)、高ければその E_m に E_M を更新し (S6)、またメモリ 177 (図 9 A) に保存してある代用サンプル列 AS (又はこれと AS') をその代用サンプル列 (候補) で更新保存する (S7)。メモリ 177 にはそれまでの最大の類似度 E_M も保存されている。

ステップ S5 で E_m が E_M より大きくない場合、およびステップ S7 の後に $m = M$ となったかを調べ (S8)、なっていないならばステップ S9 で m を +1 してステップ S3 に戻り、次の方法による代用サンプル列の生成に移る。ステップ S8 で $m = M$ であれば、その時保存している代用サンプル列 AS (又は AS と AS') を現フレーム FC のサンプル列 S_{FC} の前、後につなげ (S10)、これを FIR フィルタ処理し (S11)、またその採用した代用サンプル列の生成方法を示す情報 AI_{AS} 又は / 及び位置情報 AI_P を示す補助情報 AI を生成する (S12)。

位置 τ 又は τ_1, τ_2 を変化させる方法 1～8 において、最も類似度が高い代用サンプル列の生成は図 10 に示すステップ S1～S9 と同様にして求めることができる。例えば方法 1～4 の場合は各 m について図 10 中に括弧書きで示すようにステップ S1 で $\tau = 0$ と初期設定し、ステップ S2 で m を設定し、ステップ S3 で代用サンプル列を生成し、ステップ S4 で類似度 E_τ を演算し、ステップ S5

で E_{τ_M} より大きいかを調べ、大きければステップ S 6 で E_{τ_M} を E_{τ} で更新し、かつステップ S 7 で代用サンプル列を更新保存し、ステップ S 8 で $\tau=L-T-1$ かを調べ、そうでなければステップ S 9 で τ を +1 してステップ S 3 に戻り、ステップ S 8 で $\tau=L-T+1$ であればステップ S 10 で $M=1$ の場合は保存してある代用サンプル列 $A S$ を採用し、 M が複数の場合はその時保存してある E_{τ_M} をその方法 m の類似度 E_m とする。

このようにして現フレーム $F C$ のサンプル列 S_{FC} 中から、最も好ましい代用サンプル列を生成し、その補助情報 $A I$ を当該フレーム $F C$ の符号の一部として出力するため、このフレームの符号を復号化する際に、その復号に必要なデジタル信号の処理で前（過去）、後（未来）のフレームのサンプルを必要とする場合（例えば図 1 中の復号器 30 のアップサンプリング部 34）復号途中で得られた当該フレーム $F C$ のサンプル列 S_{FC} （復号した）内から補助情報 $A I$ で指示された方法により一部の連続サンプル列を取り出して代用サンプル列 $A S$ 、 $A S'$ を生成し、これを復号したサンプル列 S_{FC} の前、後につなげて、当該デジタル信号処理を行うことにより、1 フレームの符号のみで 1 フレームのデジタル信号を復号（再生）することができ、しかも連続性、品質、効率の良いものとなる。

実施例 4

この実施例は例えばデジタル信号の符号化の一部に用いられ、フレーム内の先頭部分（先頭サンプル列）と類似するサンプル列を当該フレーム内から取り出し、この類似サンプル列に利得（利得 1 を含む）を掛けたものを先頭サンプル列から差し引いて、そのフレームのサンプル列を自己回帰型で予測誤差信号を生成することにより不連続による予測効率の低下を防ぐ。なお予測誤差が小さい程、予測効率が良いという。

実施例 4 は、例えば図 1 の符号化器 10 中の予測誤差生成部 51 に適用したものである。その機能構成例を図 11 に各処理経過におけるサンプル列の例を図 12 に、処理の流れの例を図 13 にそれぞれ示す。

処理対象の 1 フレーム $F C$ のデジタル信号（サンプル列） $S_{FC} = \{x(0), \dots, x(L-1)\}$ は例えば図 11 中のバッファ 100 に格納されており、類似サンプル列選択部 210 により、フレーム $F C$ 内の先頭サンプル列 $x(0), \dots, x(p-1)$ と類似するサ

サンプル列 $x(n+\tau), \dots, x(n+\tau+p-1)$ を、バッファ 100 内のそのフレーム FC のサンプル列 S_{FC} から読み出す (S1)。この類似サンプル列 $x(n+\tau), \dots, x(n+\tau+p-1)$ を図 12 に示すように類似サンプル列 $u(0), \dots, u(p-1)$ となるようにフレーム FC 内の先頭位置にずらし、この類似サンプル列 $u(n)$ に利得付与部 220 で利得 β ($0 < \beta \leq$

5 1) を掛け算して、サンプル列 $u(n)' = \beta u(n)$ とし (S2)、このサンプル列 $u(n)'$ を当該フレーム FC のサンプル列 $x(0), \dots, x(L-1)$ より減算部 230 で減算し、その結果を図 12 に示すようにサンプル列 $v(0), \dots, v(L-1)$ とする (S3)。つまり

$$n=0, \dots, p-1 \text{ で } v(n) = x(n) - u(n)'$$

$$n=p, \dots, L-1 \text{ で } v(n) = x(n)$$

10 とする。 $x(n+\tau), \dots, x(n+\tau+p-1)$ に利得 β を掛け算した後、このサンプル列をフレーム内の先頭位置にずらしてサンプル列 $u(n)'$ としてもよい。

p 個 (予測次数個) の代用サンプル列 $v(-p), \dots, v(-1)$ を先頭サンプル $v(0)$ の前に、代用サンプル列付加部 240 で図 12 に示すようにつなげる (S4)。代用サンプル列 $v(-p), \dots, v(-1)$ としては $0, \dots, 0$ や、固定値 d, \dots, d 、あるいは第 1 実施形態

15 で求めた代用サンプル列 AS と同様な手法で求めた p 個のサンプル列でもよい。

代用サンプルをつなげたサンプル列 $v(-p), \dots, v(L-1)$ を予測誤差生成部 5 へ入力して、自己回帰型予測により予測誤差信号 $y(0), \dots, y(L-1)$ を生成する (S5)。

類似サンプル列 $x(n+\tau), \dots, x(n+\tau+p-1)$ の決定、利得 β の決定は、例えば予測誤差信号 $y(0), \dots, y(L-1)$ のパワーが最小となるように τ と β を決定する。この誤差のパ

20 ワーの計算は、 $v(p)$ 以後の p 個のサンプルを予測値の演算に用いる状態になった後はこの予測誤差パワーは $x(n+\tau), \dots, x(n+\tau+p-1)$ をどの部分から選択したかに関係しないから、 τ, β の決定には誤差パワーは予測誤差信号 $y(2p)$ までのものを用い

ればよい。またその決定方法は、図 10 を参照して説明した代用サンプル列 AS の決定方法と同様に、この場合は τ を変化させながらその都度誤差パワーを誤差

25 パワー計算部 250 (図 11) で計算し、それまでの誤差パワーの最小値 p_{EM} より小さい時は誤差パワーを最小値 p_{EM} としてメモリ 260 に保存更新し、かつその時の類似サンプル列をメモリ 260 に更新保存する。更に、 $\tau \leftarrow \tau + 1$ と次の τ に変えて誤差パワーを求め、誤差パワーが小さくなければその時の類似サンプル列をメモリ 260 に更新保存することを行い、 τ を 1 から $L-1-p$ まで変化させるこ

とを終了した時に保存している類似サンプル列を採用する。次に、この類似サンプル列に対し β を変化させ、その都度、誤差パワーを計算し、誤差パワー最小の時の β を採用する。このような τ , β の決定は選択決定制御部 260 (図 11) による制御のもとに行う。

- 5 このようにして決定された τ , β を用いて生成したサンプル列 $v(-p), \dots, v(L-1)$ に対する予測誤差信号を生成し、またその時用いた τ と β を表わす補助情報 A I を補助情報生成部 270 で生成し (S6)、更に必要に応じて補助情報 A I を補助情報符号化部 280 で符号 C_{AI} に符号化する。符号化器によるフレーム F C の入力デジタル信号に対する符号化符号の一部に補助情報 A I 又は符号 C_{AI} を加える。

- 10 上述において τ の値は、予測次数 p より大きい方がよく、類似サンプル列 $u(n)$ の長さ ΔU と τ との和 $\Delta U + \tau$ が $L-1$ 以下、つまり $x(\tau + \Delta U)$ が当該フレーム F C から外れない範囲で τ を決めればよい。類似サンプル列 $u(n)$ の長さ ΔU は τ 以下であればよく、予測次数 p に関係しない、 p 以下でも以上でもよいが $p/2$ 以上が好ましい。更に類似サンプル列 $u(n)$ の先頭位置をフレーム F C 内の先頭位置と必ずしも一致させなくてもよい、つまり $u(n)$ は例えば $n=3, \dots, 3+\Delta U$ としてもよい。類似サンプル列 $u(n)$ に掛ける利得 β はサンプルに依存した重みをつけてもよい、つまり $u(n)$ に予め決めた窓関数 $w(n)$ を掛けてもよく、この場合は補助情報は τ を表すものだけでよい。

20 実施例 5

- 実施例 4 と対応する予測合成処理方法の実施例を実施例 5 として説明する。この予測合成処理方法は、フレームごとのデジタル信号の符号化符号を、復号化する処理の一部、例えば図 1 中の復号化器 30 内の予測合成部 63 に用いられるものであり、特に途中のフレームから復号する場合でも連続性、品質がよい復号信号が得られる。この実施例 5 の機能構成例を図 14 に、処理経過中のサンプル列の例を図 15 に、処理手順の例を図 16 にそれぞれ示す。

自己回帰型予測により予測合成処理を行うべきデジタル信号 (予測誤差信号) の現フレーム F C のサンプル列 $y(0), \dots, y(L-1)$ が例えばバッファ 100 内に格納されており、読出書込部 310 によりサンプル列 $y(0), \dots, y(L-1)$ が読み出される。

一方代用サンプル列生成部 320 より予測次数 p と同じ長さ p の代用サンプル列 $AS = \{v(-p), \dots, v(-1)\}$ を生成する (S1)。代用サンプル列としては $0, \dots, 0$ 、固定値 d, \dots, d 、その他の予め決められたサンプル列などの決められたものが用いられる。この代用サンプル列 $v(-p), \dots, v(-1)$ をその先頭サンプル $v(-p)$ から順次予測合成部 63 に現フレーム FC の直前のフレームの予測誤差信号の末尾 p 個のサンプルの代用として供給し (S2)、引き続き、予測合成処理されるべきサンプル列 $y(0), \dots, y(L-1)$ をその先頭より順次、予測合成部 63 へ供給して予測合成処理を行い、予測合成信号 $v(n) (n=0, \dots, L-1)$ を生成する (S3)。この予測合成信号 $v(n)$ をバッファ 100 に一時格納する。

10 補助復号化部 330 により、現フレーム FC の符号の一部としての補助符号 C_{AI} を復号し、補助情報を求めこれより τ と β を得る (S4)。補助復号化部 320 には補助情報自体が入力される場合もある。サンプル列取得部 340 により τ を用いて、合成信号 (サンプル) 列 $v(n)$ から予め決められた数、この例では p 個の連続するサンプルよりなるサンプル列 $v(\tau), \dots, v(\tau+p)$ を複製し、つまり予測合成信号列 $v(n)$ をそのままとして $v(\tau), \dots, v(\tau+p)$ を取得し (S5)、このサンプル列をその先頭がフレーム FC の先頭位置になるようにシフトしてサンプル列 $u(n)$ とし、かつこれに補助情報よりの利得 β を利得付与部 350 で掛け算して補正サンプル列 $u(n)' = \beta u(n)$ を生成する (S6)。

この補正サンプル列 $u(n)'$ を予測合成サンプル (信号) 列 $v(n)$ に加算して正規の予測合成信号 $x(n) (n=0, \dots, L-1)$ として出力する (S7)。予測合成サンプル列 $x(n)$ は

$$n=0, \dots, p-1 \text{ で } x(n) = v(n) + u(n)'$$

$$n=p, \dots, L-1 \text{ で } x(n) = v(n)$$

である。処理部 300 の制御部 370 は上述したように各部に対し処理を実行させる制御を行う。

このようにして、フレーム FC のみからでも連続性、品質の優れた予測合成信号を得ることができる。この実施例 5 は実施例 4 と対応するものであるから、補正サンプル列 $u(n)'$ の長さ ΔU は p に限らず、つまり予測次数とは無関係のもので、予め決められたものであり、また補正サンプル列 $u(n)'$ の先頭サンプルの位置は合

成信号 $v(n)$ の先頭サンプル $v(0)$ と必ずしも一致させるものでなく、これも予め決められたものである。更に利得 β は補助情報に含まれることなく、予め決められた窓関数 $\omega(n)$ によりサンプル $u(n)$ ごとに重み付けする場合もある。

5 第2実施形態

この発明の第2実施形態では当該フレームの先頭サンプル $x(0)$ より前（過去）のサンプル $x(1), x(2), \dots$ 、または当該フレームの末尾サンプル $x(L-1)$ より後（未来）のサンプル $x(L), x(L+1), \dots$ を使わず、使用可能なサンプル（当該フレーム内）のみに依存するフィルタタップ数や予測次数を用いて当該フレームのデジタル信号を処理する。

実施例6

第2実施形態を自己回帰予測を行う場合に適用した実施例6について説明する。まず図3Aに示した予測誤差を求める処理に対し、この実施例6を適用する場合を図17を参照して説明する。

- 15 予測係数推定部53はバッファ内の現フレームのサンプル $x(0), \dots, x(L-1)$ を使って予め1次の予測係数 $\{\alpha^{(1)}_1\}$ 、2次の予測係数 $\{\alpha^{(2)}_1, \alpha^{(2)}_2\}$ 、 \dots 、 p 次の予測係数 $\{\alpha^{(p)}_1, \dots, \alpha^{(p)}_p\}$ を計算しておく。

現フレームFCの先頭サンプル $x(0)$ はそのまま予測誤差信号 $y(0)$ として出力される。

- 20 次のサンプル $x(1)$ に対し、予測係数推定部53からの1次の予測係数 $\alpha^{(1)}_1$ を使って、これと $x(0)$ との積を演算部 M_1 で求めて予測値とし、この予測値を $x(1)$ から減算して予測誤差信号 $y(1)$ を求める。

- 25 次のサンプル $x(2)$ が入力されると、予測係数推定部53からの2次の予測係数 $\alpha^{(2)}_1, \alpha^{(2)}_2$ を使って、これらと $x(0), x(1)$ との畳み込み演算 $\alpha^{(2)}_1 x(1) + \alpha^{(2)}_2 x(0)$ を演算部 M_2 で行って予測値を求め、この予測値を $x(2)$ から減算して予測誤差信号 $y(2)$ を求める。

以下、サンプルが入力されるごとにそれまでの過去のサンプルを全て利用して予測次数を1つずつ増加させた予測係数を使って、この予測係数と過去のサンプルとの畳み込み演算を行って予測値を求め、その予測値をその時の入力サンプル

から差し引いて予測誤差信号を求める。

- つまり符号化側（送信側）においては、当該フレームF Cの前フレームF Bが存在するにもかかわらず、前フレームのサンプルは使用せず、現フレームF Cの最初(n=0)のサンプルx(0)に対しては線形予測を行わずそのままy(0)=x(0)として出力する。2番目のサンプルx(1)からp番目のサンプルx(p-1)まではサンプルx(0), ..., x(n) (n=1, ..., p-1) に対しn次の予測係数 $\alpha^{(n)}_1, \dots, \alpha^{(n)}_n$ を畳み込み演算して予測値x(n)'を求める。現フレームのp+1番目のサンプルx(p)以後p個のサンプルx(n-p), ..., x(n-1) (n=p+1, p+2, ..., L-1) に対しp次の予測係数 $\alpha^{(p)}_1, \dots, \alpha^{(p)}_p$ を使って畳み込み演算して予測値x(n)'を求める。つまり従来と同様の手法により予測値を求める。なお、ステップS 7のp次の予測係数 $\alpha^{(p)}_1, \dots, \alpha^{(p)}_p$ の計算を破線ブロックで示すステップS 0で行っておき、ステップS 4ではこのp次の予測係数からn次の予測係数を計算してもよい。あるいは、ステップS 0でp次の予測係数を計算する過程でそれぞれn次(n=1, ..., p-1)の予測係数を計算しておいてもよい。また、計算したp次の予測係数は符号化して補助情報として受信側に送信される。
- この処理手順の例を図18に示す。まずnを0に初期化し(S 1)、サンプルx(0)を予測誤差信号y(0)とし(S 2)、nを+1し(S 3)、過去のサンプルx(0), ..., x(n-1)より次数nの予測係数 $\alpha^{(n)}_1, \dots, \alpha^{(n)}_n$ を求め(S 4)、その予測係数を過去のサンプルx(0), ..., x(n-1)に畳み込み演算を行い、その結果を取り込んだ現サンプルx(n)から減算して予測誤差信号y(n)を求める(S 5)。つまり下記の演算を行う。

$$y(n) = x(n) - \sum_{i=1}^n \alpha_i^{(n)} x(n-i)$$

- nがpになったかを調べ(S 6)、なっていないければステップS 3に戻りpになっていれば、全サンプルx(0), ..., x(L-1)から次数pの予測係数 $\alpha^{(p)}_1, \dots, \alpha^{(p)}_p$ を求め(S 7)、この予測係数を直前のp個の過去のサンプルx(n-p), ..., x(n-1)に畳み込み演算して予測値を求め、これを現サンプルx(n)から減算して予測誤差信号y(n)を求める(S 8)。つまり式(2)を演算する。処理すべきサンプルが終了したかを調べ(S 9)、終了していなければnを+1してステップS 8に戻り(S 10)、終了していれば処理を終りにする。

図19は図3Aにおいて実施例6を適用する場合に、使用する現フレームの各サンプル番号 $n=0, \dots, L-1$ に対し生成する予測係数 $\alpha^{(n)}_1, \dots, \alpha^{(n)}_p$ を表で示す。現フレームの先頭サンプル番号 $n=0$ のサンプル $x(0)$ に対して予測は行わない。次のサンプル番号 $n=1$ から $n=p-1$ までの各サンプル $x(n)$ に対し、 n 次の予測係数 $\alpha^{(n)}_1, \dots, \alpha^{(n)}_n$ を設定し、残り $(p-n)$ 個の係数を $\alpha^{(n)}_{n+2} = \alpha^{(n)}_{n+3} = \dots = \alpha^{(n)}_p = 0$ に設定する。 $n=p, \dots, L-1$ の各サンプル $x(n)$ に対しては、 p 次の予測係数 $\alpha^{(p)}_1, \dots, \alpha^{(p)}_p$ を計算し、設定する。

p 次の線形予測を行うためには、過去 p 個のサンプルを必要とするため、フレームの先頭のサンプル $x(0), \dots, x(p-1)$ については、予測処理のために前フレームの後端サンプルを必要とするが、この実施例6のように、サンプル番号 $n=0$ から $n=p-1$ までは予測次数を 0 から $p-1$ に順次増加させ、サンプル番号 $n=p$ 以降は p 次の予測を行うことにより（従って、前フレームのサンプルを使用しないで予測処理を行っても）、前フレームと現フレームの予測信号の不連続性を低減することができる。

15 実施例7

図17と対応する予測合成処理（図4Aに実施例4を適用）の実施例7を図20に示す。予測係数復号部66は受信した補助情報から p 次の予測係数を復号し、更に p 次の予測係数から n 次の予測係数 ($n=1, \dots, p-1$) を計算する。現フレーム FC の予測誤差信号 $y(0), \dots, y(L-1)$ より、まず先頭の予測誤差信号 $y(0)$ が入力されると、これをそのまま予測合成信号 $x(0)$ とし、次の予測誤差信号 $y(1)$ が入力されると、予測係数復号部66から得た1次の予測係数 $\alpha^{(1)}_1$ と $y(0)$ から $\alpha^{(1)}_1 y(0)$ を演算部 M_1 で演算して予測値を求め、これと $y(1)$ を加算して合成信号 $x(1)$ とする。

次の予測誤差信号 $y(2)$ が入力されると、予測係数復号部66からの2次の予測係数 $\alpha^{(2)}_1, \alpha^{(2)}_2$ を $y(0), y(1)$ に演算部 M_2 で畳み込み演算を行って予測値を求め、この予測値と $y(2)$ を加算して合成信号 $x(2)$ を求める。以下同様に $n=p$ になるまでは $y(n)$ が入力されると、 n 次の予測係数 $\alpha^{(n)}_1, \dots, \alpha^{(n)}_n$ を $y(0), \dots, y(n-1)$ に畳み込み演算

$$\sum_{i=1}^n \alpha_i^{(n)} y(n-i)$$

を行って予測値を求め、この予測値を $y(n)$ と加算して予測合成信号 $x(n)$ を生成する。 $n=p$ 以後は従来と同様に、つまり直前の n 個の予測誤差信号 $y(n-p), \dots, y(n-1)$ に対し p 次の予測係数を式(3)により畳み込み演算し、 $y(n)$ と加算して予測合成信号 $x(n)$ を求める。この予測合成においても、予測係数は現フレームのサンプル $y(n)$, $n=0, \dots, L-1$, の入力に対し図 19 の表で示した予測係数を設定することにより、前後フレームに跨らず、現フレーム内での予測合成を行うことができる。この予測合成においても、予測係数は現フレームのサンプル $y(n)$, $n=0, \dots, L-1$ の入力に対し、図 19 で示したと同様に予測係数を設定することにより、前フレームと跨らずに現フレーム内での予測合成処理を行っても、フレーム間で予測合成信号の不連続性が低減できる。

実施例 8

線形予測係数は次数 q の i 番目の係数 $\alpha^{(q)}_i$ は次数 q の値に応じて異なる値となる。従って上述の実施例 7 においては、前述のように例えば図 3 A において、サンプル $x(1)$ が入力された時は、予測係数 α_1 として 1 次の予測係数 $\alpha^{(1)}_1$ を使い、サンプル $x(2)$ が入力された時は、予測係数 α_1, α_2 として 2 次の予測係数 $\alpha^{(2)}_1, \alpha^{(2)}_2$ を用い（他の α は 0）、 $x(3)$ が入力された時は予測係数 $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$ として 3 次の予測係数 $\alpha^{(3)}_1, \alpha^{(3)}_2, \alpha^{(3)}_3$ を用い（他の α は 0）、というように、各乗算部 $24_1, \dots, 24_p$ における過去のサンプルに対し乗算する予測係数値を、サンプル $x(n)$ の入力ごとに変更する必要がある。

一方パーコール (PARCOR) 係数は次数 q の値が異なっても i 番目の係数は同一である。つまりパーコール係数 k_1, k_2, \dots, k_p は次数に依存しない係数である。パーコール係数と線形予測係数は相互に可逆変換可能なことはよく知られている。従って入力サンプルからパーコール係数 k_1, k_2, \dots, k_p を求め、その係数 k_1 から 1 次の予測係数 $\alpha^{(1)}_1$ を求め、係数 k_1, k_2 から 2 次の予測係数 $\alpha^{(2)}_1, \alpha^{(2)}_2$ を求め、以下同様に係数 k_1, \dots, k_{p-1} から $(p-1)$ 次の予測係数 $\alpha^{(p-1)}_1, \dots, \alpha^{(p-1)}_{p-1}$ を求めることができる。この計算は、以下のように表すことができる。

$$i=1 \text{ に対し、 } \alpha^{(1)}_1 = k_1$$

$$i=2, \dots, p \text{ に対し、 } \alpha^{(i)}_i = -k_1$$

$$\alpha^{(i)}_j = \alpha^{(i-1)}_j - k_1 \alpha^{(i-1)}_{i-j}, \quad j=1, \dots, i-1$$

この計算は上述の実施例 7 で説明したサンプル番号 $n=1, \dots, p-1$ に対し順次 $\{\alpha^{(1)}_1\}$, $\{\alpha^{(2)}_1, \alpha^{(2)}_2\}$, $\{\alpha^{(3)}_1, \alpha^{(3)}_2, \alpha^{(3)}_3\}$, ..., $\{\alpha^{(p-1)}_1, \alpha^{(p-1)}_2, \dots, \alpha^{(p-1)}_{p-1}\}$ を線形予測により求めるより短時間で効率的に行うことができる。

そこで、実施例 8 では、図 3 A において線形予測係数 $\alpha_1, \dots, \alpha_p$ をパーコール
5 係数から予測係数決定部 5 3 により計算して用いる。

予測係数決定部 5 3 は現フレームの全サンプル $S_{FC} = \{x(0), \dots, x(L-1)\}$ から線形予測分析により p 次のパーコール係数 k_1, k_2, \dots, k_p を計算し、これらは別途符号化して補助情報 C_A として送信される。

入力サンプル $x(0)$ に対し予測係数決定部 5 3 はそのまま $y(0)$ として出力させる。
10 $x(1)$ が入力されると予測係数決定部 5 3 は k_1 から $\alpha^{(1)}_1$ を計算して乗算器に設定する。それにより 1 次の予測誤差 $y(1)=x(1)-[\alpha^{(1)}_1x(0)]$ が出力される。

$x(2)$ が入力されると予測係数決定部 5 3 は k_1 と k_2 とから 2 次の予測係数 $\alpha^{(2)}_1, \alpha^{(2)}_2$ を計算して乗算器に設定する。これにより 2 次の予測誤差 $y(2)=x(2)-[\alpha^{(2)}_1x(0)+\alpha^{(2)}_2x(1)]$ が出力される。

15 $x(3)$ が入力されると予測係数決定部 5 3 は k_1, k_2 と k_3 とから 3 次の予測係数 $\alpha^{(3)}_1, \alpha^{(3)}_2, \alpha^{(3)}_3$ を計算して乗算器に設定する。これにより 3 次の予測誤差 $y(3)=x(3)-[\alpha^{(3)}_1x(0)+\alpha^{(3)}_2x(1)+\alpha^{(3)}_3x(2)]$ が出力される。

同様にしてサンプル $x(p)$ までは順次予測次数を増加させ、それ以降は p 次の予測係数 $\alpha^{(p)}_1, \dots, \alpha^{(p)}_p$ を用いる。

20 実施例 9

上述の実施例 8 では図 1 の予測誤差生成部 5 1 として図 3 A に示した自己回帰型線形予測器を使用し、パーコール係数から線形予測係数を求めて設定する場合にこの発明を適用したが、図 2 1 A は例えば図 1 の予測誤差生成部 5 1 としてパーコールフィルタを用いた構成を示す。図 2 1 A に示すように、この発明を適用
25 する p 次のパーコールフィルタは、周知のように基本ラティス構造が p 段カスケード接続された構成となっている。 j 段目の基本ラティス構造は、遅延部 D と、その遅延出力にパーコール係数 k_j を乗算して前向き予測信号を生成する乗算器 24B $_j$ と、その前向き予測信号を前段からの入力信号から減算して前向き予測誤差信号を出力する減算器 25A $_j$ と、入力信号とパーコール係数 k_j を乗算して後ろ向き

予測信号を生成する乗算器 24Aj と、その後ろ向き予測信号を遅延出力から減算して後ろ向き予測誤差信号を出力する減算器 25Bj とから構成される。前向き及び後ろ向き予測誤差信号はそれぞれ次段に与えられる。最終段(第 p 段)の減算器 25Ap から p 次のパーコールフィルタによる予測誤差信号 $y(n)$ が出力される。係数決定部 201 は入力サンプル列 $x(n)$ からパーコール係数 k_1, \dots, k_p を計算し、乗算器 24A1, ..., 24Ap 及び 24B1, ..., 24Bp に設定する。これらパーコール係数は補助情報符号化部 202 で符号化され、補助符号 C_A として出力される。

図 22 は現フレームのサンプルのみに基づいて予測処理を実現するように図 21A の p 次のパーコールフィルタに設定する係数 k を表で示す。この表から明らかのように、サンプル番号 $n=0$ から $n=p$ までの各入力サンプル番号 n に対し、図 19 で示したと同様に、 n 個の係数 k_1, \dots, k_n を設定するとともに、残りの係数は $k_{n+1}=k_{n+2}=\dots=k_p=0$ に設定する。注目すべき点は、この範囲の各サンプル $x(n)$ に対し新たに計算しなければならない係数は k_n だけであり、係数 k_0, k_1, \dots, k_{n-1} はすでに計算された係数をそのまま使用できることである。

このようにパーコール係数 k を使う p 次のパーコールフィルタ処理の場合も、サンプル番号 $n=0$ から $n=p-1$ までは予測次数を 0 から $p-1$ に順次増加させ、サンプル番号 $n=p$ 以降は p 次の予測を行うことによって前フレームと現フレームの予測誤差信号の不連続性を低減することができる。

図 21B は図 21A の予測誤差生成処理に対応する予測合成処理をパーコールフィルタで実現する構成を示す。図 21A のフィルタと同様に、基本ラティス構造が p 段カスケード接続された構成となっている。j 段目の基本ラティスは遅延部 D と、遅延部 D からの出力に係数 k_j を乗算して予測信号を生成する乗算器 26Bj と、その予測信号に前段 (j+1) からの予測合成信号を加算して更新された予測合成信号を出力する加算器 27Aj と、その更新された予測合成信号に係数 k_j を乗算して予測値を得る乗算器 26Aj と、その予測値を遅延部 D の出力から減算して予測誤差を前段 (j+1) の遅延部 D に与える減算器 27Bj とから構成されている。補助情報復号化部 203 は入力された補助符号 C_A を復号してパーコール係数 k_1, \dots, k_p を得て、対応する乗算器 26A1, ..., 26Ap 及び 26B1, ..., 26Bp に与える。

初段 ($j=p$) の加算器 27Ap に予測誤差信号サンプル $y(n)$ を順次入力し、設定さ

れたパーコール係数 k_1, \dots, k_p を使って処理を行うことにより、最終段 ($j=1$) の加算器 27A1 の出力に予測合成信号サンプル $x(n)$ が得られる。パーコールフィルタを使った予測合成を行うこの実施例においても、パーコール係数 k_1, \dots, k_p として図 2 2 に示した係数を設定すればよい。

- 5 以下に図 2 1 A によるフィルタ処理を演算により実行する手順を説明する。
最初のサンプル $x(0)$ はそのまま予測誤差信号サンプル $y(0)$ として使う。

$$y(0) \leftarrow x(0)$$

2 番目のサンプル $x(1)$ が入力されると、1 次の予測のみで誤差信号 $y(1)$ を求める。

$$y(1) \leftarrow x(1) - k_1 x(0)$$

- 10 $x(0) \leftarrow x(0) - k_1 x(1)$

3 番目のサンプル $x(2)$ が入力されると、次の演算により予測誤差信号 $y(2)$ を求める。ただし、 $x(1)$ は次のステップで $y(3)$ を求めるのに用いる。

$$t_1 \leftarrow x(2) - k_1 x(1)$$

$$y(2) \leftarrow t_1 - k_2 x(0)$$

- 15 $x(0) \leftarrow x(0) - k_2 t_1$

$$x(1) \leftarrow x(1) - k_1 x(2)$$

4 番目のサンプル $x(3)$ が入力されると以下の演算により $y(3)$ を求める。ただし、 $x(1)$, $x(2)$ は次のステップで $y(4)$ を求めるのに用いる。

$$t_1 \leftarrow x(3) - k_1 x(2)$$

- 20 $t_2 \leftarrow t_1 - k_2 x(1)$

$$y(3) \leftarrow t_2 - k_3 x(0)$$

$$x(0) \leftarrow x(0) - k_3 t_2$$

$$x(1) \leftarrow x(1) - k_2 t_1$$

$$x(2) \leftarrow x(2) - k_1 x(3)$$

- 25 以下同様に続ける。このように現在のフレームのサンプルだけから、予測の処理が可能となる。また k パラメータはサンプル $x(n)$ が $p+1$ 個入力されるまでは、既に用いているものをそのまま使い、かつパラメータを新たに 1 つ求めて次数を 1 つ増加させればよく、 p 個の係数が決ると、次からはサンプルが入力されるごとに係数を 1 個ずつ更新すればよい。

同様に、図 2 1 B に示したパーコールフィルタによる予測合成処理を以下に示すように演算により実行することができる。この処理は、上述の符号化側における予測誤差生成処理と逆の処理である。

最初の合成サンプル $x(0)$ は入力予測誤差サンプル $y(0)$ をそのまま使う。

$$5 \quad x(0) \leftarrow y(0)$$

2 番目の予測合成サンプル $x(1)$ は 1 次の予測のみで合成する。

$$x(1) \leftarrow y(1) + k_1 x(0)$$

$$x(0) \leftarrow x(0) - k_1 x(1)$$

3 番目の予測合成サンプル $x(2)$ は以下の演算で求める。ただし、 $x(0)$ 、 $x(1)$ は次の

10 ステップで $x(3)$ を求めるために使い、出力しない。

$$t_1 \leftarrow y(2) + k_2 x(0)$$

$$x(2) \leftarrow t_1 + k_1 x(1)$$

$$x(0) \leftarrow x(0) - k_2 t_1$$

$$x(1) \leftarrow x(1) - k_1 x(2)$$

15 $x(3)$ は以下の演算で求める。ただし、 $x(0)$ 、 $x(1)$ 、 $x(2)$ は次のステップで $x(4)$ を求めるために使い、出力しない。

$$t_2 \leftarrow x(3) + k_3 x(0)$$

$$t_1 \leftarrow t_2 + k_2 x(1)$$

$$x(3) \leftarrow t_1 - k_1 x(2)$$

20 $x(0) \leftarrow x(0) - k_3 t_2$

$$x(1) \leftarrow x(1) - k_2 t_1$$

$$x(2) \leftarrow x(2) - k_1 x(3)$$

以下同様に続ける。

図 2 1 A、2 1 B では符号化側の線形予測処理を行うパーコールフィルタ及び
25 それと逆処理である復号側の予測合成処理を行うパーコールフィルタの構成例を示したが、これらと等価な処理を行う異なる構成のパーコールフィルタは多数考えられ、以下にそれらの例を示す。ただし、前述のように線形予測処理と予測合成処理は互いに逆処理であり、パーコールフィルタの構成も互いに対称な関係があるので、以下では復号側のパーコールフィルタについて例を示す。

図23のパーコールフィルタでは、信号の前向き経路と後ろ向き経路間での係数乗算器は設けず、前向き経路に係数乗算器が挿入されている。

図24のパーコールフィルタでは格段の前向き経路と後ろ向き経路に係数乗算器がそれぞれ挿入されており、前向き経路と後ろ向き経路間にも係数乗算器が挿入されている。

図25のパーコールフィルタでは図24と構造は同じであるが係数の設定が異なっている。

図26は遅延Dを使用しないで構成したパーコールフィルタの例を示し、平行な前向き経路にそれぞれ挿入された減算器により経路間の信号の誤差を求めている。

図27は図26に対応する逆処理を行うパーコールフィルタの構成を示している。

実施例10

上述の実施例9では、自己回帰型線形予測フィルタ処理において、過去のフレームのサンプルを使用せず、フレームの開始サンプルから所定数のサンプルまで順次線形予測の次数を増加させる場合を示したが、この実施例10では、FIRフィルタ処理において、過去のフレームのサンプルを使用せず、順次タップ数を増加させる。

図28Aに例えば図1におけるアップコンバート部16でFIRフィルタ処理にこの発明を適用した場合の実施例を示す。バッファ100には現フレームFCのサンプル $x(0), \dots, x(L-1)$ が格納されている。図2A, 2B, 2Cを参照して説明したように、本来FIRフィルタ処理を行う場合、各時点 n のサンプル $x(n)$ に対しそのサンプルと、その前後 T 個ずつの計 $2T+1$ 個のサンプルと、係数 h_1, \dots, h_{2T+1} の畳み込み演算を行うが、この発明を適用した場合、前フレームのサンプルは使用せず、図28Bの表に示すように現フレームの先頭 $x(0)$ からサンプル $x(T)$ まではサンプルごとにFIRフィルタのタップ数を増加させ、サンプル $x(T)$ 以降は所定のタップ数のフィルタ処理を行う。

図28A, 28Bは簡単のため $T=2$ とした場合のフィルタ処理の例を示している。予測整数決定部101はサンプル $x(0), x(1), \dots$ が与えられ、それに基づいて

サンプル番号 n 毎に、図 28B の表に示すように予測係数 h_0, h_1, \dots を算出する。バッファ 100 から読み出した現フレームのサンプル $x(0)$ に対し係数 h_0 が乗算器 220 により乗算され、出力サンプル $y(0)$ が得られる。次に乗算器 220, 222, 223 と加算器 231 によりサンプル $x(0), x(1), x(2)$ と係数 h_0, h_1, h_2 の畳み込み演算を

5 行い、出力 $y(1)$ が得られる。次に乗算器 220, ..., 224 と加算器 232 によりサンプル $x(0), \dots, x(4)$ と係数 h_0, \dots, h_4 の畳み込み演算を行い、出力 $y(2)$ が得られる。以降は $n=L-3$ までサンプル $x(n)$ とその前後 4 個の合計 5 つのサンプルが係数 h_0, \dots, h_4 と畳み込み演算され、出力 $y(n)$ を得る。更にこれ以降の現フレームの残りのサンプル数は T より少なくなるため、フィルタ処理のタップ数を順次減らす。

- 10 この様に図 28B の例ではフレームの開始側と対称にフレームの終了側でサンプル番号 $L-2$ では係数 h_0, h_1, h_2 を使用し、サンプル番号 $L-1$ では係数 h_0 のみを使用する。即ち、フレームの先端及び後端に向かってタップ数が対称的に減少するように処理を行っている。しかし、必ずしも対象である必要はない。また、この例ではフィルタ処理の対象となるサンプルとしては、各サンプル $x(n)$ と、その前後対称に同数のサンプルを使用するので、サンプル $x(0)$ から $x(T)$ までは、フィルタ
- 15 処理のタップ数を $1, 3, 5, \dots, 2T+1$ と増加させている。しかしながら、フィルタ処理の対象サンプルは、必ずしもサンプル $x(n)$ に対し前後対称に選択する必要はない。

図 29 は上述の実施例 10 の FIR フィルタ処理手順を示す。

- 20 ステップ S1 : サンプル番号 n と変数 t を 0 に初期設定する。

ステップ S2 : 入力サンプルに対する畳み込み演算を次式

$$y(n) = \sum_{i=-t}^t h_{n+i} x(n+i)$$

で実行し、 $y(n)$ を出力する。

ステップ S3 : t と n をそれぞれ 1 歩進める。

- 25 ステップ S4 : $n=T$ となったか判定し、なっていないならばステップ S2 に戻り、再びステップ S2, S3, S4 を実行する。これにより n の増加とともに増加されたタップ数で畳み込み処理が行われる。

ステップ S5 : $n=T$ となっていれば次式

$$y(n) = \sum_{i=-T}^T h_{n+i} x(n+i)$$

により畳み込み演算を行い、 $y(n)$ を出力する。

ステップ S 6 : n を 1 歩進する。

ステップ S 7 : $n=L-T$ となったか判定し、なっていないければステップ S 5 に戻っ

- 5 て再びステップ S 5, S 6, S 7 を実行する。これにより $n=L-T$ までタップ数 $2T+1$ のフィルタ処理が繰り返し実行される。

ステップ S 8 : $n=L-T$ となっていれば次式

$$y(n) = \sum_{i=-T}^T h_{n+i} x(n+i)$$

により畳み込み演算を行い、 $y(n)$ を出力する。

- 10 ステップ S 9 : $n=L-1$ となったか判定し、なっていれば処理を終了する。

ステップ S 10 : $n=L-1$ となっていなければ n を 1 歩進し T を 1 減少させ、ステップ S 8 に戻り、再びステップ S 8, S 9 を実行する。これによりフレームの後端に向かって n の増加とともにタップ数が漸次減少したフィルタ処理が行われる。

実施例 1 1

- 15 実施例 1 1 は、実施例 4 において代用サンプル列を使用せずに、実施例 1 0 による予測次数を順次増加させる手法を適用したものであり、以下に図 3 0、3 1、3 2 を参照して説明する。

図 3 0 に示すように、処理部 2 0 0 は図 1 1 で示した構成から代用サンプル列付加部 2 4 0 を除去した構成となっている。また、予測誤差生成部 5 1 は、図 1

- 20 7、1 8 あるいは図 2 1 A で説明した予測誤差信号生成処理を実行する。

図 1 1、1 2、1 3 で説明したと同様に、処理対象の 1 フレーム F C のデジタル信号 (サンプル列) $S_{FC}=[x(0), \dots, x(L-1)]$ は例えばバッファ 1 0 0 に格納されており、類似サンプル列選択部 2 1 0 により、フレーム F C 内の先頭サンプル列 $x(0), \dots, x(p-1)$ と類似するサンプル列 $x(n+\tau), \dots, x(n+\tau+p-1)$ を、バッファ 1 0 0

- 25 内のそのフレーム F C のサンプル列 S_{FC} から読み出す (S 1)。この類似サンプル列 $x(n+\tau), \dots, x(n+\tau+p-1)$ を図 3 1 に示すように類似サンプル列 $u(0), \dots, u(p-1)$ となるようにフレーム F C 内の先頭位置にずらし、この類似サンプル列 $u(n)$ に利得

付与部 220 で利得 β ($0 < \beta \leq 1$) を掛け算して、サンプル列 $u(n)' = \beta u(n)$ とし (S2)、このサンプル列 $u(n)'$ を当該フレーム FC のサンプル列 $x(0), \dots, x(L-1)$ より減算部 230 で減算し、その結果を図 12 に示すようにサンプル列 $v(0), \dots, v(L-1)$ とする (S3)。つまり

$$\begin{aligned} 5 \quad & n=0, \dots, p-1 \text{ で } v(n) = x(n) - u(n)' \\ & n=p, \dots, L-1 \text{ で } v(n) = x(n) \end{aligned}$$

とする。 $x(n+\tau), \dots, x(n+\tau+p-1)$ に利得 β を掛け算した後、このサンプル列をフレーム内の先頭位置にずらしてサンプル列 $u(n)'$ としてもよい。

サンプル列 $v(0), \dots, v(L-1)$ を予測誤差生成部 51 へ入力して、図 17、18 または図 21A で説明した自己回帰型予測により予測誤差信号 $y(0), \dots, y(L-1)$ を生成する (S5)。

類似サンプル列 $x(n+\tau), \dots, x(n+\tau+p-1)$ の位置 τ 及び利得 β の決定は実施例 4 において説明したと同様に選択決定制御部 260 による制御のもとに行う。

このようにして決定された τ, β を用いて生成したサンプル列 $v(p), \dots, v(L-1)$ に対する予測誤差信号を生成し (S4)、またその時用いた τ と β を表わす補助情報 AI を補助情報生成部 270 で生成し (S5)、更に必要に応じて補助情報 AI を補助情報符号化部 280 で符号 C_{AI} に符号化する。符号化器によるフレーム FC の入力デジタル信号に対する符号化符号の一部に補助情報 AI 又は符号 C_{AI} を加える。

20 上述において τ の値は、予測次数 p より大きい方がよく、類似サンプル列 $u(n)$ の長さ ΔU と τ との和 $\Delta U + \tau$ が $L-1$ 以下、つまり $x(\tau + \Delta U)$ が当該フレーム FC から外れない範囲で τ を決めればよい。類似サンプル列 $u(n)$ の長さ ΔU は τ 以下であればよく、予測次数 p に関係しない、 p 以下でも以上でもよいが $p/2$ 以上が好ましい。更に類似サンプル列 $u(n)$ の先頭位置をフレーム FC 内の先頭位置と必ずしも一致させなくてもよい、つまり $u(n)$ は例えば $n=3, \dots, 3+\Delta U$ としてもよい。類似

25 サンプル列 $u(n)$ に掛ける利得 β はサンプルに依存した重みをつけてもよい、つまり $u(n)$ に予め決めた窓関数 $\omega(n)$ を掛けてもよく、この場合は補助情報は τ を表すものだけでよい。

実施例 12

実施例 1 1 と対応する予測合成処理方法の実施例を図 3 3、3 4、3 5 を参照して説明する。この予測合成処理方法は、図 1 4、1 5、1 6 で説明した実施例 4 の場合と同様に、例えば図 1 中の復号化器 3 0 内の予測合成部 6 3 に用いられるものであり、特に途中のフレームから復号する場合でも連続性、品質がよい復号信号が得られる。

図 3 3 に示す機能構成例は図 1 4 の構成において処理部 3 0 0 中の代用サンプル列生成部 3 2 0 を除去した構成と同様である。ただし予測合成部 6 3 は実施例 4 の図 2 0 又は 2 1 B で説明したと同様の予測合成処理を行う。

自己回帰型予測により予測合成処理を行うべきデジタル信号（予測誤差信号）の現フレーム F C のサンプル列 $y(0), \dots, y(L-1)$ が例えばバッファ 1 0 0 内に格納されており、読出書込部 3 1 0 によりサンプル列 $y(0), \dots, y(L-1)$ が読み出される。

サンプル列 $y(0), \dots, y(L-1)$ をその先頭より順次、予測合成部 6 3 へ供給し (S 1)、予測合成処理を行って予測合成信号 $v(n)(n=0, \dots, L-1)$ を生成する (S 2)。この予測合成信号 $v(n)$ をバッファ 1 0 0 に一時格納する。この予測合成には図 2 0 又は 2 1 B で説明した手法を用いる。

補助復号化部 3 3 0 により、現フレーム F C の符号の一部としての補助符号 C_{AI} を復号し、補助情報を求めこれより τ と β を得る (S 3)。補助復号化部 3 2 0 には補助情報自体が入力される場合もある。サンプル列取得部 3 4 0 により τ を用いて、合成信号（サンプル）列 $v(n)$ から予め決められた数、この例では p 個の連続するサンプルよりなるサンプル列 $v(\tau), \dots, v(\tau+p)$ を複製し、つまり予測合成信号列 $v(n)$ をそのままとして $v(\tau), \dots, v(\tau+p)$ を取得し (S 4)、このサンプル列をその先頭がフレーム F C の先頭位置になるようにシフトしてサンプル列 $u(n)$ とし、かつこれに補助情報よりの利得 β を利得付与部 3 5 0 で掛け算して補正サンプル列 $u(n)' = \beta u(n)$ を生成する (S 5)。

この補正サンプル列 $u(n)'$ を予測合成サンプル（信号）列 $v(n)$ に加算して正規の予測合成信号 $x(n)(n=0, \dots, L-1)$ として出力する (S 6)。予測合成サンプル列 $x(n)$ は

$$n=0, \dots, p-1 \text{ で } x(n) = v(n) + u(n)'$$

$$n=p, \dots, L-1 \text{ で } x(n) = v(n)$$

である。

- この実施例 1 2 は実施例 1 1 と対応するものであるから、補正サンプル列 $u(n)'$ の長さ ΔU は p に限らず、つまり予測次数とは無関係のもので、予め決められたものであり、また補正サンプル列 $u(n)'$ の先頭サンプルの位置は合成信号 $v(n)$ の先頭サンプル $v(0)$ と必ずしも一致させるものでなく、これも予め決められたものである。更に利得 β は補助情報に含まれることなく、予め決められた窓関数 $\omega(n)$ によりサンプル $u(n)$ ごとに重み付けする場合もある。

第 3 実施形態

- 10 この発明の第 3 実施形態は例えば原デジタル信号をフレーム単位で符号化する場合に、その一部の処理として自己回帰型予測誤差信号を生成する処理をする際に、あるいは補間フィルタ処理などを行う際に、現フレームの直前（過去）のフレームの末尾のサンプル系列または現フレームの先頭のサンプル系列を別に符号化し、その符号（補助符号）を、原デジタル信号の現フレームの符号化符号
- 15 の一部に加える。復号側で前記予測誤差信号を予測合成する際に、あるいは補間フィルタ処理などを行う際に、当該フレームの前（過去）のフレームの符号が存在しない場合に、補助符号を復号し、その復号サンプル列を、当該フレームの予測合成に、前フレームの末尾合成信号として用いる。

実施例 1 3

- 20 第 3 実施形態の実施例 1 3 を図 3 6 及び図 3 7 を参照して説明する。この実施例 1 3 は符号化器、例えば図 1 中の符号化器 1 0 中の予測誤差生成部 5 1 に第 3 実施形態を適用した場合である。原デジタル信号 S_M は符号化器 1 0 でフレームごとに符号化され、フレームごとに符号を出力する。その符号化処理の一部における予測誤差生成部 5 1 では例えば図 3 A、図 3 B を参照して説明したように
- 25 して、その入力サンプル列 $x(n)$ を自己回帰型で予測してその予測誤差信号 $y(n)$ を生成し、1 フレームごとに出力する。

この入力サンプル列 $x(n)$ を分岐して補助サンプル列取得部 4 1 0 により現フレーム FC の直前（過去）のフレームの末尾サンプル $x(-p), \dots, x(-1)$ を、予測誤差生成部 5 1 における予測次数 p 個分取得し、補助サンプル列とする。この補助サン

プル列 $x(-p), \dots, x(-1)$ を補助情報符号化部 420 で符号化し、補助符号 C_A を生成し、この補助符号 C_A をその現フレーム FC の原デジタル信号の符号化符号の一部とする。この例では主符号 I_m 、誤差符号 P_e と補助符号 C_A を合成部 19 で合成して現フレーム FC の符号の組として出力し、伝送又は記録する。

- 5 補助情報符号化部 420 では必ずしも符号化することなく $x(-p), \dots, x(-1)$ (一般には PCM 符号) を、補助サンプル列であることを表わすコードを付加して出力してもよい。好ましくは例えば差分 PCM 符号、予測符号(予測誤差+予測係数)、ベクトル量子化符号などで圧縮符号化する。

- 10 前フレームの末尾サンプルを用いず、図 37 中に破線で示すように現フレーム FC 中の先頭サンプルの予測次数分、 $x(0), \dots, x(p-1)$ を補助サンプル列として補助サンプル列取得部 410 で取得してもよい。この場合の補助符号を図 37 では $C_{A'}$ として示してある。

実施例 14

- 15 実施例 13 の予測誤差生成と対応する予測合成処理の実施例 14 を図 38、図 39 を参照して説明する。原デジタル信号 S_M をフレームごとに符号化した符号の組が、各フレームを区別できるように例えば図 1 中に示す復号化器 30 などの復号化器 30 に入力される。復号化器 30 内にフレームごとの符号の組が各符号に分離され、これらを用いて復号化処理がなされる。その復号化処理の一部に
- 20 予測誤差信号 $y(n)$ を予測合成部 63 において自己回帰型で予測合成するデジタル処理を行う。この予測合成処理は例えば図 4A、図 4B を参照して説明したようにして行われる。つまり現フレーム FC の予測誤差信号 $y(n)$ の先頭部 $y(0), \dots, y(p-1)$ の予測合成には前(過去)のフレームの予測合成信号の中の末尾サンプル $x(-p), \dots, x(-1)$ を必要とする。

- 25 しかし、伝送途中であるパケットが欠落して、前フレームの符号組 (I_m, P_e, C_A) が得られない場合やランダムアクセスによる、連続する複数のフレームの符号組の途中のフレームの符号組から復号化処理を行う場合など、前(過去)フレームの符号組が存在しない場合は、これを欠落検出部 450 で検出し、分離部 32 で分離された補助符号 C_A (又は $C_{A'}$) (実施例 13 で説明した補助符号 C_A 又は $C_{A'}$) を補助復号化部 460 で復号化して補助サンプル列 $x(-p), \dots, x(-1)$ (又は $x(0), \dots,$

$x(p-1)$ を生成し、この補助サンプル列を前フレームの予測合成末尾サンプル列 $x(-p), \dots, x(-1)$ として予測合成部 63 に入力し、その後、現フレームの予測誤差信号 $y(0), \dots, y(L-1)$ を順次予測合成部 63 に入力して、予測合成処理を行い、合成信号 $x(0), \dots, x(L-1)$ を生成する。補助符号 $C_A(C_A)$ は 2 重になり冗長であるが前フレーム依存することなく、連続性、品質の良い予測合成信号が得られる。補助復号化部 460 での復号化処理方法は、図 36 中の補助情報符号化部 420 の符号化処理方法と対応したものをを用いる。

上述図 36～39 では例えば図 1 における符号化器 10 内の予測誤差生成部 51 と復号化器 30 内の予測合成器 63 とに関連したデジタル信号処理について説明したが、同様の手法を図 1 のアップコンバート部 16 及び 34 内で使用される図 2A に示した FIR フィルタに関連したデジタル信号処理にも適用することができる。その場合は図 36 の予測誤差生成部 51 及び図 38 の予測合成部 63 の代わりに括弧内に示すようにそれぞれ図 2A の FIR フィルタを使用する。信号処理手順は図 36～39 で説明した処理とまったく同様である。

図 36～39 の実施例の最大の特徴は、図 1 における符号化、復号化システムにおいて、符号化処理の中間段階の信号である例えば予測誤差生成部 51 の入力信号、即ち誤差信号の前フレームの末尾サンプル列（または現フレームの先頭サンプル列）を現フレームの補助符号 C_A として他の符号 I_m, P_e とともに送出するので、受信側ではフレームの欠落が検出された場合、次のフレームにおいて予測合成部 63 においては現フレームで入手した補助符号から得たサンプル列を現フレームの誤差信号の先頭に付加して直ちに予測合成処理を開始することができる利点がある。

補助符号としては前述のように各種の符号を使用できるが、補助サンプル列は例えば予測次数程度のわずかな数のサンプルなので、補助符号 C_A として、例えばサンプル列の PCM 符号を用いた場合には、復号側においてフレーム欠落検出後、現フレームの補助符号 C_A をそのまま生の補助サンプル列データとして使用可能であり復号を直ちに開始できる。この手法をアップコンバート部の FIR フィルタに適用した場合も同様の効果がある。

応用実施例 1

例えばインターネット上で映像、音声等が配信される場合、利用者はどのフレームからでもランダムアクセスできるのではなく、一般に図40に示すスーパーフレームSFを構成するフレーム列の開始フレームFHの先頭 P_H でのみランダムアクセスが可能である。各フレームには前述のデジタル信号処理を受けた予測誤差信号の予測誤差符号 P_e の他、主符号 I_m 、補助符号 C_A が挿入され、これらフレームからなるスーパーフレームFSは、例えばパケットに格納されて伝送される。

受信側が開始フレームをランダムアクセスした時点では、それより過去のフレームの情報を持っていないので、その開始フレーム内のサンプルのみで処理を完結する。その場合にも前述の各実施例で説明したこの発明によるデジタル信号処理をそのフレームに施しておくことにより、ランダムアクセス時点から急速に線形予測の精度を高めることができ、短時間に高品質の受信を開始できる。

ランダムアクセスの開始フレームに限り、過去のフレームのサンプルを使用せずに開始フレーム内のサンプルだけでデジタル処理を完結する。このため、時間的に前から線形予測する処理と、時間的に後から予測する処理のいずれも可能である。一方、各フレーム境界 P_F では、直前のフレームのサンプルを利用した線形予測処理を開始することができる。

図41Aは図17、21A、30で説明した実施例に適用可能な応用実施例を示す。この実施例では、符号化器10の処理部500は予測誤差生成部51と、後ろ向き予測部511と、判定部512と、選択部513と、補助情報符号化部514とを有している。また、図示していないが、符号化器10は主符号を生成する符号化器、予測誤差信号 $y(n)$ を符号化して予測誤差符号 P_e を出力する符号化器などを有している。符号 I_m 、 P_e 、 C_A は合成部19でパケットに格納され、出力される。

この応用実施例では、後ろ向き予測部511で開始フレームの先頭シンボルから過去の方向に線形予測処理を行う。予測誤差生成部51は全てのフレームのサンプルに対し前向き線形予測処理を行う。判定部512は予測誤差生成部51により開始フレームのサンプルに対し前向き線形予測処理して得た予測誤差を符号化し、また後ろ向き予測部511により開始フレームのサンプルを後ろ向き線形予測処理されて得られた予測誤差と符号化し、これらの符号量を比較し、小さい

ほうを選択する選択情報 SL を選択部 5 1 3 に与える。選択部 5 1 3 は開始フレームについて符号量の小さいほうの予測誤差信号 $y(n)$ を選択出力し、以降のフレームについては予測誤差生成部 5 1 の出力を選択出力する。選択情報 SL は補助情報符号化部 5 1 4 で符号化され補助符号 CA として出力される。

- 5 図 4 1 B は図 4 1 A の符号化器 1 0 に対応する復号化器 3 0 を示し、図 2 0、2 1 B、3 3 の実施例に適用可能である。分離部 3 2 でパケットから分離された主符号 I_m 及び予測誤差符号 P_e は図示していない復号器で復号される。処理部 6 0 0 は、予測合成部 6 3 と、後ろ向き予測合成部 6 3 1 と、補助情報復号部 6 3 2 と、選択部 6 3 3 とを有している。予測誤差符号 P_e から復号された予測誤差信号
- 10 $y(n)$ は全てのフレームのサンプルについて予測合成部 6 3 で予測合成処理される。一方、後ろ向き予測合成部 6 3 1 は開始フレームについてのみ後ろ向き予測合成を行う。補助情報復号部 6 3 2 により補助情報 C_A が復号されて選択情報 SL が得られ、これにより選択部 6 3 3 を制御して開始フレームについて予測合成部 6 3 の出力か、または後ろ向き予測合成部 6 3 1 の出力かを選択する。以降のフレーム
- 15 については全て予測合成部 6 3 の出力を選択する。

応用実施例 2

- 前述したように、図 1 7 及び 2 1 A の実施例により符号化側においてサンプル列に予測誤差生成処理を行うと、フレームの先頭サンプル $x(0)$ はそのまま予測誤差サンプル $y(0)$ として出力され、以降サンプル $x(1), x(2), \dots, x(p-1)$ に対し、1 次
- 20 予測処理、2 次予測処理、 \dots p 次予測処理が行われる。即ち、図 4 0 で示したランダムアクセス開始フレームの先頭サンプルは元のサンプル $x(0)$ と同じ振幅を有し、2 番目の予測値、3 番目の予測値と予測次数が増加するにつれ予測精度が高まり、その予測誤差の振幅は小さくなる。このことを利用して、エントロピー符号化のパラメータを調整することにより符号量を減らすことが可能である。
- 25 図 4 2 A はそのようなエントロピー符号化のパラメータを調整可能な符号化器 1 0 とその処理部 5 0 0 の構成を示し、図 4 2 B は図 4 2 A に対応する復号化器 3 0 とその処理部 6 0 0 の構成を示す。

図 4 2 A に示すように、処理部 5 0 0 は予測誤差生成部 5 1 と、符号化部 5 2 0 と、符号化テーブル 5 3 0 と、補助情報符号化部 5 4 0 とを含んでいる。予測

誤差生成部 5 1 はサンプル $x(n)$ に対し前述の図 1 7 又は 2 1 A の予測誤差生成処理を行い、予測誤差信号サンプル $y(n)$ を出力する。符号化部 5 2 0 は例えば符号化テーブル 5 3 0 を参照してハフマン符号化を行う。この例ではフレームの振幅が大きい先頭サンプル $x(0)$ と、2 番目のサンプル $x(1)$ に対しては専用のテーブル T 1 を使用して符号化を行い、3 番目以降のサンプル $x(2), x(3), \dots$ 予め決めた複数のサンプル毎に最大振幅値を求め、その値により複数テーブル、ここでは 2 つのテーブル T 2, T 3 の 1 つを選択し、その複数のサンプルをそれぞれ符号化して誤差符号 Pe を出力する。また、その複数のサンプル毎に度符号化テーブルを選択したかを表す選択情報 ST を出力する。選択情報 ST は補助情報符号化部 5 4 により符号化され補助情報 C_A として出力される。複数フレーム分の符号 Pe, C_A は主符号 Im と共に合成部 1 9 でパケットに格納され、送出される。

図 4 2 B に示すように復号化器 3 0 の処理部 6 0 0 は、補助符号復号化部 6 3 2 と、誤差符号復号部 6 4 0 と、復号テーブル 6 4 1 と、予測合成部 6 3 とを含んでいる。補助情報復号部 6 3 2 は分離部 3 2 からの補助符号 C_A を復号して選択情報 ST を誤差符号復号部 6 4 0 に与える。復号テーブル 6 4 1 は図 4 2 A の符号化器 1 0 における符号化テーブル 5 3 0 と同じものを使用する。誤差符号復号部 6 4 0 は開始フレームの先頭と次の 2 つの予測誤差符号 Pe に対して復号テーブル T 1 を使用して復号し、予測誤差信号サンプル $y(0), y(1)$ を出力する。以降の予測誤差符号 Pe に対しては前記複数符号毎に選択情報 ST により指定されたテーブル T 2 又は T 3 の 1 つを選択して復号を行い、予測誤差信号サンプル $y(n)$ を出力する。予測合成部 6 3 は前述の図 2 0 又は 2 1 B の予測合成処理を適用したものであり、予測誤差信号 $y(n)$ を予測合成処理して予測合成信号 $x(n)$ を出力する。

他の変形例

第 2 実施形態及び第 3 実施形態は自己回帰型フィルタを用いる場合に限らず、第 1 実施形態と同様に一般に F I R フィルタのような処理にも適用できる。更に、上述した各実施例において代用サンプル列 AS, AS' としては、その各サンプルの上位桁 (ビット) だけを用いてもよく、あるいは AS, AS' のもととなる現フレームから取り出したサンプル列 $\Delta S, \Delta S'$ の各サンプルの上位桁 (ビット) だけを用いて、 AS, AS' を求めてもよい。

上述では、現フレームの処理に、前又は／及び後のフレームのサンプル列の代用として、現フレーム内のサンプル列を利用したが、そのような代用サンプル列を用いることなく現フレーム内でのサンプルのみで完結するようにしてもよい。

例えばタップ数が少ない短いフィルタにおいては、例えばアップサンプルなどのあとにサンプル値を平滑化または補間する場合には簡単な外挿も可能である。即ち例えば図43及び図44においてバッファに現フレームのサンプル列 S_{FC} ($=x(1), x(3), x(5), \dots$) が格納され、このサンプリング周波数を2倍にアップサンプリングする場合、制御部の制御のもとに図43Aに示すように、現フレーム F_{FC} の先頭サンプル $x(0)$ を、現フレーム F_{FC} のそれに近いサンプル $x(1), x(3)$ などから外挿部で外挿し、サンプル $x(2)$ は両隣りのサンプル $x(1)$ と $x(3)$ との平均値とし（内挿し）て内挿部により求め、サンプル $x(4)$ 以後はフィルタ処理により補間推定する。例えばサンプル $x(4)$ は $x(1), x(3), x(5), x(7)$ から7タップのFIRフィルタにより推定する。この場合1つ置きの3つのタップのタップ係数（フィルタ係数）はゼロとする。これら推定したサンプル $x(0), x(2)$ 、および入力サンプル $x(1)x(3)$ を、図43Aに示すサンプル列になるようにフィルタ出力に対し合成部で合成する。

サンプル $x(0)$ の外挿の方法は図43Bに示すように最も近いサンプル $x(1)$ をそのまま用いる。あるいは図43Cに示すように、近くの2つのサンプル $x(1), x(3)$ を結ぶ直線91を延長してサンプル $x(0)$ 時点の値をサンプル $x(0)$ の値とする（2点直線外挿）。あるいは図43Dに示すように近くの3つのサンプル $x(1), x(3), x(5)$ に近い直線（最小2乗直線）92を延長してサンプル $x(0)$ 時点の値をサンプル $x(0)$ とする（3点直線外挿）。あるいは図43Eに示すように近くの3つのサンプル $x(1), x(3), x(5)$ に近い2次曲線を延長してサンプル $x(0)$ 時点の値をサンプル $x(0)$ とする（3点2次関数外挿）。

上述における処理対象デジタル信号は、一般にフレーム単位での処理であるが、当該フレームの前又は／及び後のフレームにまたがって処理を行うフィルタ処理を必要とする信号であれば、どのようなものでもよく、逆に言えばこの発明はそのようなフィルタ処理を必要とする処理を対象とするものであり、符号化処理や復号化処理の一部の処理に限られるものでない、符号化処理、復号化処理に

適用する場合も、可逆符号化、可逆復号化、非可逆符号化、非可逆復号化の各処理の何れにも利用されるものである。

上述したこの発明のデジタル処理器（図には処理部として表示しているものもある）はコンピュータによりプログラムを実行させて機能させることもできる。

- 5 つまり上述したこの発明の各種デジタル信号処理方法の各ステップをコンピュータに実行させるためのプログラムをCD-ROM、磁気ディスクなどの記録媒体から、あるいは通信回線を介してコンピュータ内にインストールして、そのプログラムを実行させればよい。

- 10 上述したこの発明の実施例によれば、例えば符号化に用いるこの発明によるデジタル信号処理方法は次のような構成であるとも云える。

(A) フレーム毎にデジタル信号を符号化する符号化方法に用いられ、現サンプルと、少なくとも直前の p (p は1以上の整数)個のサンプルと直後の Q (Q は1以上の整数)サンプルのうちいずれかを線形結合するフィルタによる処理方法であって、ここでサンプルとは入力信号でも予測誤差などの中間信号でもよい。

- 15 現フレームの先頭サンプルの直前の p 個のサンプルとして、現フレーム内の一部の連続する p 個のサンプルを用いた p 個の代用サンプルを配し、

前記フィルタにより先頭サンプルとその直前に配された前記代用サンプルの少なくとも一部とを線形結合し、又は現フレームの末尾サンプルの直後の Q 個のサンプルとして、現フレーム内の一部の連続する Q 個のサンプルを用いた Q 個の代

- 20 用サンプルを配し、

前記フィルタにより末尾サンプルとその直後に配された代用サンプルの少なくとも一部とを線形結合することを特徴とする。

また例えば復号化に用いるこの発明によるデジタル信号処理方法は次のような構成であるとも云える。

- 25 (B) フレーム毎にデジタル信号を再生する復号化方法に用いられ、現サンプルと、少なくとも直前の p (p は1以上の整数)個のサンプルと直後の Q (Q は1以上の整数)サンプルのうちいずれかを線形結合するフィルタによる処理方法であって、ここでサンプルは予測誤差などの中間信号であり、

直前のフレームが存在しない場合、

46

現フレームの先頭サンプルの直前の p 個の代用サンプルとして現フレーム内の一部の連続する p 個のサンプルを用い、前記フィルタにより先頭サンプルと代用サンプルの少なくとも一部とを線形結合し、

直後のフレームが存在しない場合、

- 5 現フレームの末尾サンプルの直後の Q 個の代用サンプルとして現フレーム内の一部の連続する Q 個のサンプルを用い、前記フィルタにより末尾サンプルと代用サンプルの少なくとも一部とを線形結合することを特徴とする。

発明の効果

- 10 以上述べたように、この発明によれば、前又は／及び後のフレームに存在していた場合における連続性や効率をほとんど維持したまま、フレーム内で処理を完結することができる。このためフレーム単位でのランダムアクセスが必要な場合やパケット損失時の性能を改善することができる。

請求の範囲

1. デジタル信号をフレーム単位で処理する方法であって、
 - (a) フレームの先頭サンプルの近傍及び／又は上記フレームの末尾のサンプル
- 5 の近傍に、上記フレーム内の一部の連続するサンプル列に基づいて変形を与えたサンプル列を形成するステップと、
 - (b) 上記変形を与えられたサンプル列を跨って上記フレームの一連のサンプル列の処理を行うステップ、とを含む。
- 10 2. 請求項1のデジタル信号処理方法において、上記ステップ(a)は、上記フレームの先頭サンプルの前及び／又は上記フレームの末尾サンプルの後に上記一連のサンプル列を用いて形成した代用サンプル列を配置することにより、上記先頭サンプル及び／又は末尾サンプルの近傍に上記変形を与えたサンプル列を形成するステップを含む。
- 15 3. 請求項2のデジタル信号処理方法において、上記ステップ(a)は上記一部の連続するサンプル列をその順番を逆にして上記代用サンプル列とするステップを含む。
4. 請求項1、2又は3のいずれかのデジタル信号処理方法において、上記ステップ(a)は上記フレーム内の、先頭サンプルを含む部分サンプル列及び／又は末
- 20 尾サンプルを含む部分サンプル列を上記フレーム内の上記一部の連続するサンプル列との演算により変形し、上記変形を与えたサンプル列を形成するステップを含む。
5. 請求項4のデジタル信号処理方法において、上記ステップ(a)は、上記フレームの先頭サンプルより前及び／又は上記末尾サンプルより後に予め決めた固定
- 25 サンプル列を設けるステップを含む。
6. 請求項1、2又は3のいずれかのデジタル信号処理方法において、上記ステップ(b)の処理はサンプル列に対する線形予測誤差生成処理である。
7. 請求項1、2又は3のいずれかのデジタル信号処理方法において、上記ステップ(b)の処理はサンプル列に対するFIRフィルタ処理である。

8. 請求項 2 又は 3 のデジタル信号処理方法において、上記一部の連続するサンプル列を上記代用サンプル列とする複数の方法のいずれか、及び／又は上記一部の連続するサンプル列の位置を示す補助情報を、上記フレームのデジタル信号に対する符号の一部とするステップを含む。
- 5 9. 請求項 1 のデジタル信号処理方法において、
上記ステップ(a) は上記フレームの先頭のサンプル列、または末尾のサンプル列と類似するサンプル列を探索して上記一部の連続するサンプル列とするステップと、上記類似サンプル列に利得を乗算し、上記先頭サンプル列又は末尾サンプル列から減算することにより上記変形を与えたサンプル列を形成するステップを含む、
- 10 上記ステップ(b) は上記処理として上記フレームのデジタル信号の予測誤差を求めるステップと、
上記類似するサンプル列のフレーム内の位置と上記利得を示す補助情報を上記フレームの符号の一部とするステップとを含む。
- 15 10. 請求項 1 のデジタル信号処理方法において、上記ステップ(a) は、
(a-1) 符号より得られた予測誤差信号から自己回帰予測合成処理により上記フレームのサンプル系列を再生し、上記フレーム内の、上記符号の一部として与えられた補助情報により指定された位置の上記一部の連続するサンプル列を複製するステップと、
- 20 (a-2) その複製したサンプル系列に上記補助情報中の利得を乗算して上記フレームの先頭または末尾のサンプル列に加算することにより変形を与えるステップ、
とを含む。
11. デジタル信号をフレーム単位でフィルタ処理や予測処理するデジタル信号処理方法であって、
- 25 (a) フレームの先頭サンプルより前のサンプル、及び／又は上記フレームの末尾サンプルより後のサンプルを使用することなく、上記フレーム内で使用可能なサンプルのみに依存するタップ数や予測次数で上記デジタル信号の処理を行うステップを含む。
12. 請求項 11 のデジタル信号処理方法において、上記ステップ(a) は、

- (a-1) 上記フレームの先頭サンプルから予め決めた第1の位置のサンプルまでは順次経過したサンプル数に依存してタップ数又は予測次数を順次増加させて上記デジタル信号の処理を行うステップ及び上記フレームの上記第1の位置より後の予め決めた第2の位置のサンプルから末尾サンプルまでサンプルごとに上記
- 5 タップ数又は予測次数を順次減少させて上記デジタル信号の処理を行うステップの少なくとも一方と、
- (a-2) 上記ステップ(a)の処理対象以外のサンプルに対してタップ数又は予測次数を一定に保って上記デジタル信号の処理を行うステップ、
- とを含む。
- 10 13. 請求項11又は12のデジタル信号処理方法において、上記処理はFIRフィルタ処理である。
14. 請求項11又は12のデジタル信号処理方法において、上記処理は自己回帰型線形予測誤差生成処理である。
- 15 15. 請求項14のデジタル信号処理方法において、上記自己回帰型線形予測誤差生成処理は、パーコール係数を使用した演算処理である。
16. 原デジタル信号のフレーム単位での符号化に用いられ、前の又は/及び後のフレームのサンプルを利用して処理をするデジタル信号処理方法であって、
- 15 フレームの先頭のサンプル系列、または前のフレームの末尾のサンプル系列を、上記フレームに対する符号化とは別途に符号化し、その補助符号を当該フレーム
- 20 の符号の一部とするステップを含む。
17. 請求項16のデジタル信号処理方法において、上記処理は入力信号を線形予測処理して予測誤差信号を生成する処理である。
18. 請求項16のデジタル信号処理方法において、上記処理は入力信号のFIRフィルタ処理である。
- 25 19. 原デジタル信号に対する符号化符号をフレーム単位での復号に用いられ、前の又は/及び後のフレームのサンプルを利用して処理をする処理方法であって、
- (a) 上記フレームの補助符号を復号してフレームの先頭のサンプル系列または前のフレームの末尾のサンプル系列を求めるステップと、
- (b) 上記先頭または末尾のサンプル系列を前フレームの末尾の復号サンプル系

列として上記フレームについて処理するステップ、
とを含む。

20. 請求項19のデジタル信号処理方法において、上記ステップ(b)の上記処理は入力誤差信号を線形予測合成して予測合成信号を生成する処理である。

5 21. 請求項19のデジタル信号処理方法において、上記ステップ(b)の上記処理はFIRフィルタ処理である。

22. デジタル信号をフレーム単位で処理する処理器であって、

フレーム内の一部の連続するサンプル列を使って上記フレームの先頭サンプル及び/又は末尾サンプルの近傍に変形されたサンプル列を形成する手段と、

10 上記変形されたサンプル列を跨って上記デジタル信号を処理する手段、
とを含む。

23. 請求項22のデジタル信号処理器において、

上記変形されたサンプル列を形成する手段は、フレーム内の一部の連続するサンプル列を代用サンプルとして生成する手段と、上記代用サンプルを、当該フレームのデジタル信号の先頭サンプルの前および末尾サンプルの後の少くとも一方につなげる手段、とを含み、

15 上記処理する手段は上記代用サンプルがつけられたデジタル信号を上記線形結合処理する手段を含む。

24. 請求項22のデジタル信号処理器において、

20 上記変形されたサンプル列を形成する手段は、フレームの先頭サンプル系列または末尾サンプル系列と、当該フレーム内の類似する一部の連続サンプル系列を選択する手段と、上記選択した一部の連続サンプル系列に利得をかける手段と、

上記利得がかけられた連続サンプル系列を当該フレームの先頭サンプル系列または末尾サンプル系列手段から差し引く手段、とを含み、

25 上記処理する手段は、自己回帰型の予測により上記差し引かれたフレームのデジタル信号の予測誤差を生成する手段と、上記一部の連続サンプル系列のフレーム内の位置および上記利得を表わす補助情報を、当該フレームの符号の一部とする手段、とを含む。

25. 請求項22のデジタル信号処理器において、

- 符号より得られた予測誤差信号を自己回帰合成フィルタで1フレームのサンプル系列を再生する手段と、上記フレームの符号の一部としての補助情報中の位置情報に基づき上記再生サンプル系列から一部の連続するサンプル列を取り出す手段と、上記取り出された連続するサンプル列に上記補助情報中の利得を乗算する手段と、上記利得が乗算された連続するサンプル系列を上記再生サンプル系列の先頭または末尾の系列に加算することにより上記変形を与えられたサンプル列を形成する手段、とを含み、
- 5

上記処理する手段は、上記変形を与えられたサンプル列を跨ってデジタル信号に対し自己回帰型の予測合成処理を行う手段である。

- 10
26. 請求項1ないし21のいずれかに記載したデジタル信号処理方法の各ステップをコンピュータに実行させるためのプログラム。
27. 請求項1ないし21のいずれかに記載のデジタル信号処理方法をコンピュータで実行可能なプログラムを記録した読み取り可能な記録媒体。

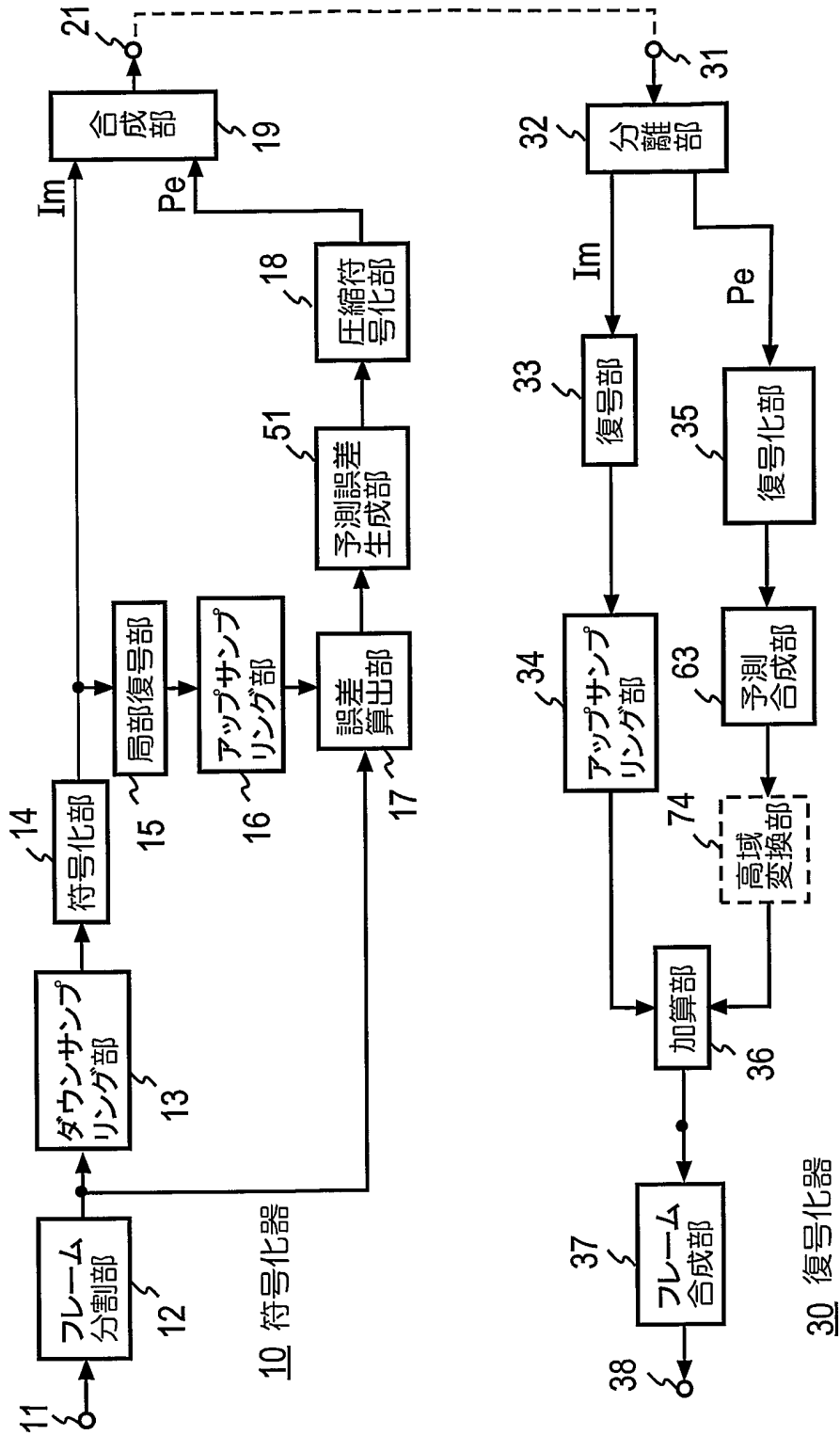


図1

図2A

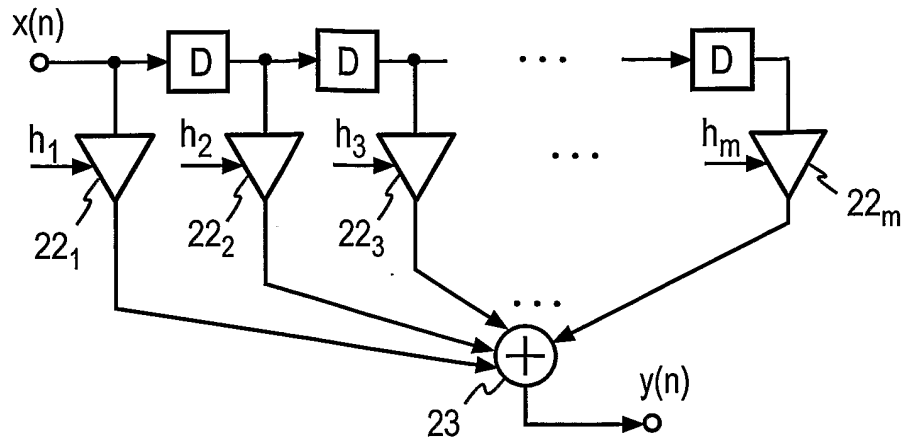


図2B

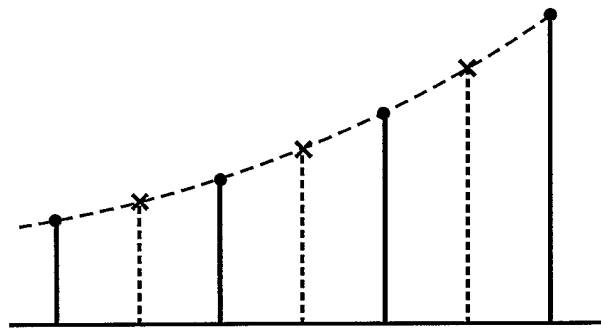


図2C

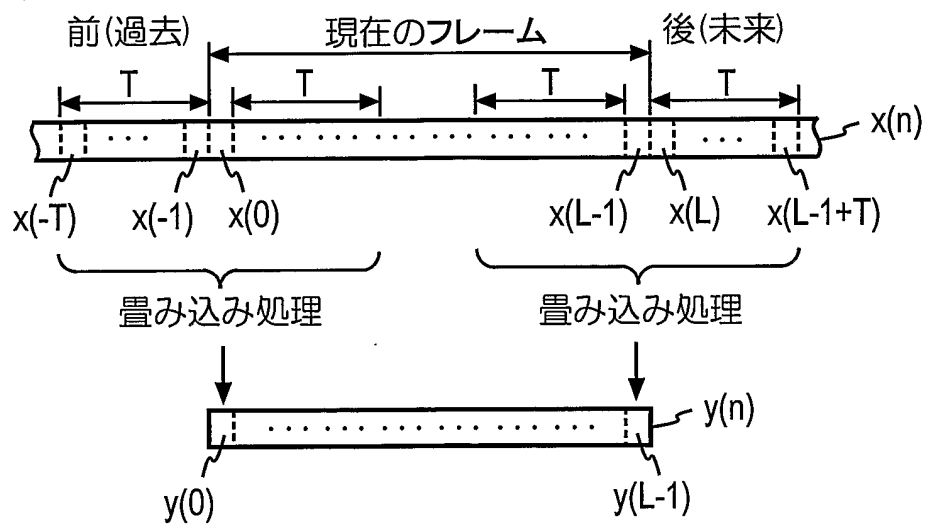


図3A

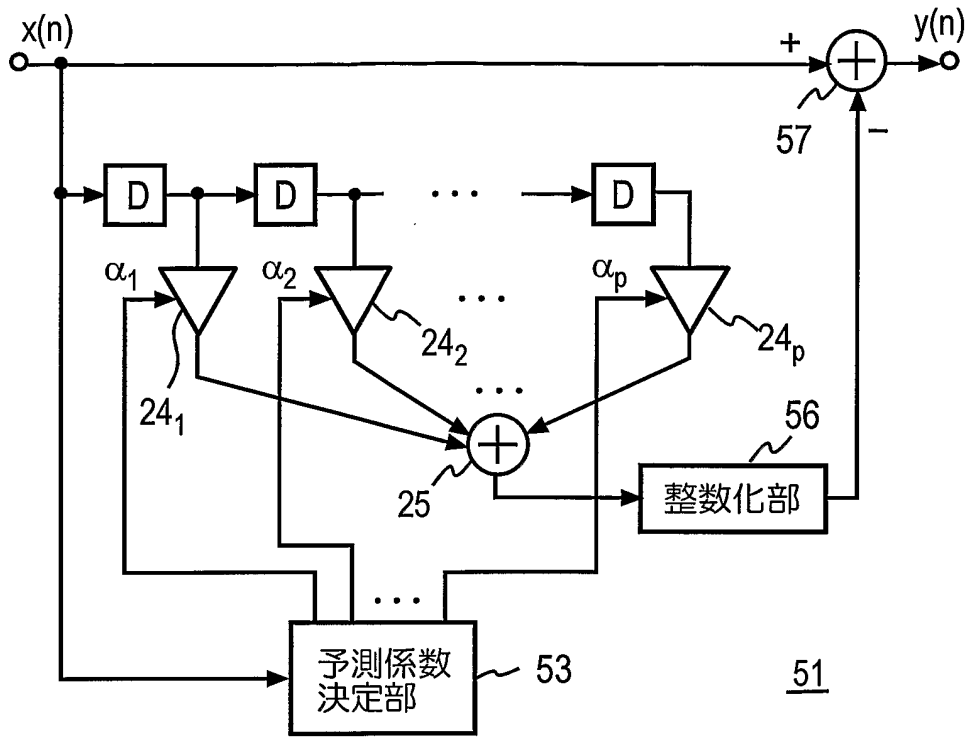


図3B

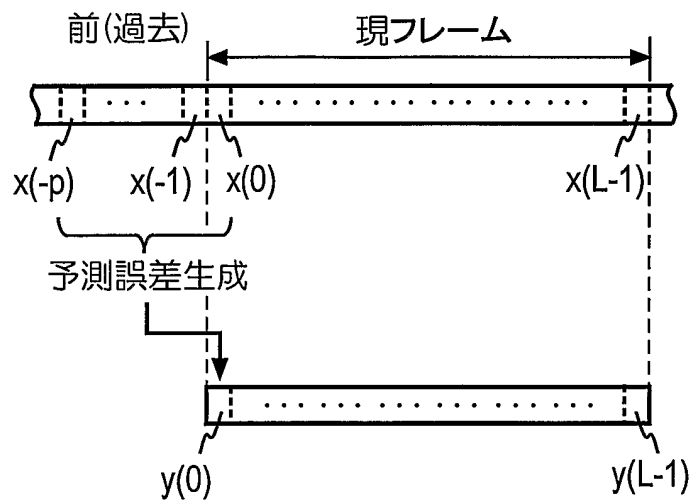


図4A

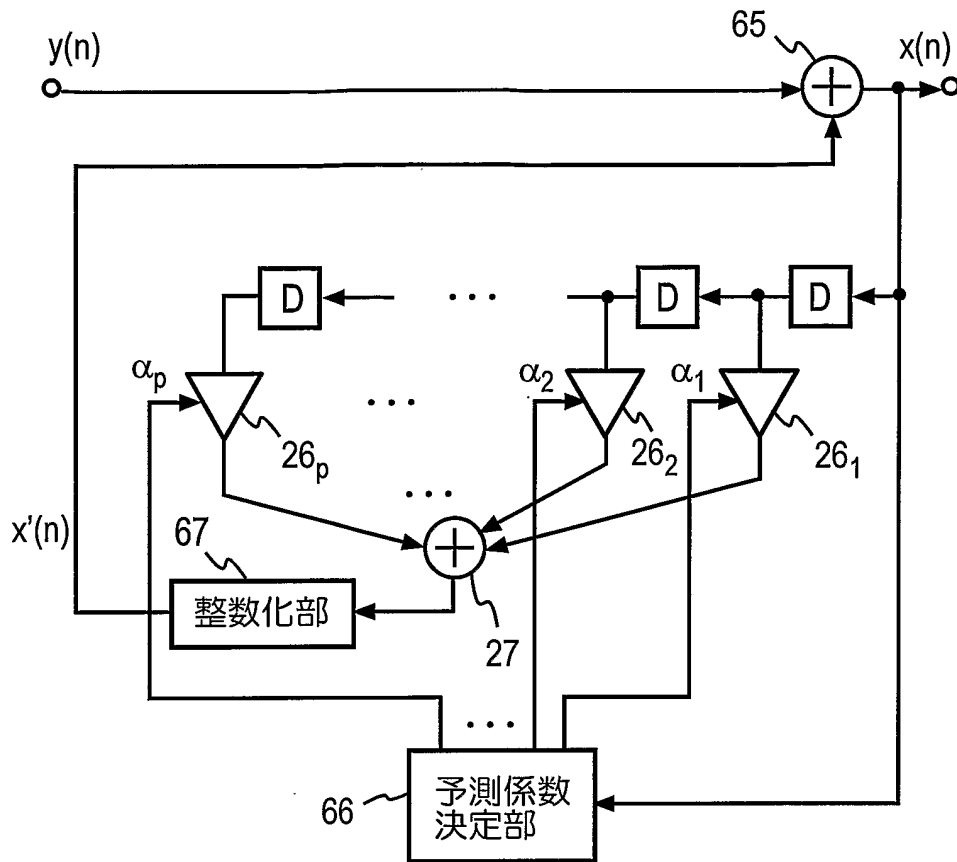


図4B

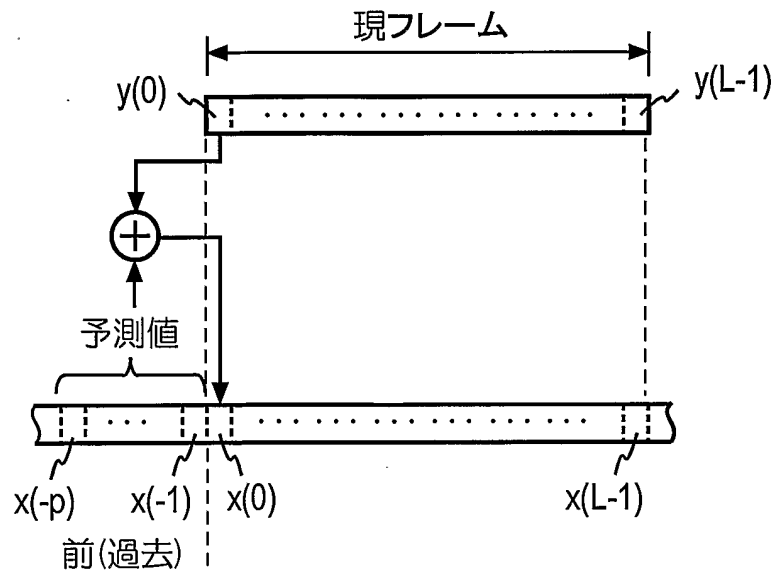


図5A

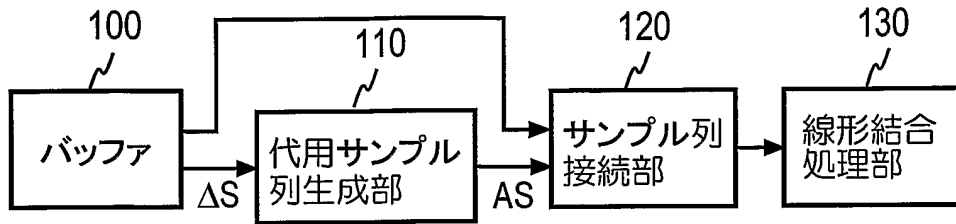


図5B

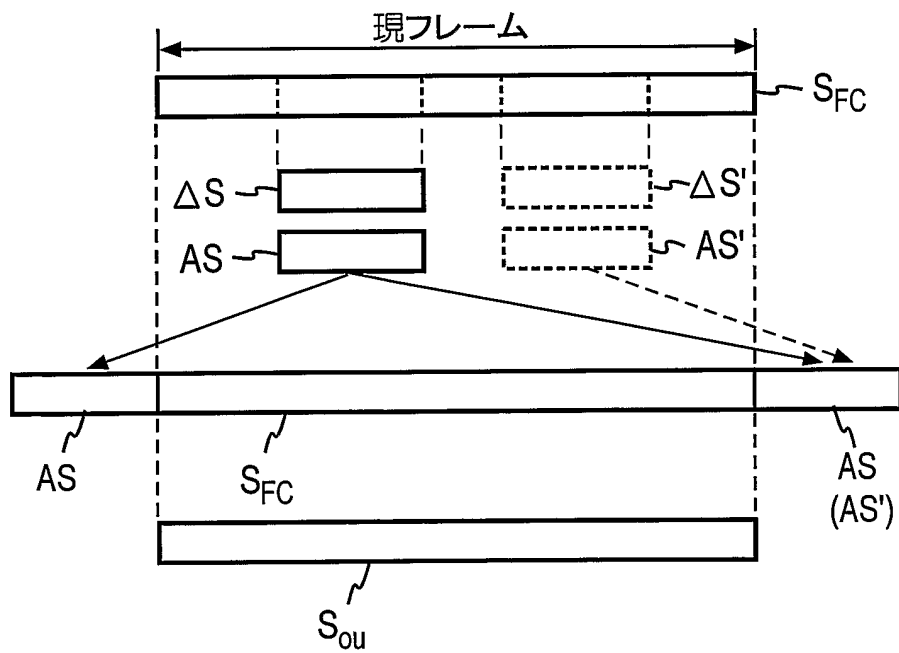


図6A

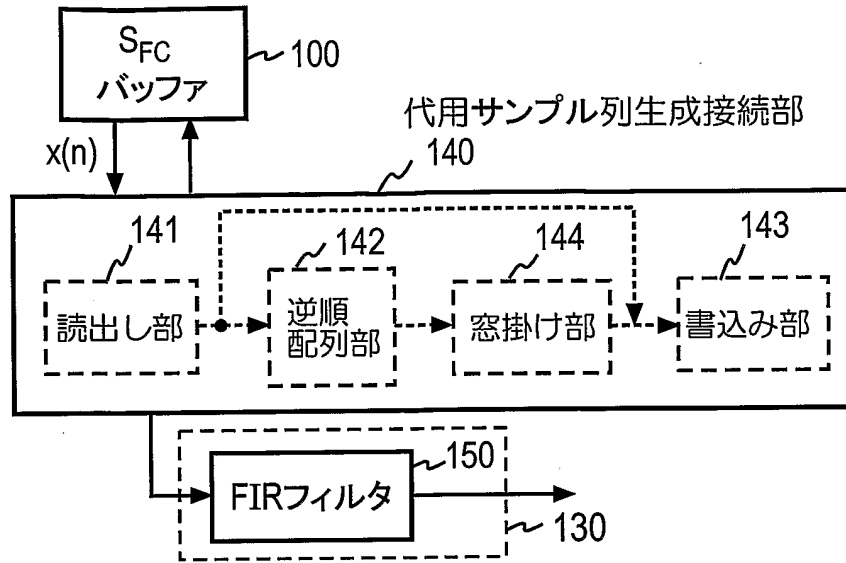
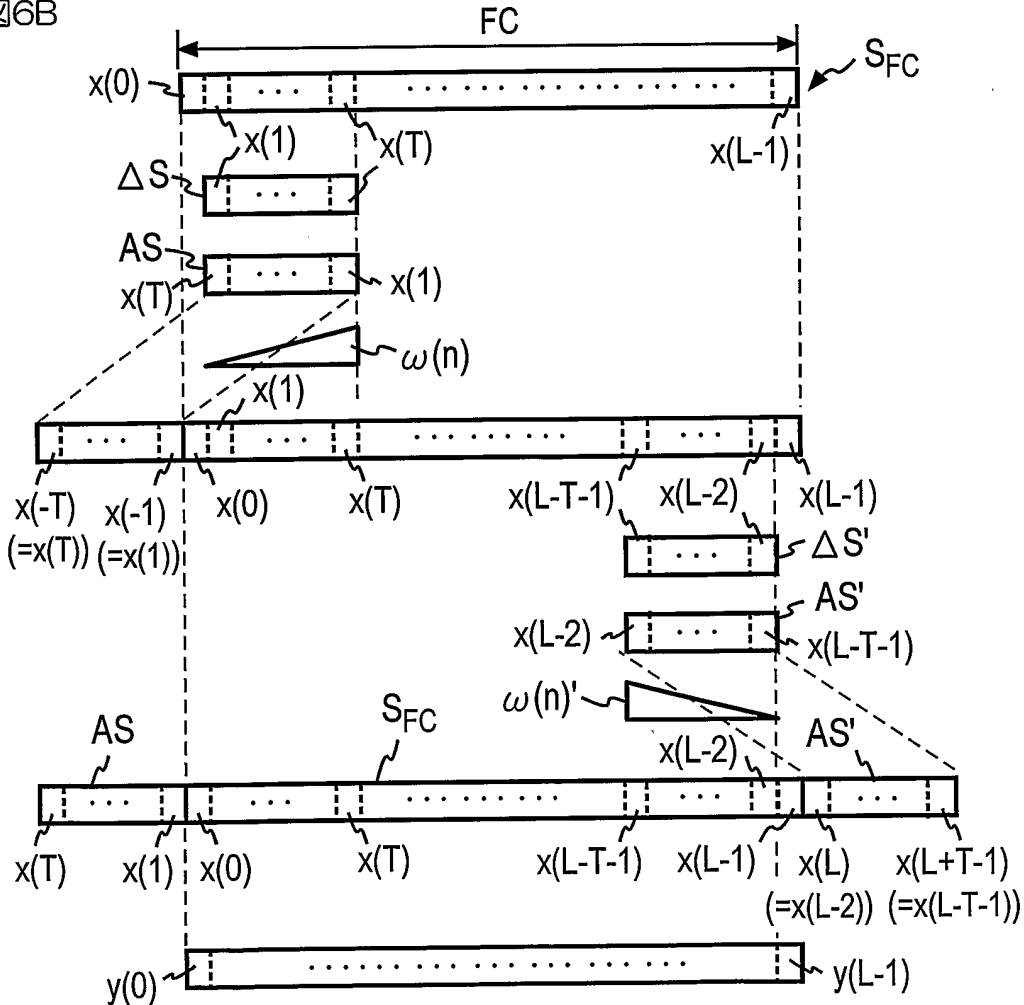


図6B



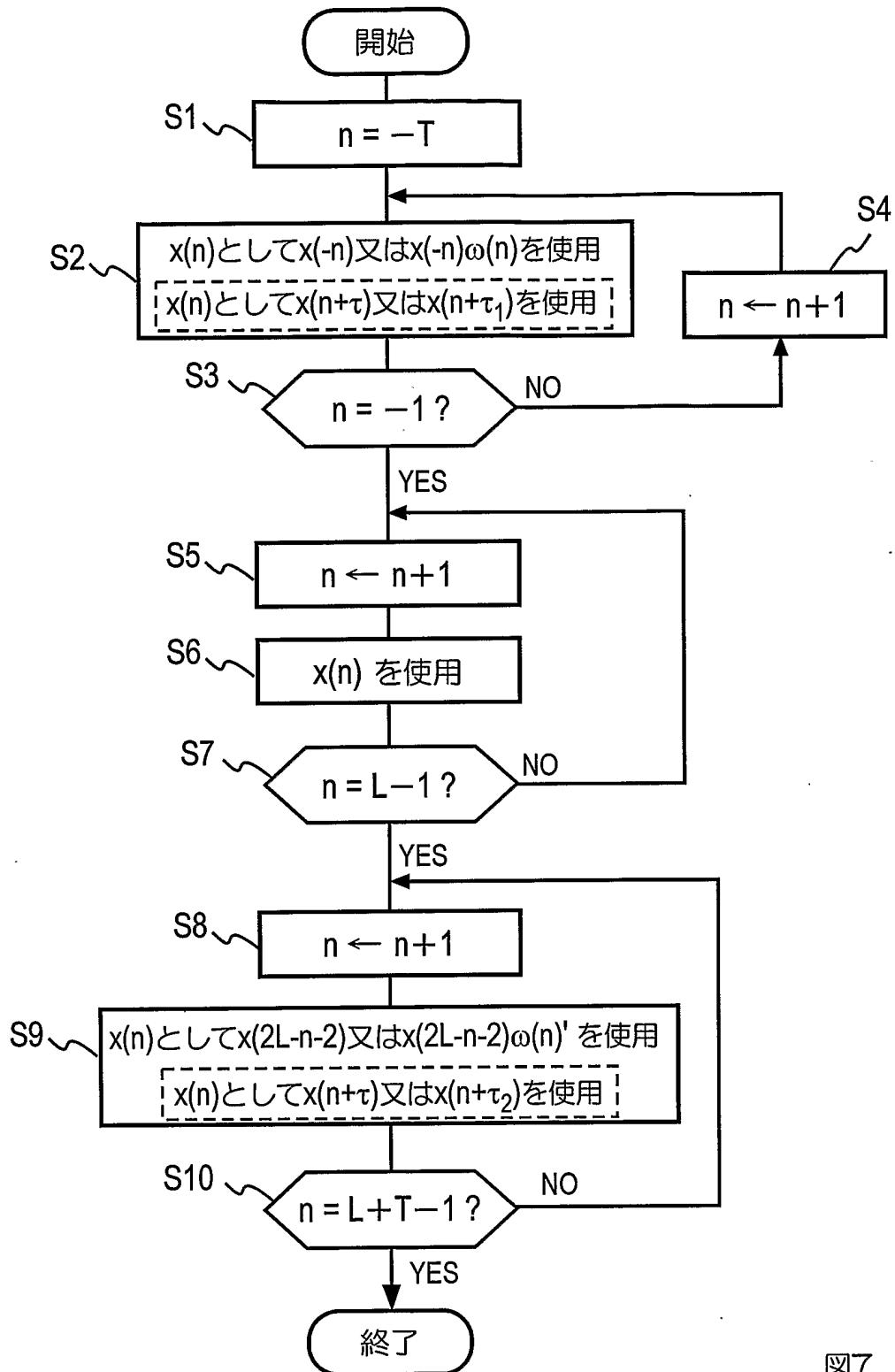


図7

図8A

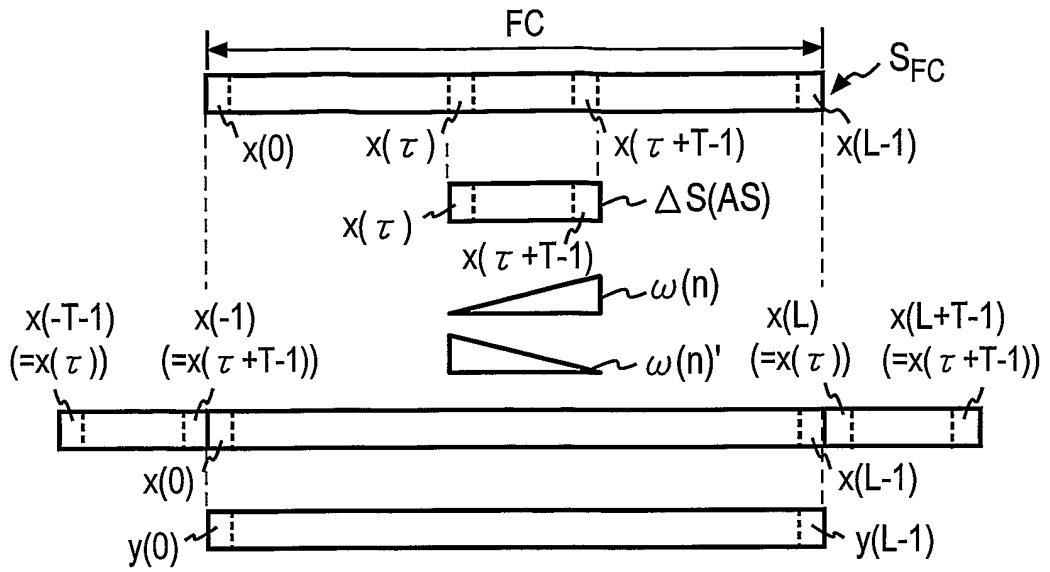


図8B

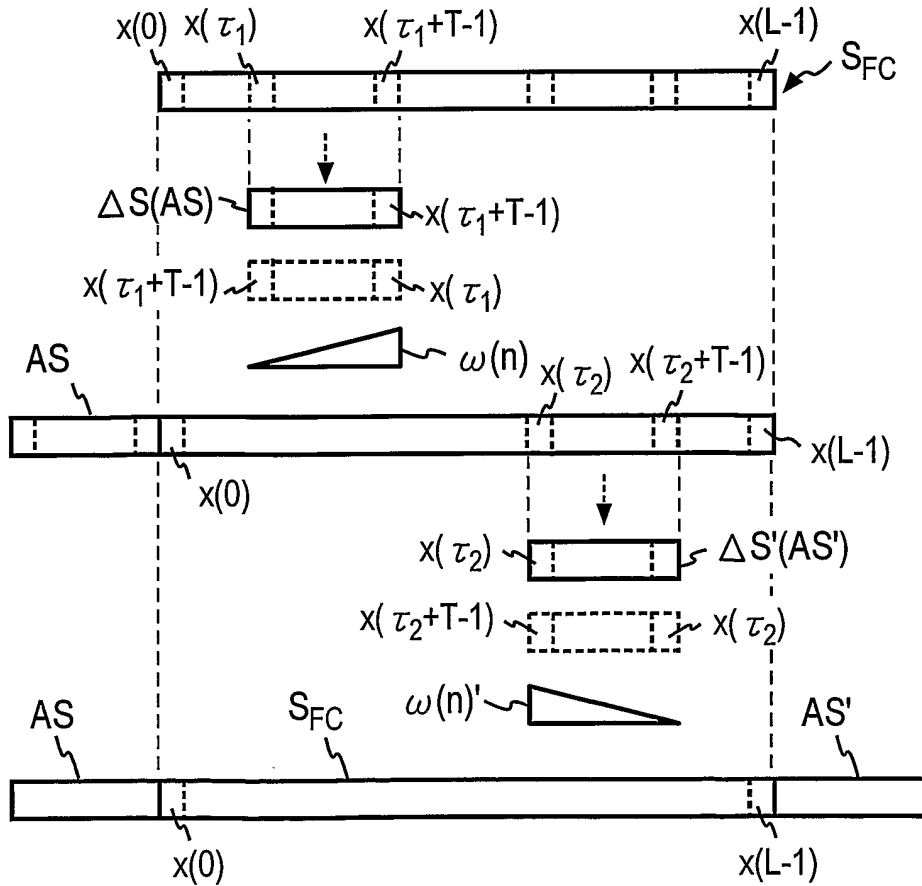


図9A

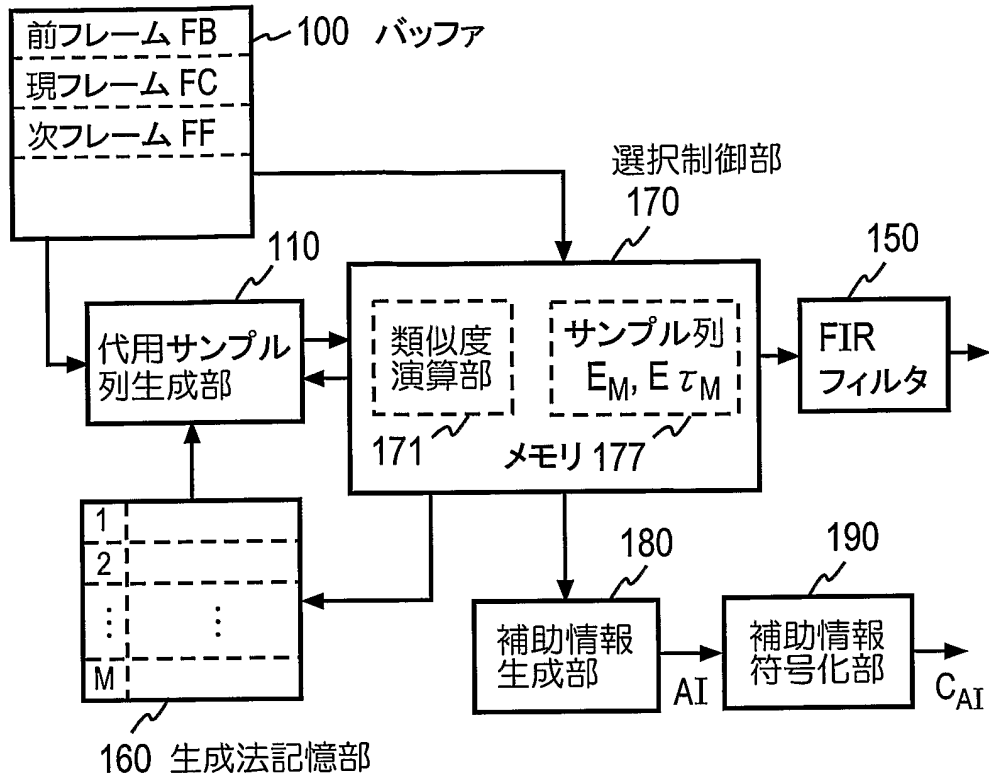
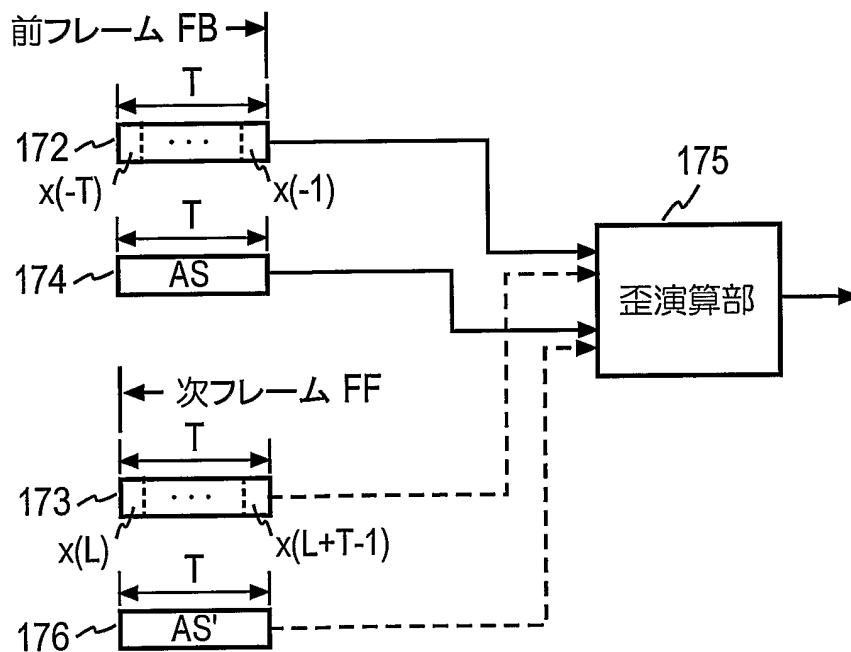


図9B



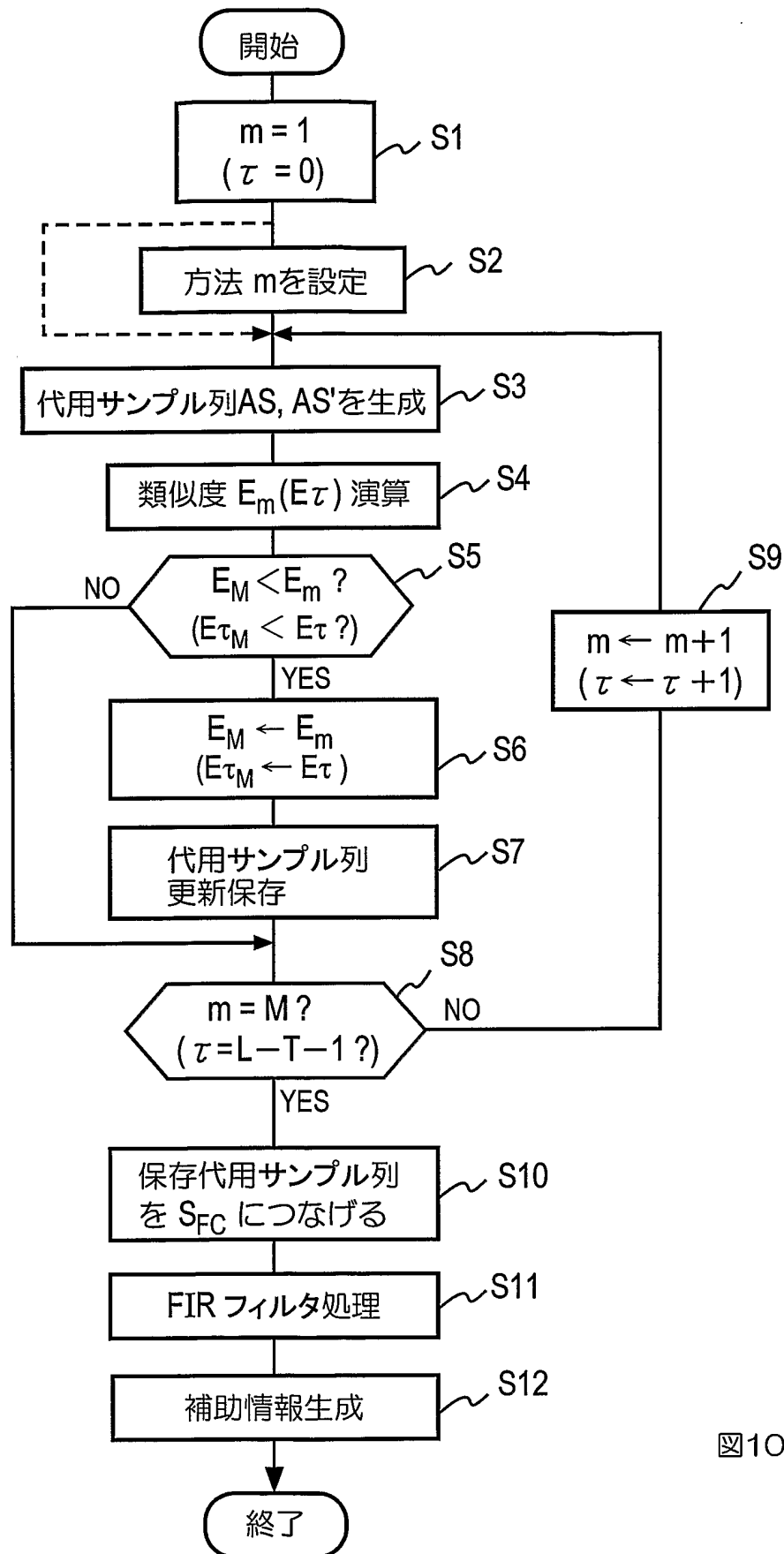


図10

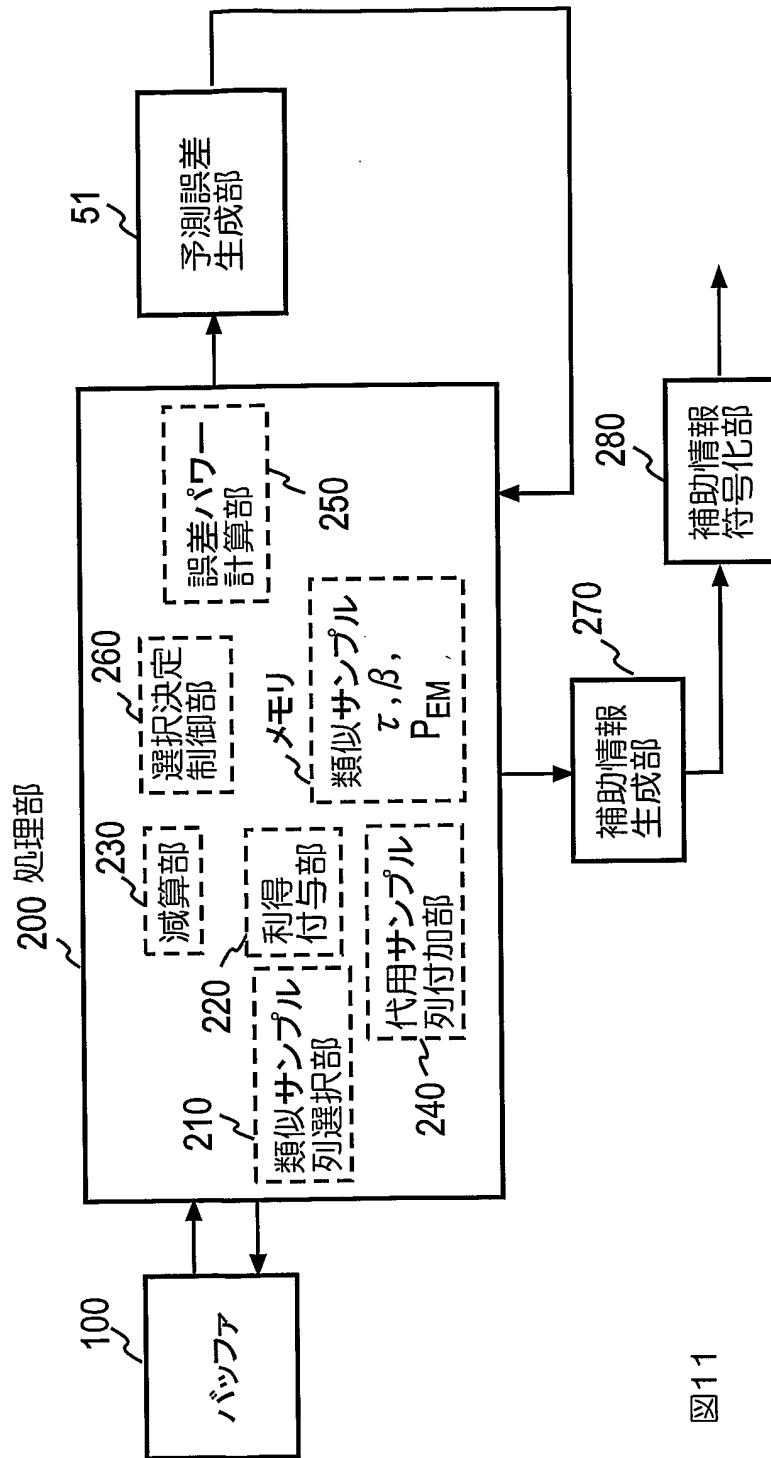


図11

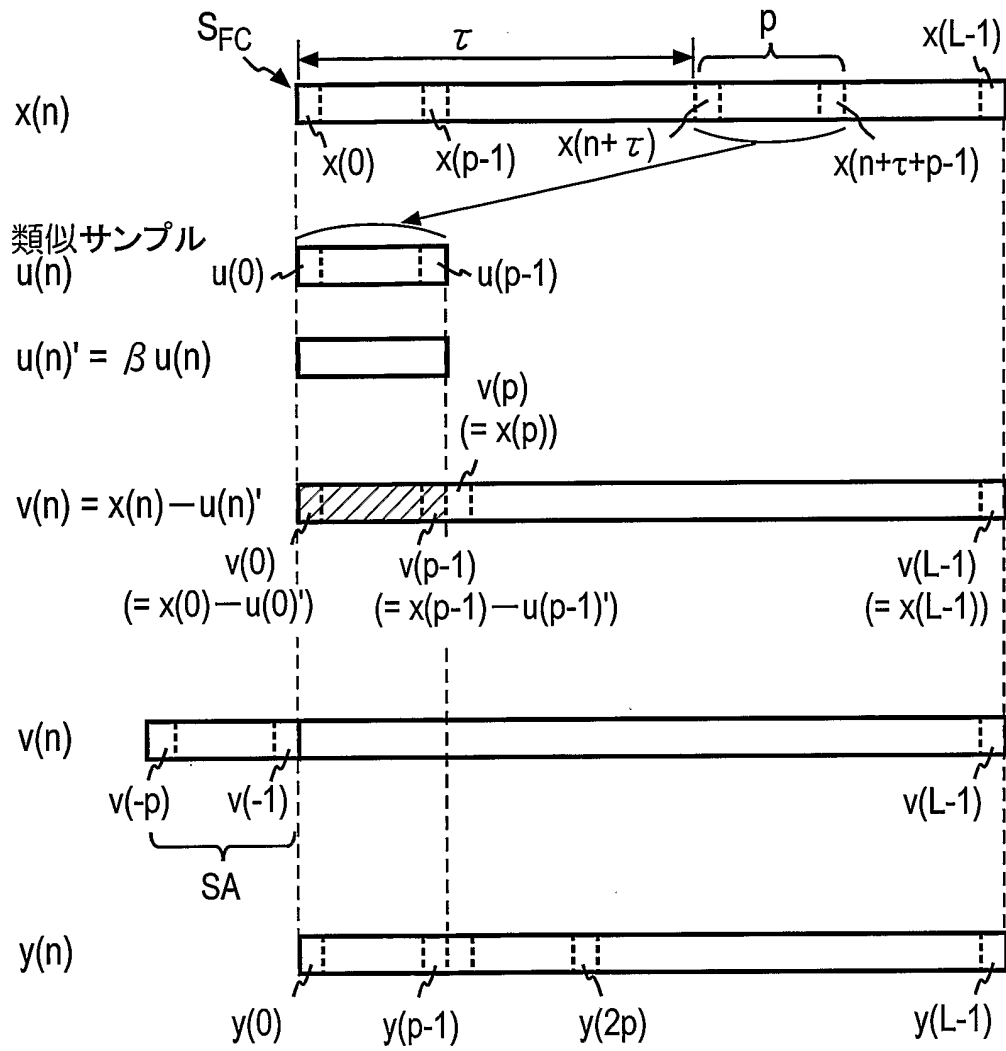


図12

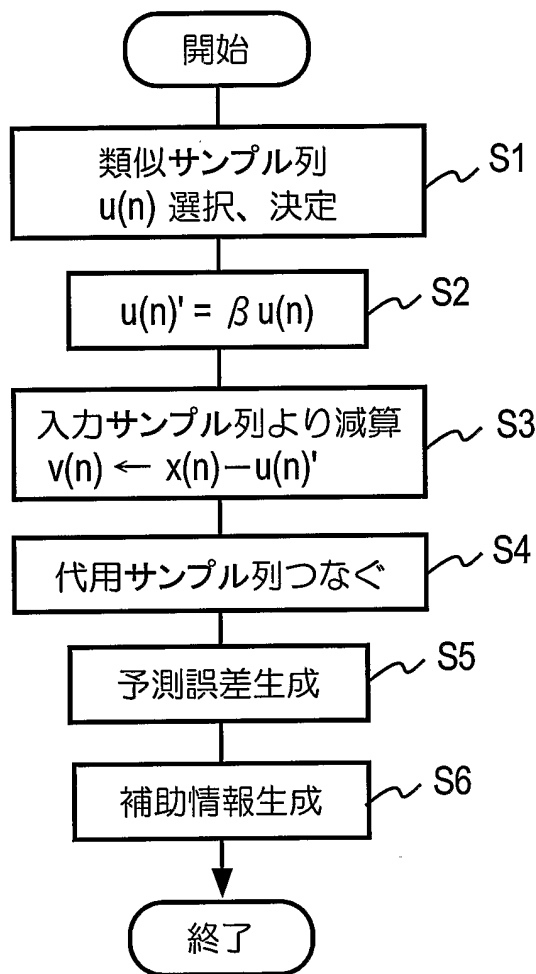


図13

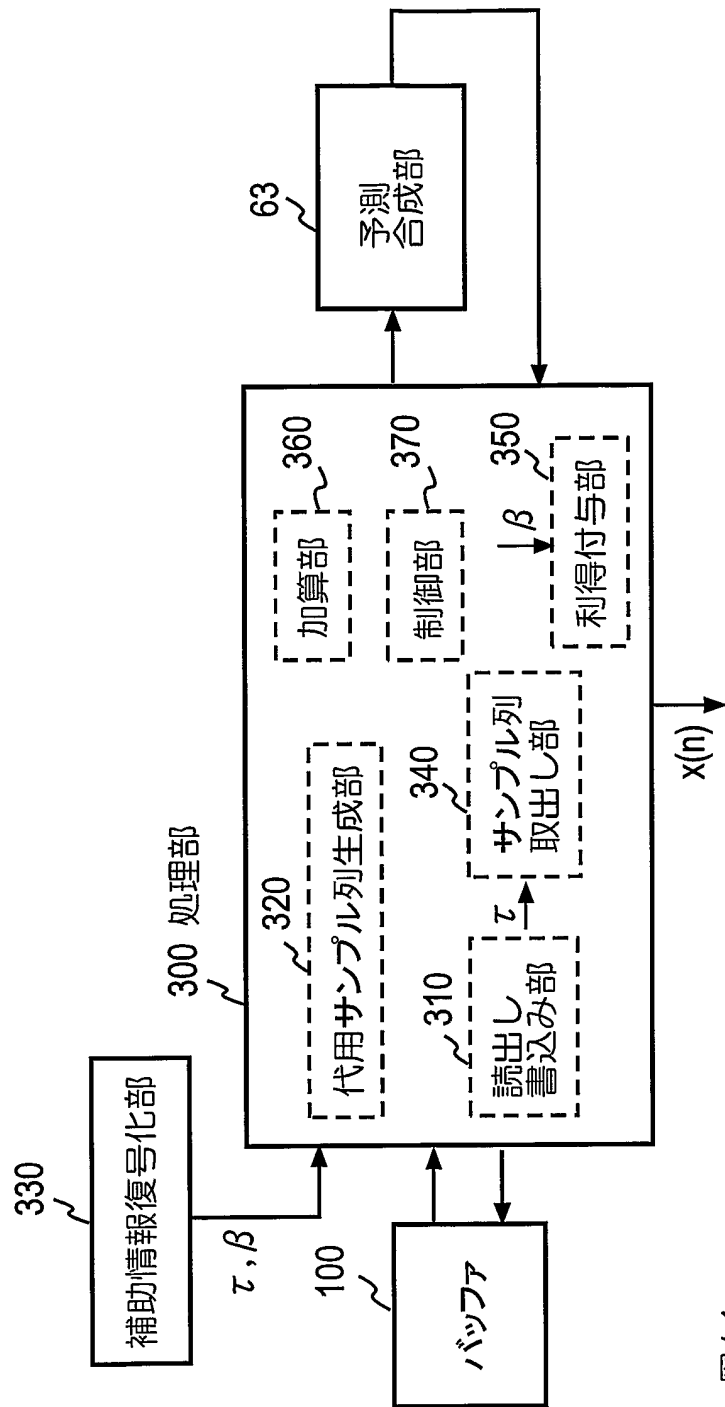
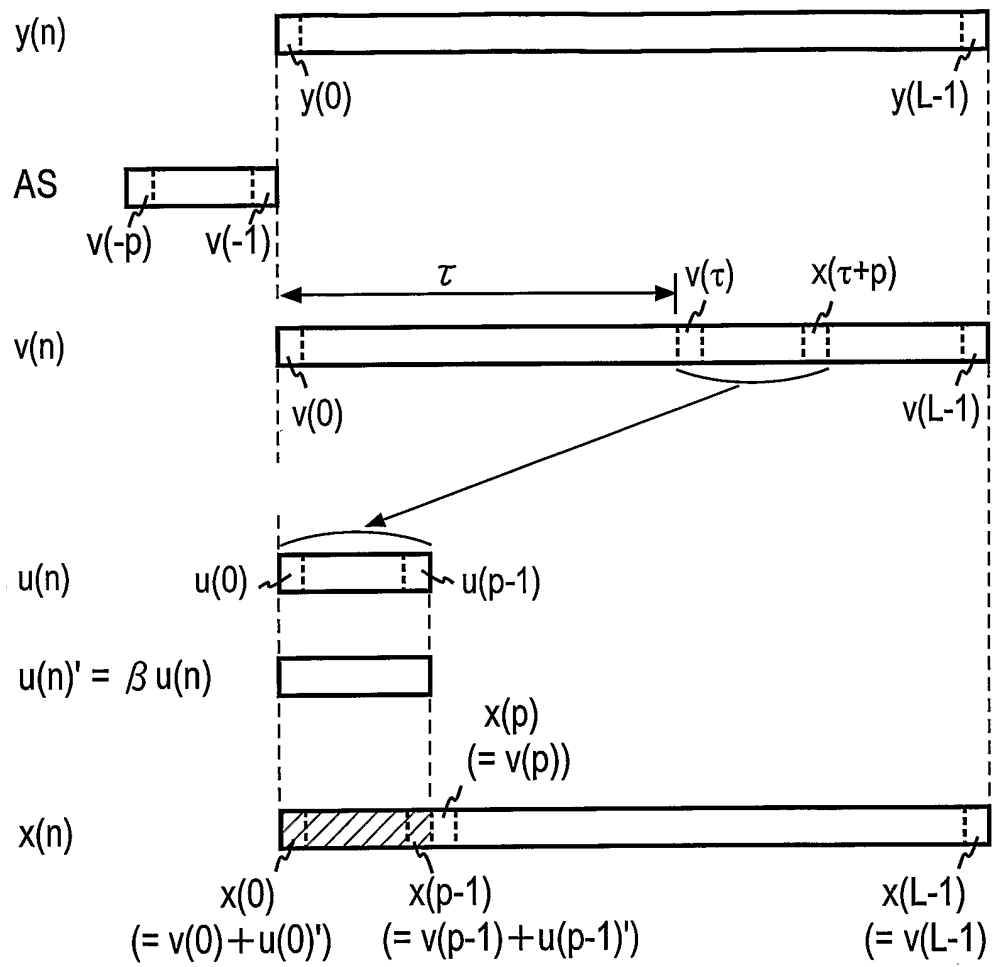


図14



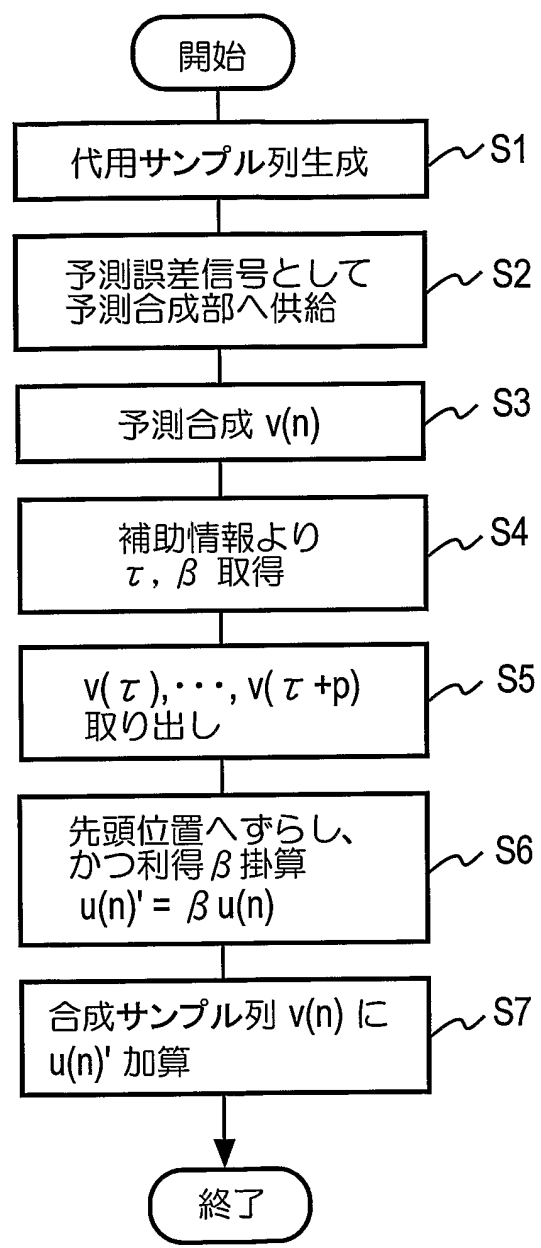


図16

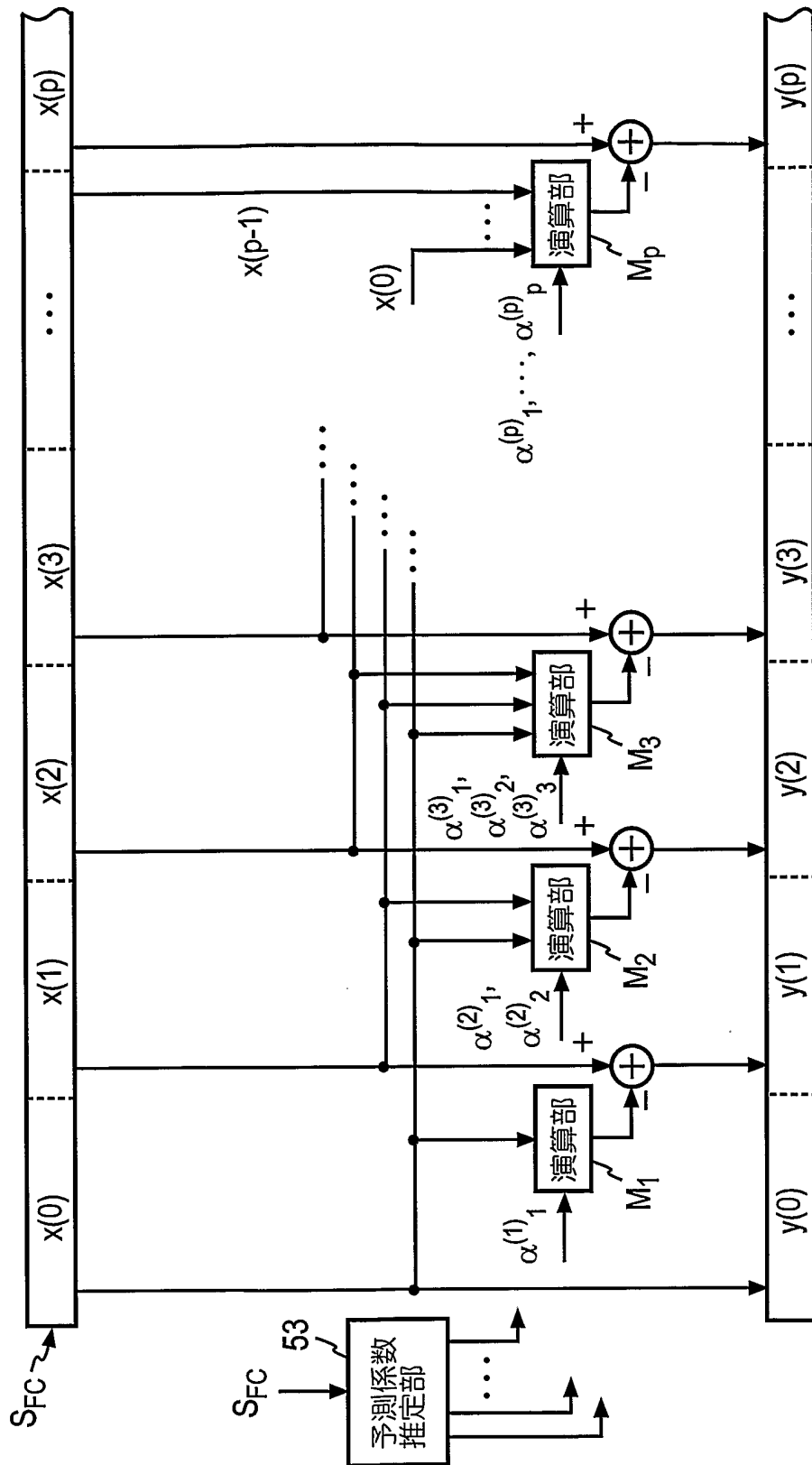


图17

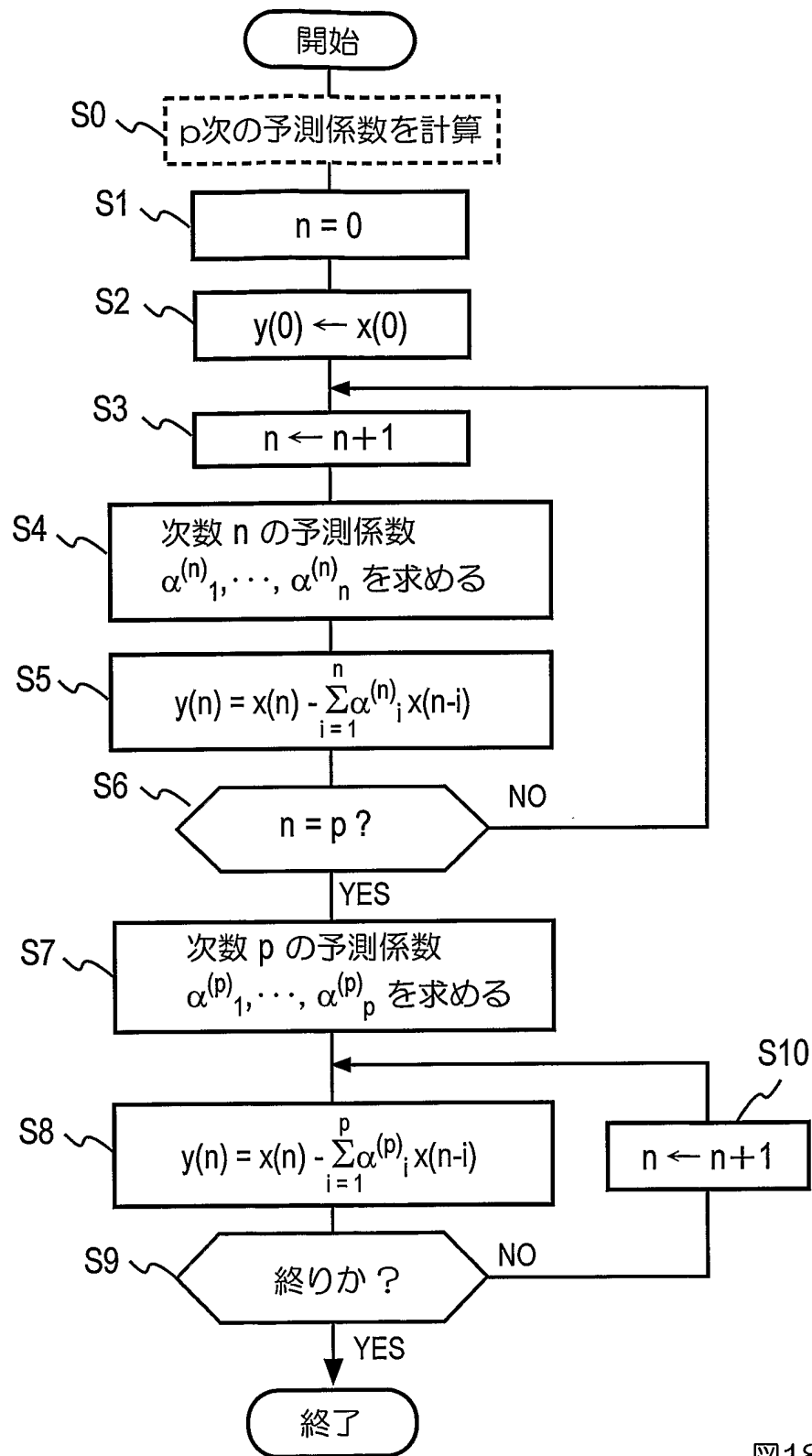


図18

n	$\alpha^{(n)}_1$	$\alpha^{(n)}_2$	-----	$\alpha^{(n)}_{p-1}$	$\alpha^{(n)}_p$
0	0	0	-----	0	0
1	$\alpha^{(1)}_1$	0	-----	0	0
⋮	⋮	⋮		⋮	⋮
⋮	⋮	⋮		⋮	⋮
⋮	⋮	⋮		⋮	⋮
⋮	⋮	⋮		⋮	⋮
p-2	$\alpha^{(p-2)}_1$	$\alpha^{(p-2)}_2$	$\alpha^{(p-2)}_3$ -----	0	0
p-1	$\alpha^{(p-1)}_1$	$\alpha^{(p-1)}_2$	$\alpha^{(p-1)}_3$ -----	$\alpha^{(p-1)}_{p-1}$	0
p	$\alpha^{(p)}_1$	$\alpha^{(p)}_2$	$\alpha^{(p)}_3$ -----	$\alpha^{(p)}_{p-1}$	$\alpha^{(p)}_p$
p+1	$\alpha^{(p)}_1$	$\alpha^{(p)}_2$	$\alpha^{(p)}_3$ -----	$\alpha^{(p)}_{p-1}$	$\alpha^{(p)}_p$
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
L-1	$\alpha^{(p)}_1$	$\alpha^{(p)}_2$	$\alpha^{(p)}_3$ -----	$\alpha^{(p)}_{p-1}$	$\alpha^{(p)}_p$

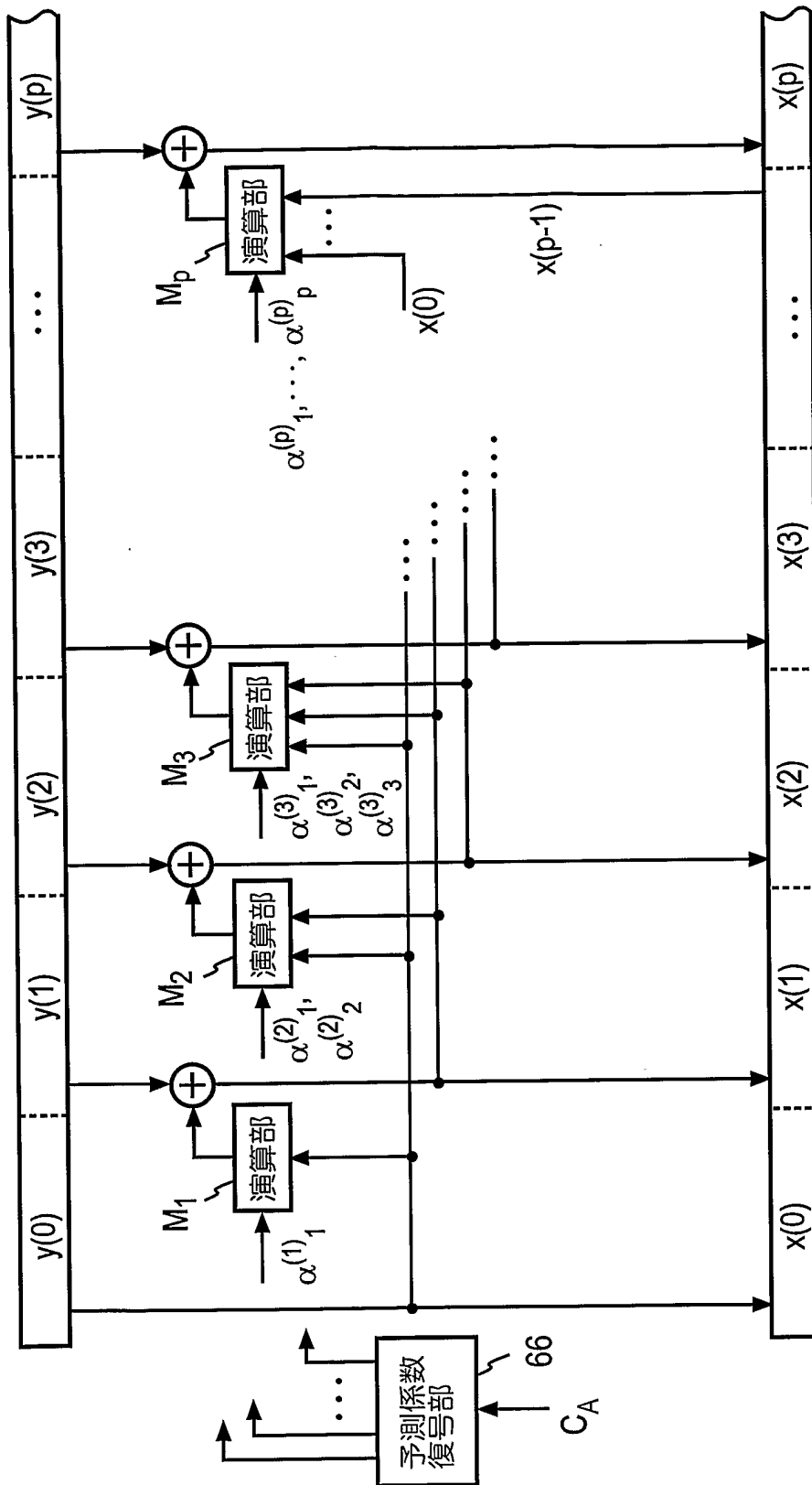
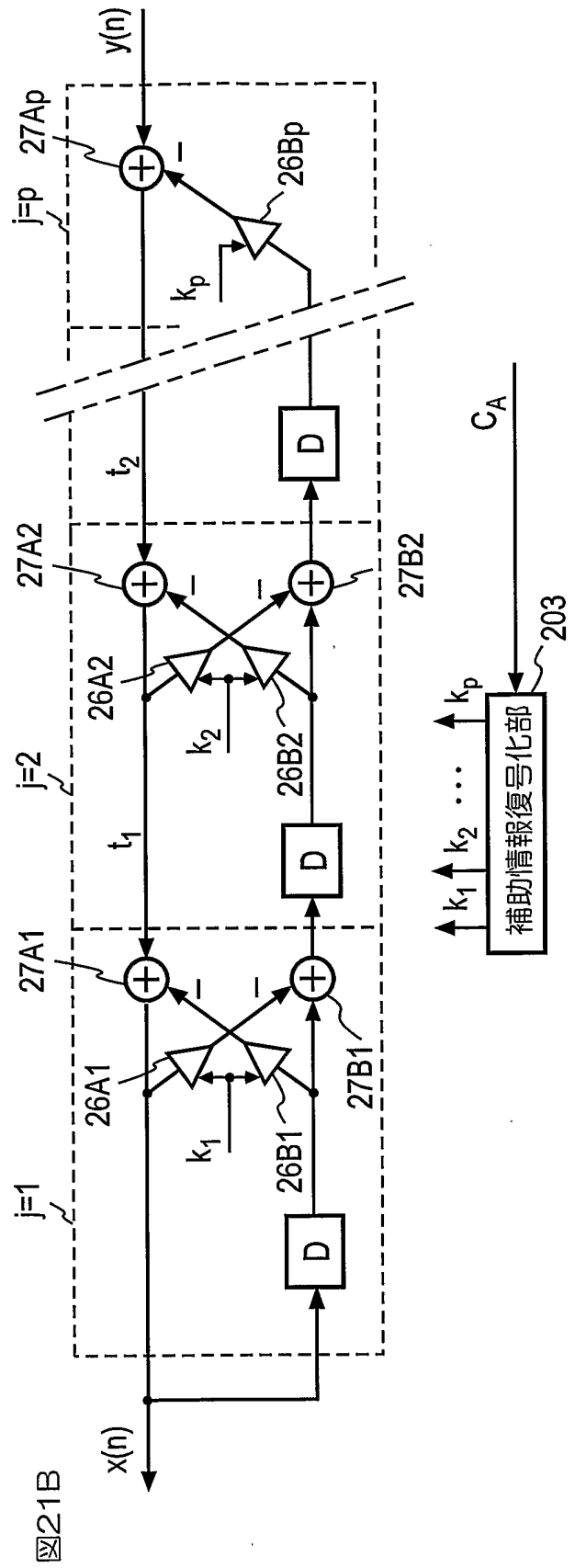
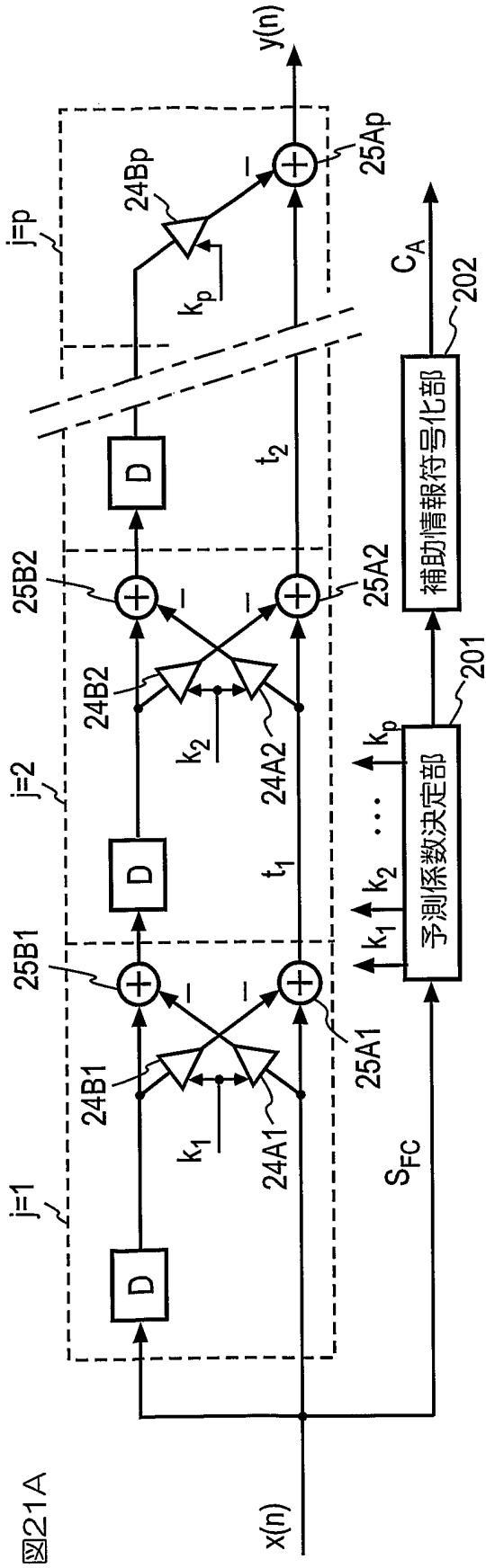


図20



n	k_1	k_2		k_{p-1}	k_p
0	0	0	- - - - -	0	0
1	k_1	0	- - - - -	0	0
2	k_1	k_2	- - - - -	0	0
⋮	⋮	⋮		⋮	⋮
⋮	⋮	⋮		⋮	⋮
⋮	⋮	⋮		⋮	⋮
⋮	⋮	⋮		⋮	⋮
p-1	k_1	k_2	- - - - -	k_{p-1}	0
p	k_1	k_2	- - - - -	k_{p-1}	k_p
p+1	k_1	k_2	- - - - -	k_{p-1}	k_p
⋮	⋮	⋮		⋮	⋮
⋮	⋮	⋮		⋮	⋮
L-1	k_1	k_2	- - - - -	k_{p-1}	k_p

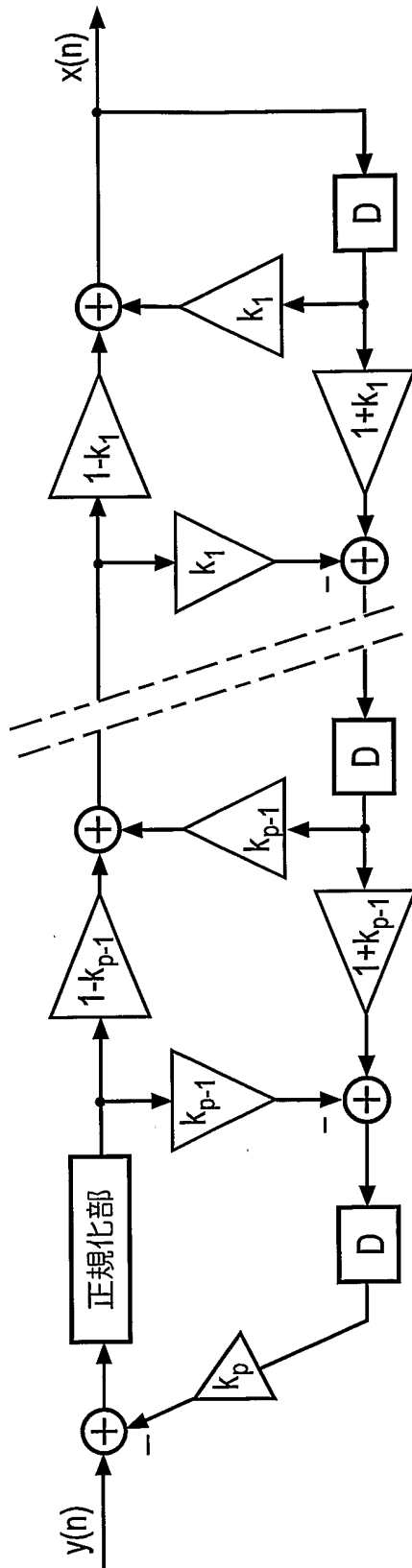


図24

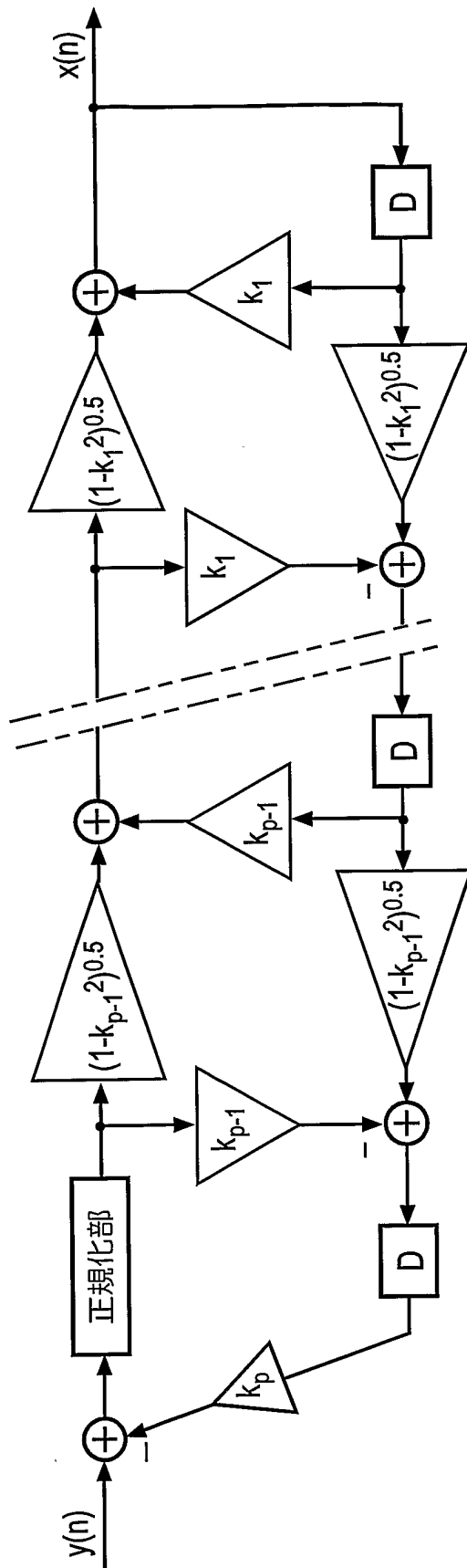


図25

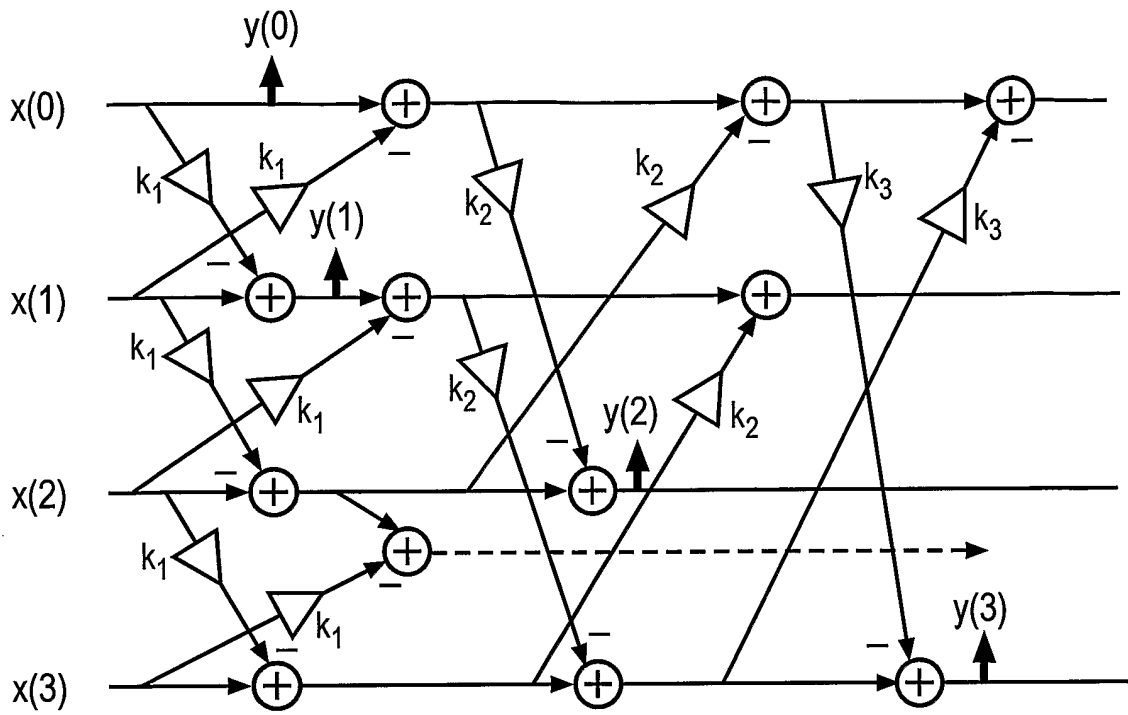


図26

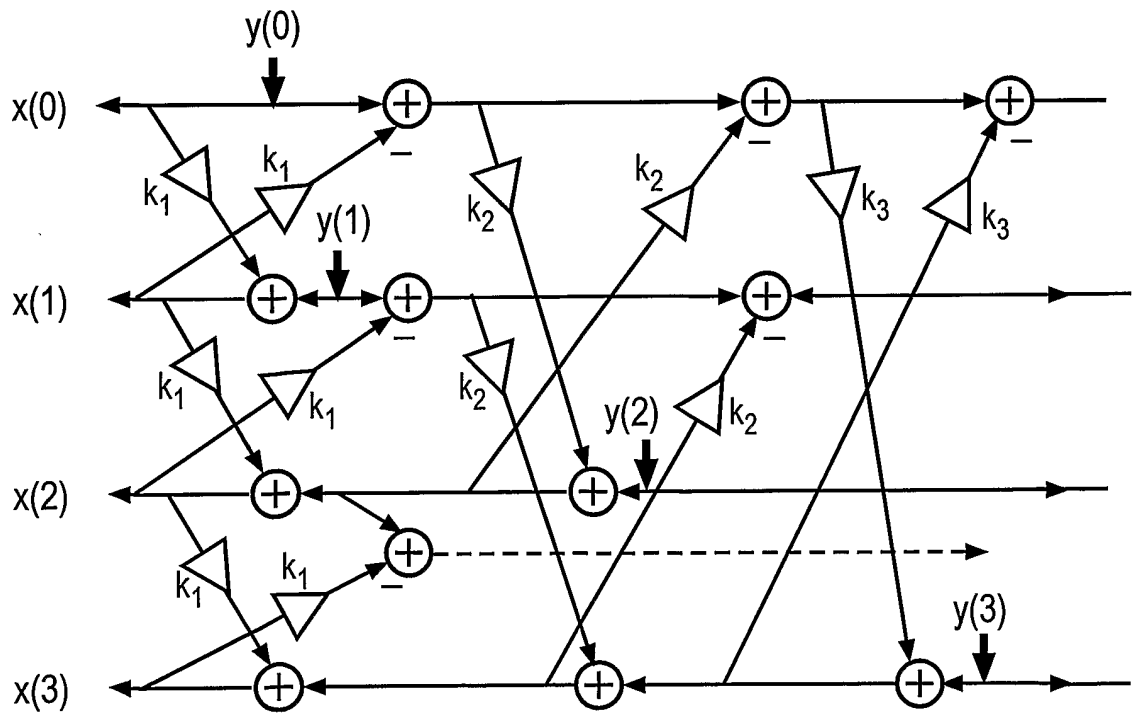


図27

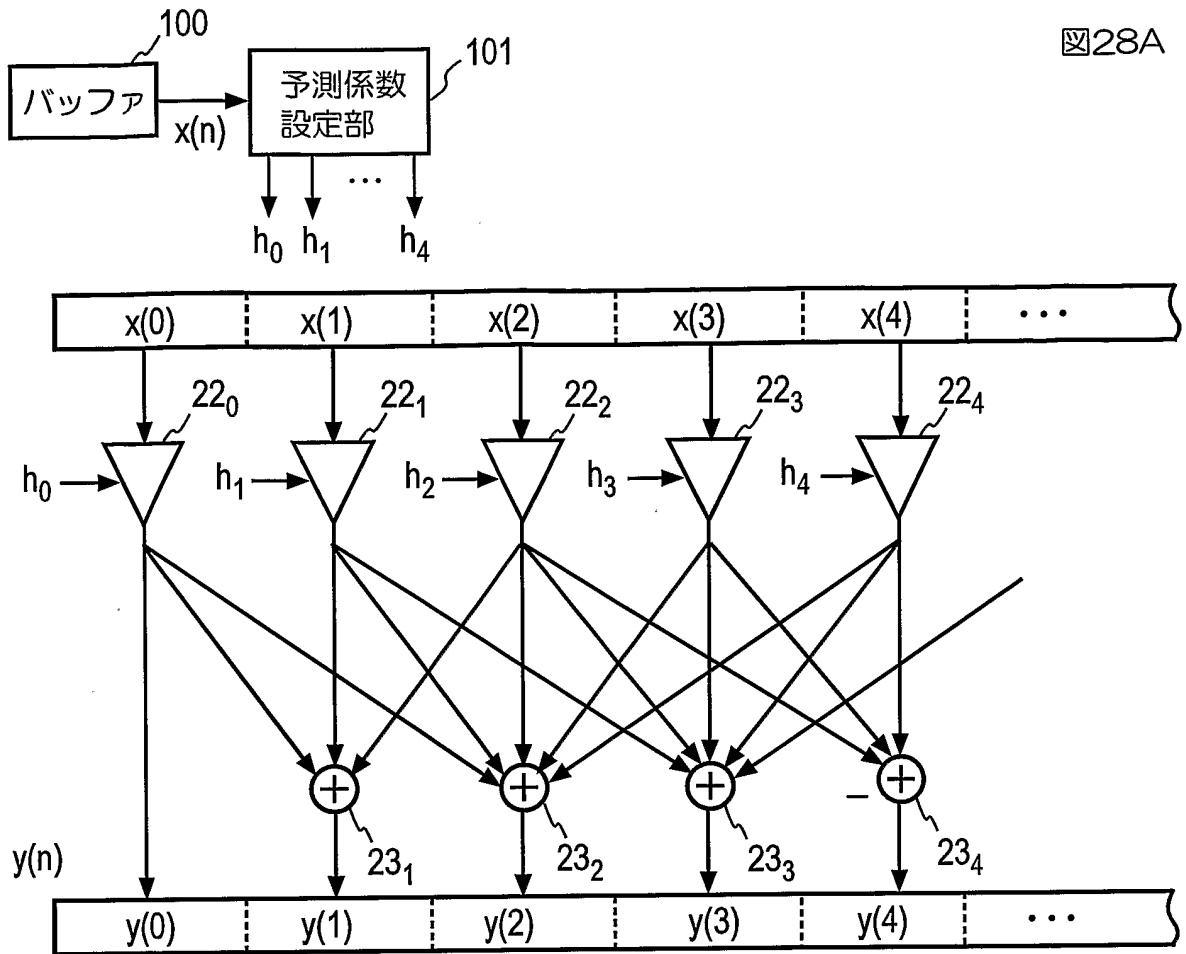
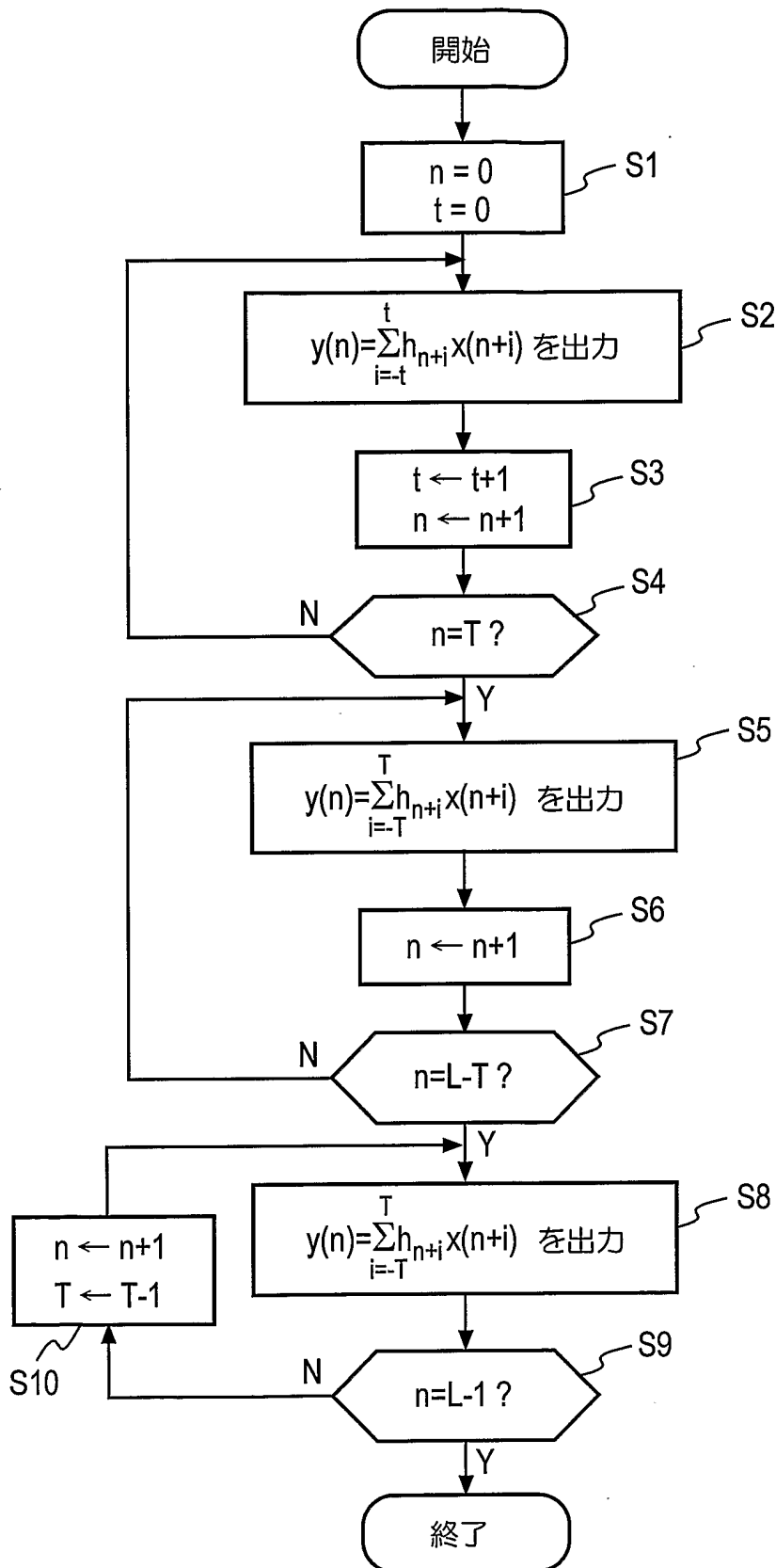


図28A

$n \backslash h$	h_0	h_1	h_2	h_3	h_4
0	h_0	0	0	0	0
1	h_0	h_1	h_2	0	0
2	h_0	h_1	h_2	h_3	h_4
3	h_0	h_1	h_2	h_3	h_4
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots
L-3	h_0	h_1	h_2	h_3	h_4
L-2	h_0	h_1	h_2	0	0
L-1	h_0	0	0	0	0

図28B

28/41



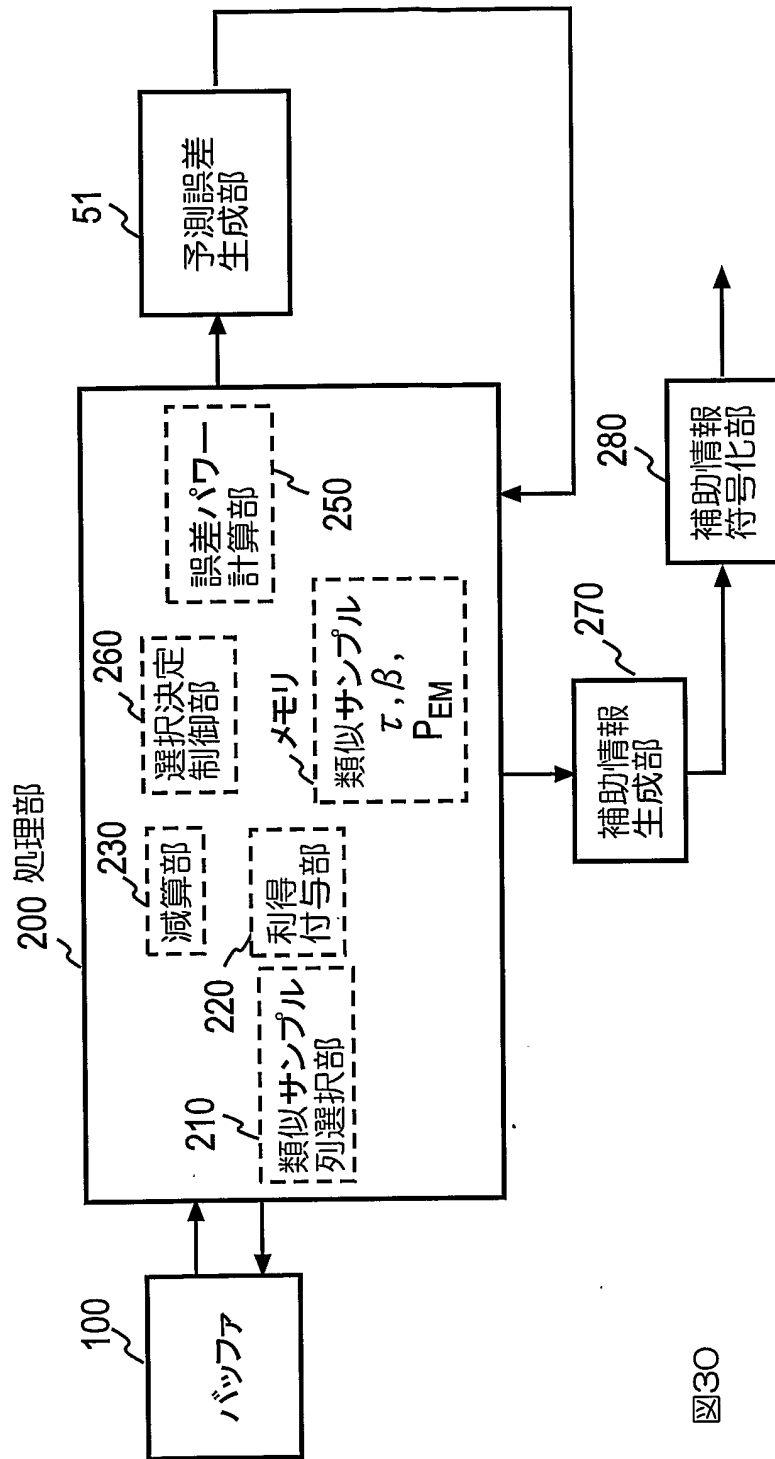


図30

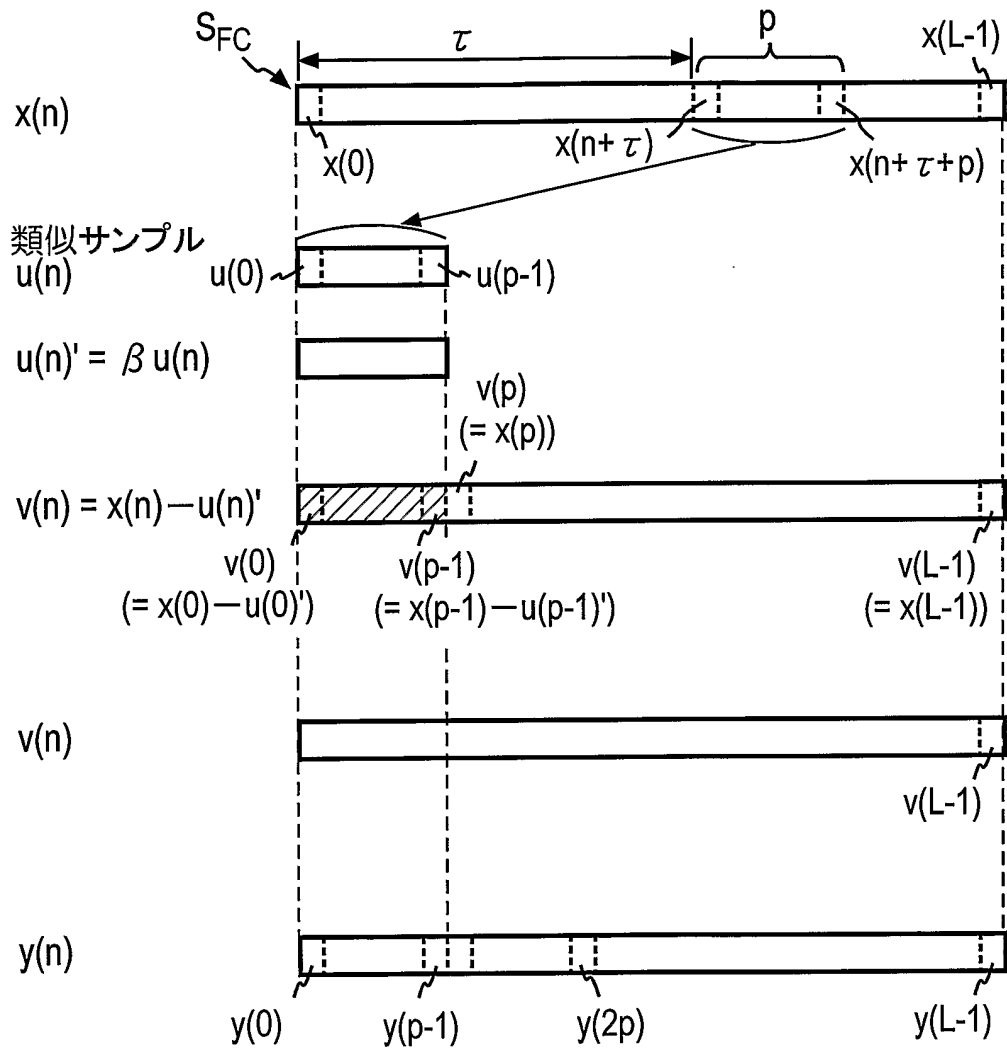


図31

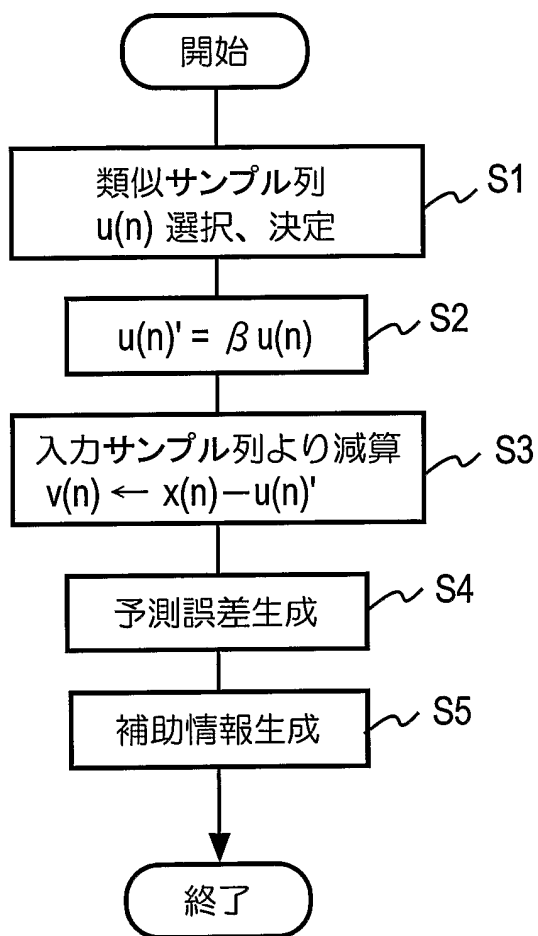


図32

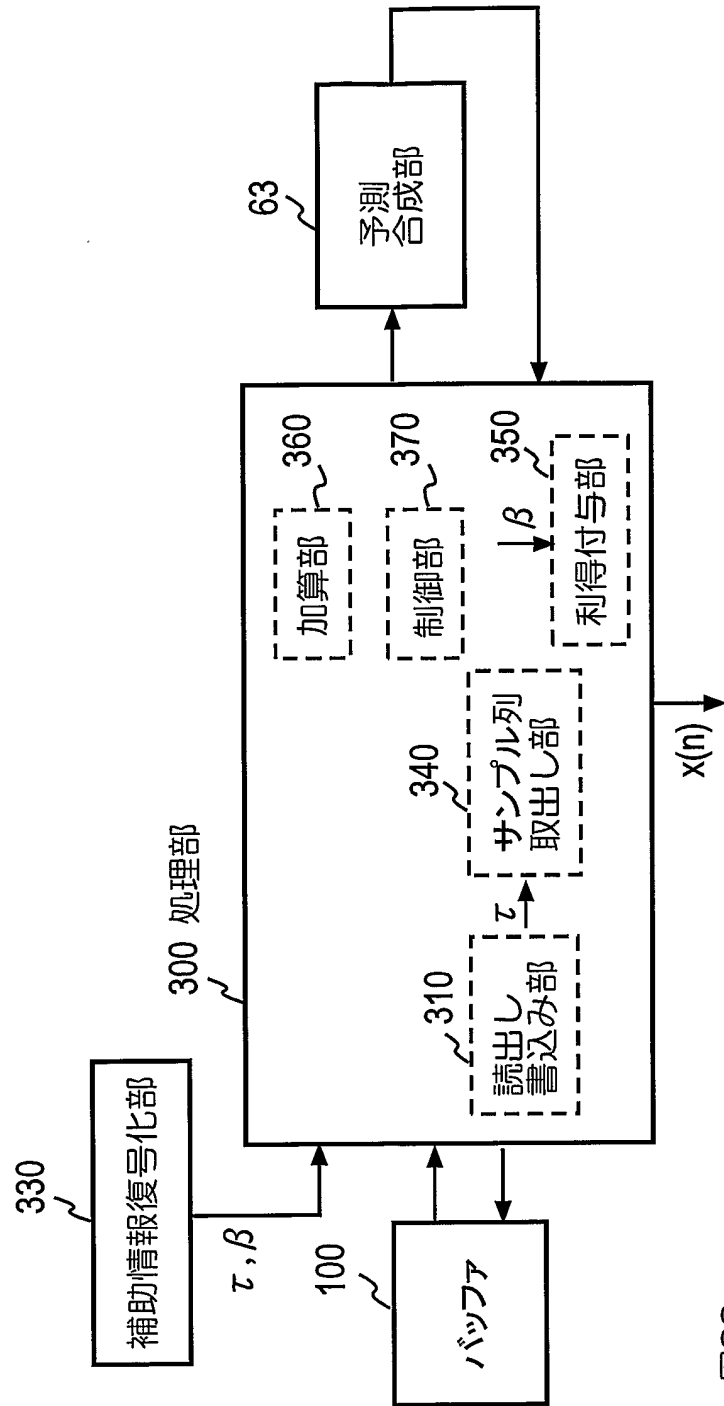


図33

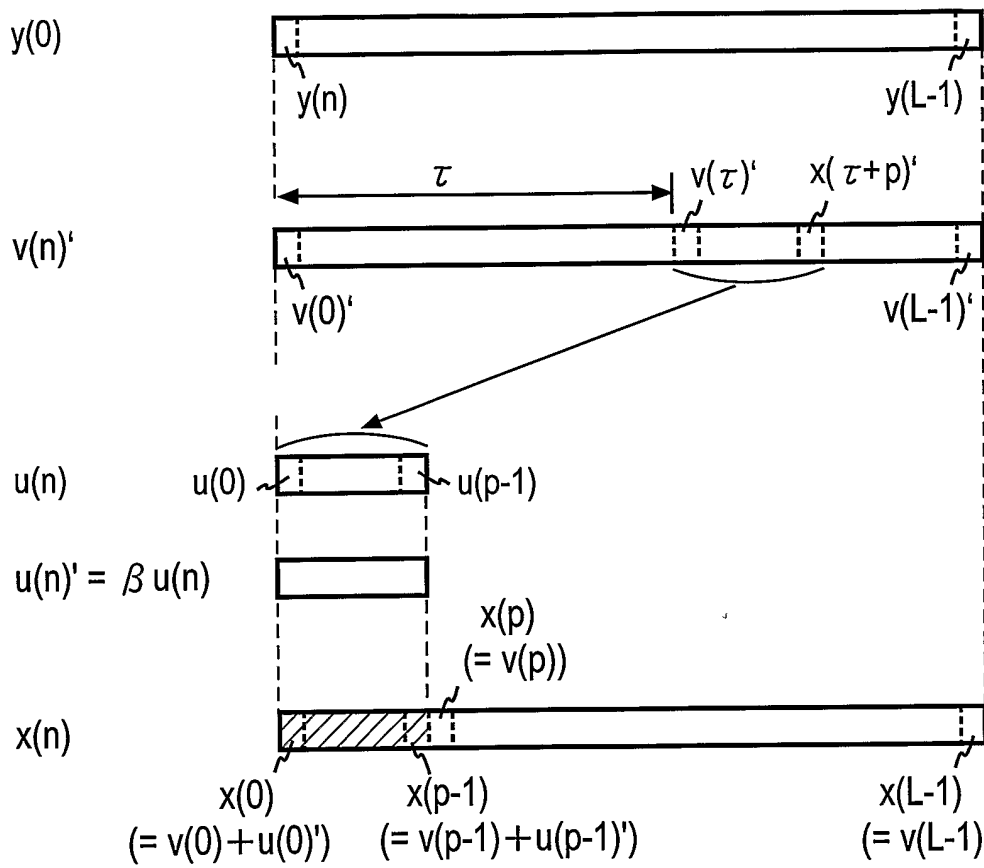


図34

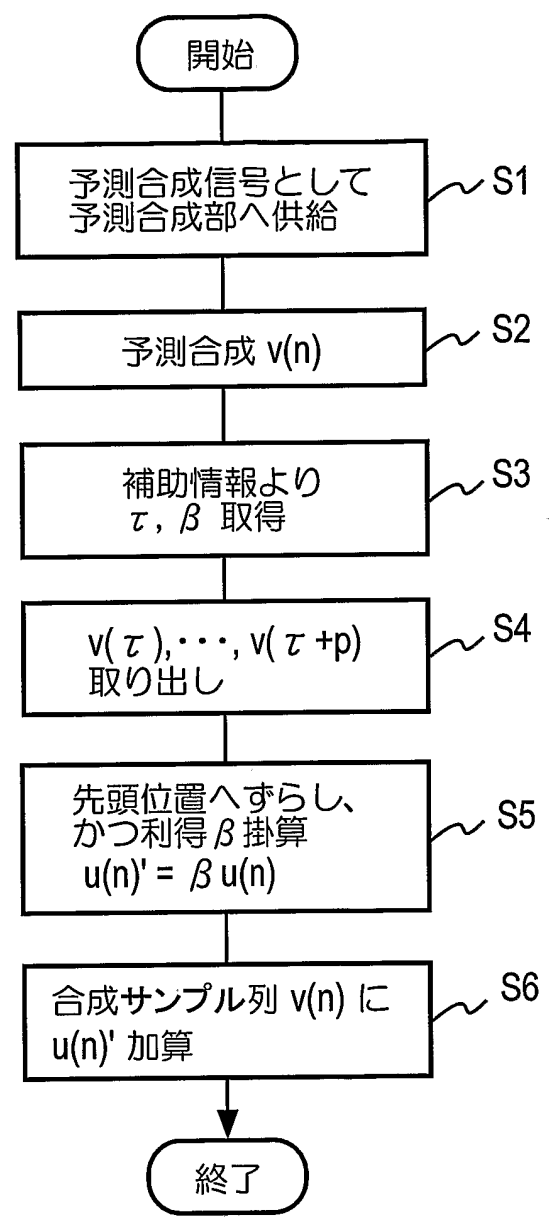


図35

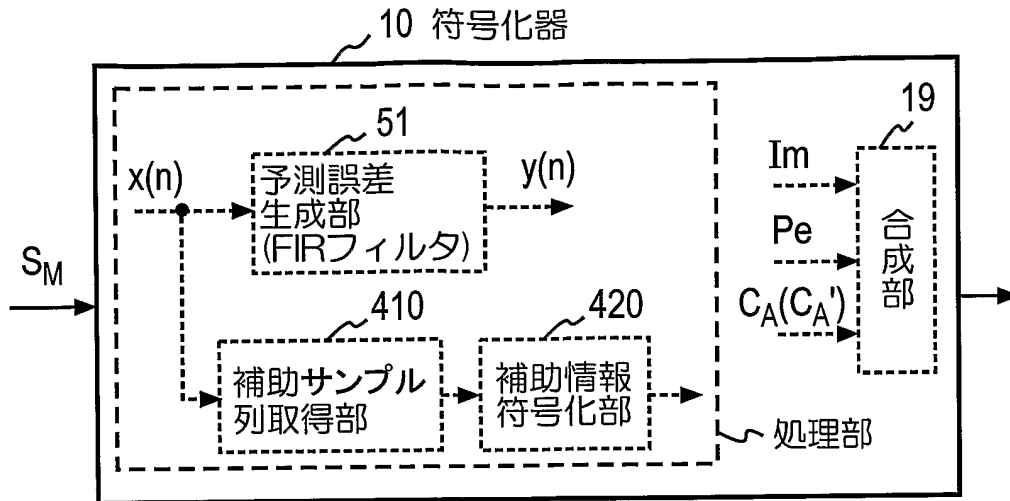


図36

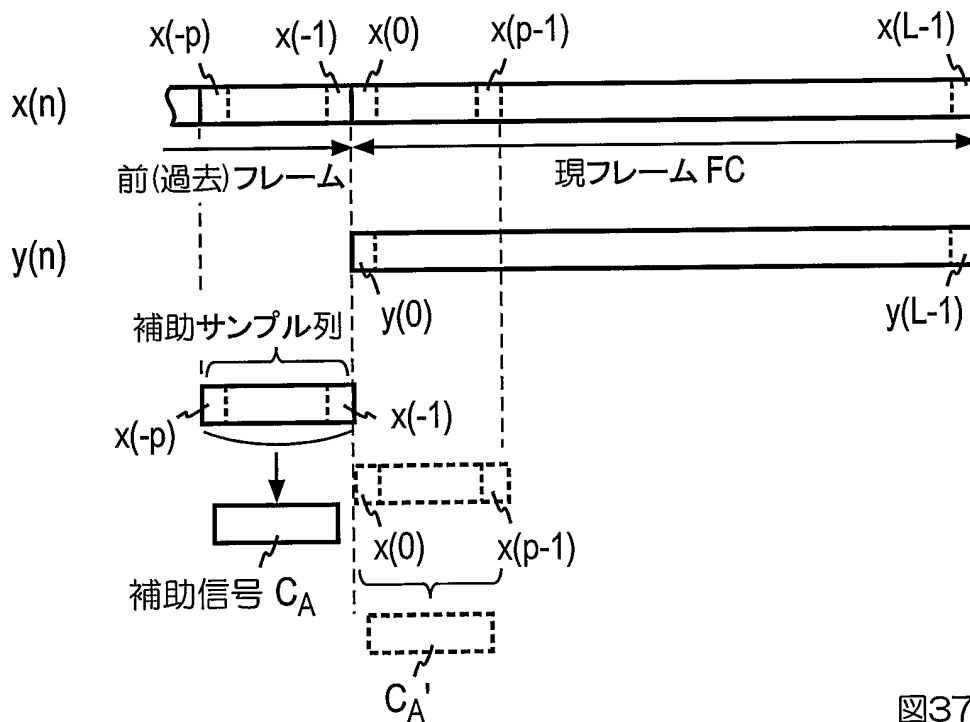


図37

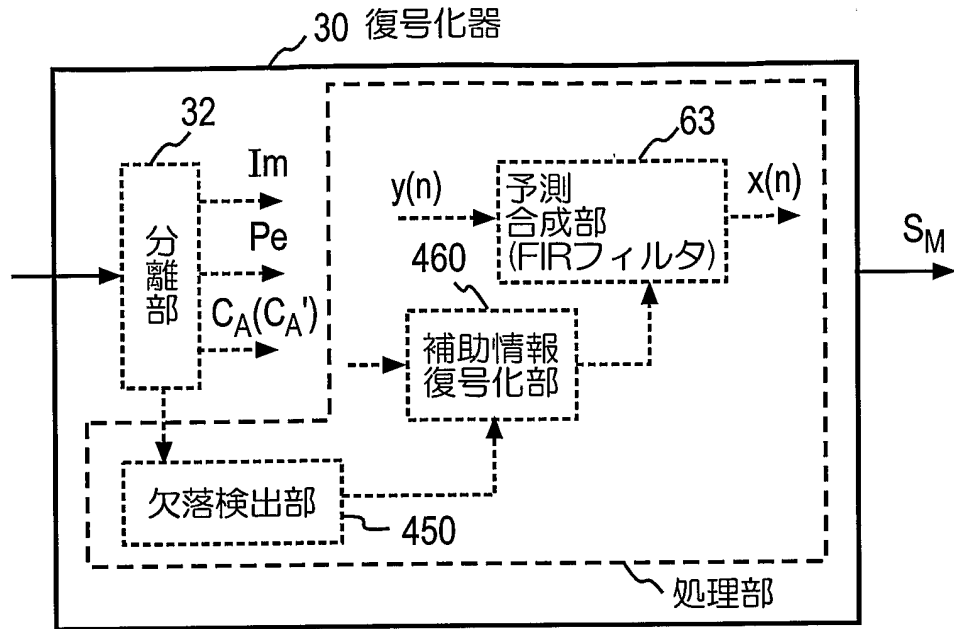


図38

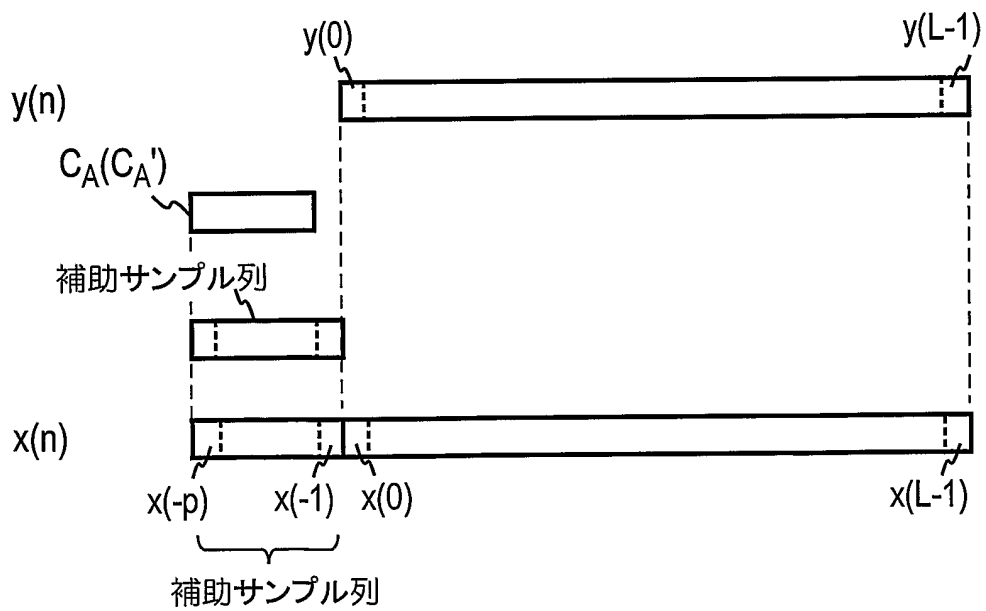


図39

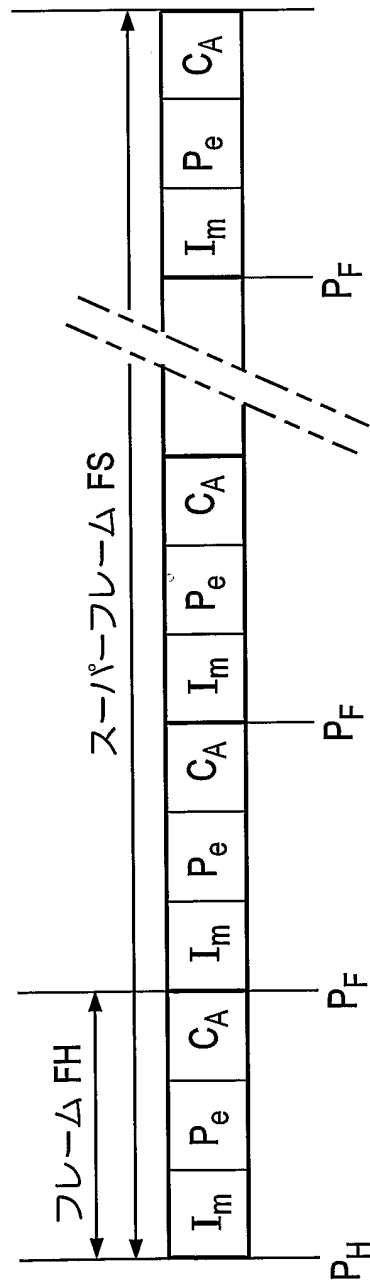


図40

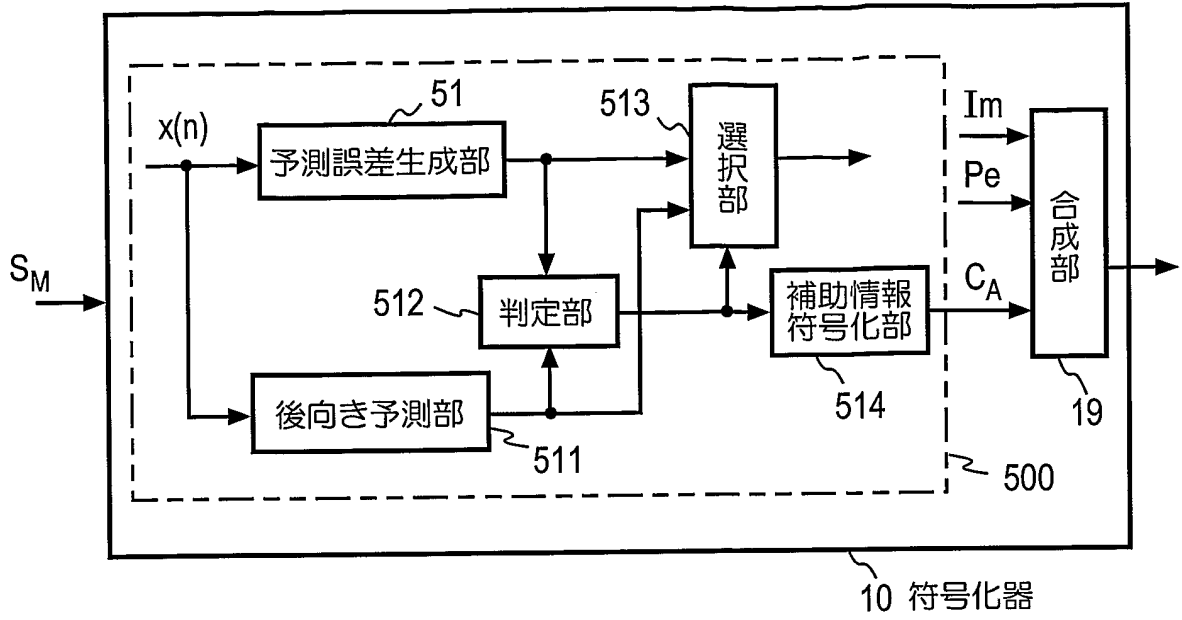


図41A

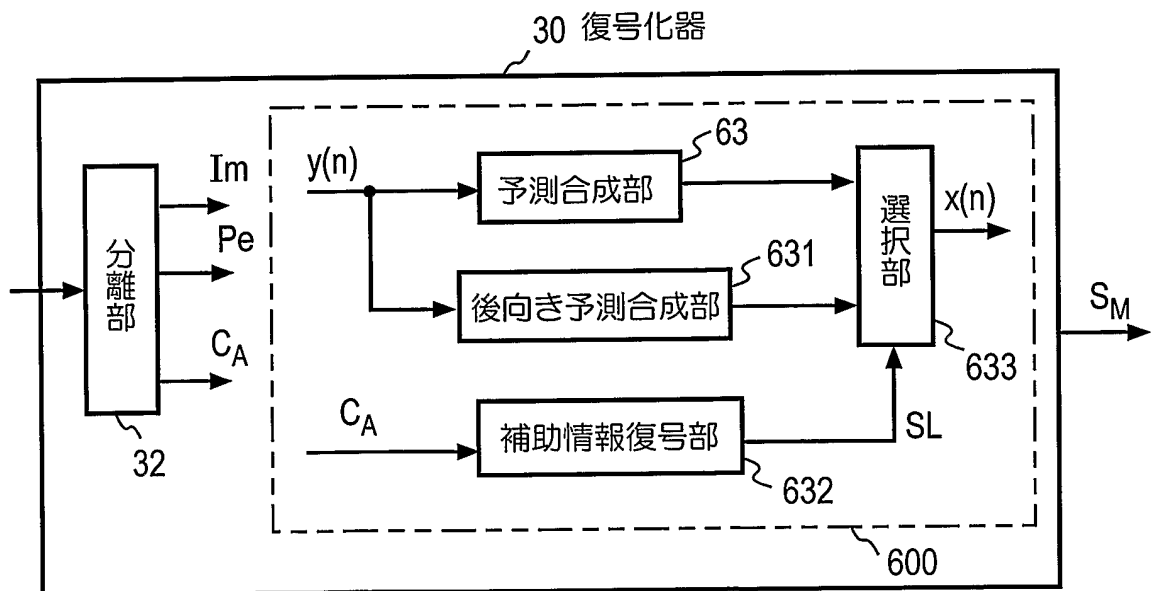


図41B

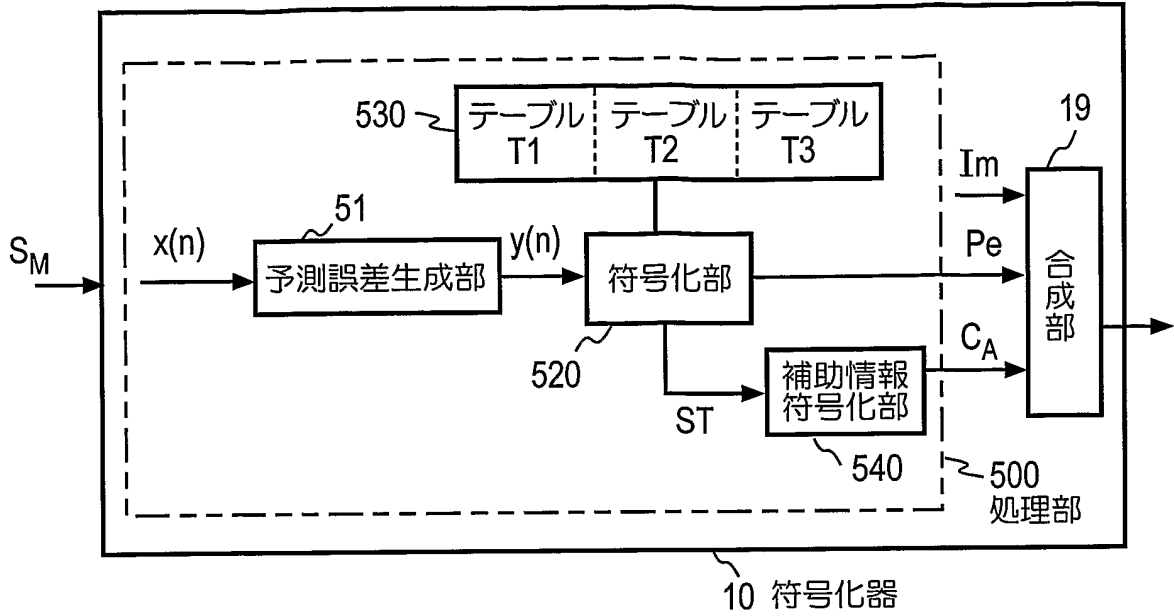


図42A

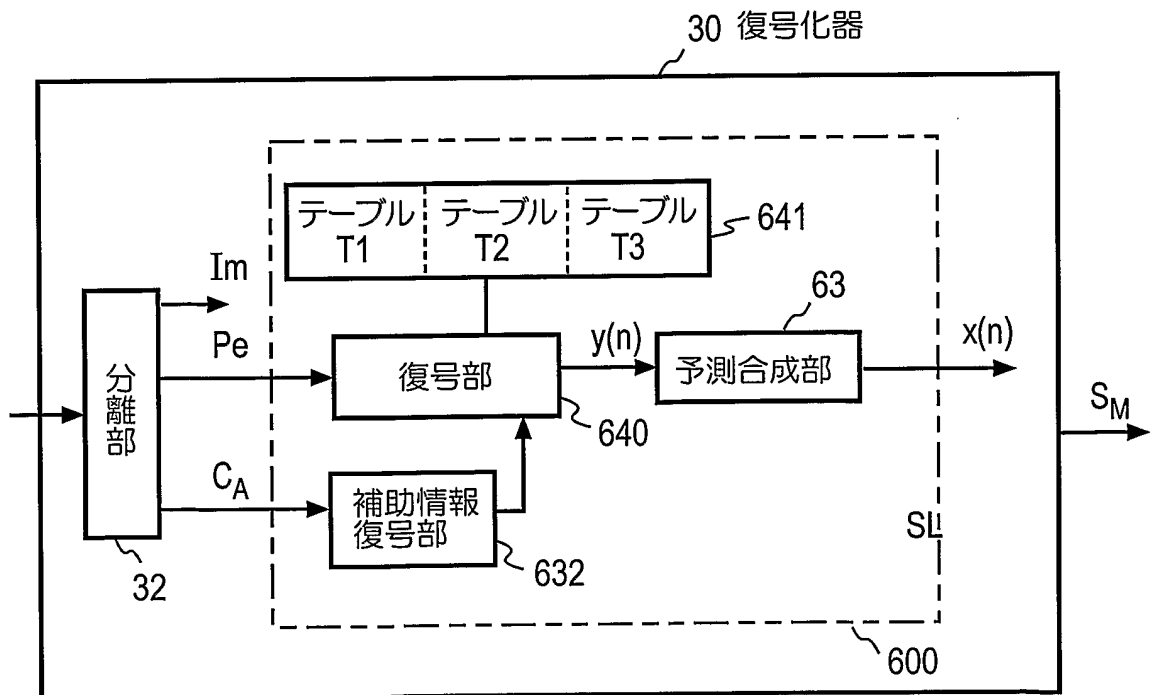


図42B

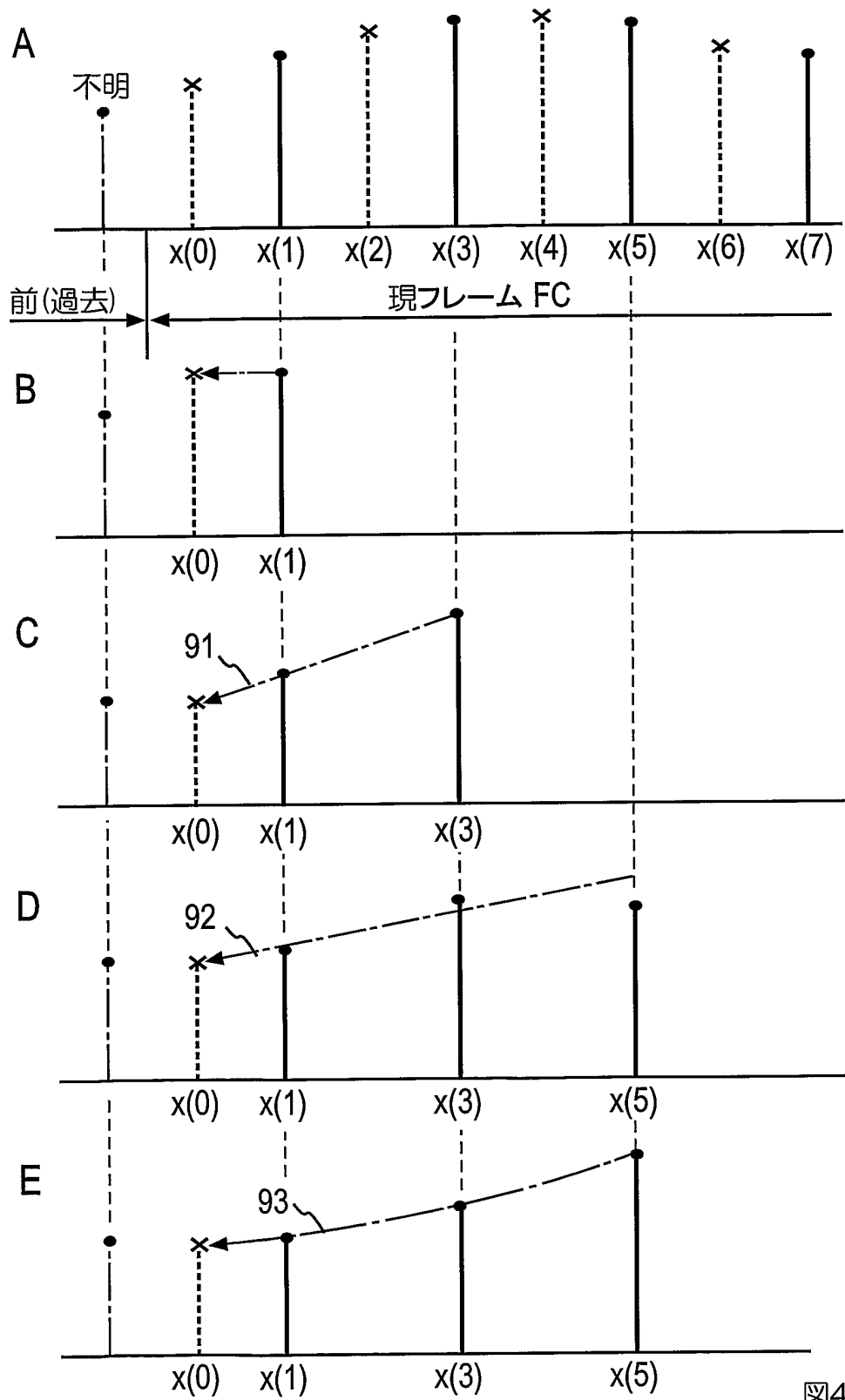


図43

41/41

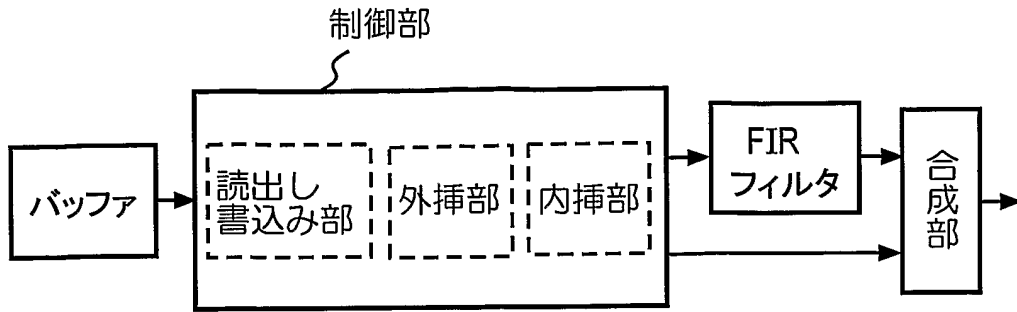


図44

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/14814

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER Int.Cl ⁷ H03M7/36, G10L19/04, H04N7/24										
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.Cl ⁷ H03M7/36, G10L19/04, H04N7/24, H03H17/00										
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 33%;">Jitsuyo Shinan Koho</td> <td style="width: 33%;">1926-1996</td> <td style="width: 33%;">Toroku Jitsuyo Shinan Koho</td> <td style="width: 33%;">1994-2004</td> </tr> <tr> <td>Kokai Jitsuyo Shinan Koho</td> <td>1971-2004</td> <td>Jitsuyo Shinan Toroku Koho</td> <td>1996-2004</td> </tr> </table>			Jitsuyo Shinan Koho	1926-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2004	Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2004	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2004
Jitsuyo Shinan Koho	1926-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2004							
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2004	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2004							
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.								
X A	JP 10-116096 A (Nippon Telegraph And Telephone Corp.), 06 May, 1998 (06.05.98), Full text; all drawings & JP 3421962 B2	1, 2, 6, 7, 22, 23, 26, 27 3-5, 8-21, 24, 25								
X A	JP 2002-232384 A (Victor Company Of Japan, Ltd.), 16 August, 2002 (16.08.02), Par. Nos. [0033] to [0048]; Figs. 2 to 4 (Family: none)	1, 2, 6, 7, 22, 23, 26, 27 3-5, 8-21, 24, 25								
A	JP 2000-216981 A (Sony Corp.), 04 August, 2000 (04.08.00), Full text; all drawings. (Family: none)	1-27								
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.										
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier 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	"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 05 February, 2004 (05.02.04)	Date of mailing of the international search report 17 February, 2004 (17.02.04)									
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office	Authorized officer									
Facsimile No.	Telephone No.									

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No. PCT/JP03/14814

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
P, A	EP 1292036 A2 (Nippon Telegraph and Telephone Corp.), 12 March, 2003 (12.03.03), Full text; all drawings & US 2003/0046064 A1 & JP 2003-332914 A	1-27

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ H03M7/36, G10L19/04, H04N7/24

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. Cl⁷ H03M7/36, G10L19/04, H04N7/24, H03H17/00

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 1926-1996年
 日本国公開実用新案公報 1971-2004年
 日本国登録実用新案公報 1994-2004年
 日本国実用新案登録公報 1996-2004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
X	JP 10-116096 A (日本電信電話株式会社), 1998.05.06, 全文, 全図 & JP 3421962 B2	1, 2, 6, 7, 22, 23, 26, 27
A		3-5, 8-21, 24, 25
X	JP 2002-232384 A (日本ビクター株式会社), 2002.08.16, 【0033】～【0048】, 図2-4 (ファミリーなし)	1, 2, 6, 7, 22, 23, 26, 27

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

- 「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 05.02.2004

国際調査報告の発送日 17.2.2004

国際調査機関の名称及びあて先
 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)
 北村 智彦
 5K 9297
 電話番号 03-3581-1101 内線 3555

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		3-5, 8-21, 24, 25
A	JP 2000-216981 A (ソニー株式会社), 2000. 08. 04, 全文, 全図, (ファミリーなし)	1-27
PA	EP 1292036 A2 (Nippon Telegraph and Telephone Corporation), 2003. 03. 12, 全文, 全図 &US 2003/0046064 A1 &JP 2003-332914 A	1-27