(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第3580444号
(P3580444)
(45)発行日　平成16年10月20日(2004.10.20)　(24)登録日　平成16年7月30日(2004.7.30)

(51)Int.Cl.[7]	F I		
G10L 19/00	G10L	9/18	A
G10L 19/02	G10L	7/04	G

請求項の数 11　(全 21 頁)

(21)出願番号　特願平7-147742
(22)出願日　平成7年6月14日(1995.6.14)
(65)公開番号　特開平9-6399
(43)公開日　平成9年1月10日(1997.1.10)
審査請求日　平成14年6月14日(2002.6.14)

(73)特許権者　000002185
ソニー株式会社
東京都品川区北品川６丁目７番３５号
(74)代理人　100082131
弁理士　稲本　義雄
(72)発明者　赤桐　健三
東京都品川区北品川６丁目７番３５号　ソニー株式会社内

審査官　渡邊　聡

(56)参考文献　特開平０２－０３２６８８（ＪＰ，Ａ）
特開平０７－０７３６０３（ＪＰ，Ａ）
特開平０６－２９０５５１（ＪＰ，Ａ）
特開平０５－３１３６９４（ＪＰ，Ａ）
最終頁に続く

(54)【発明の名称】信号伝送方法および装置、並びに信号再生方法

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
入力音声信号の許容雑音レベルを検出する検出ステップと、
前記入力音声信号に所定の処理を施した場合の量子化雑音レベルと前記許容雑音レベルとを比較する比較ステップと、
前記許容雑音レベルが前記量子化雑音レベルより高い部分の時間サンプルのLSB側ビットに、前記許容雑音レベルが前記量子化雑音レベルより低い部分の時間サンプルの情報の一部を配置して伝送する伝送ステップと
を含むことを特徴とする信号伝送方法。
【請求項２】
全ての前記時間サンプルが同じ語長を有する
ことを特徴とする請求項１に記載の信号伝送方法。
【請求項３】
前記所定の処理はノイズシェイピングの処理である
ことを特徴とする請求項１に記載の信号伝送方法。
【請求項４】
前記ノイズシェイピングの処理は、第１のノイズシェイピングを有する量子化器からの量子化誤差を、第２のノイズシェイピングを有する量子化器で量子化する
ことを特徴とする請求項３に記載の信号伝送方法。
【請求項５】

前記ノイズシェイピング特性が、オーディオ帯域内の聴覚特性で決められている
ことを特徴とする請求項４に記載の信号伝送方法。
【請求項６】
前記ノイズシェイピング特性が、等ラウドネス特性と臨界帯域幅で決められている
ことを特徴とする請求項５に記載の信号伝送方法。
【請求項７】
前記伝送ステップは、前記許容雑音レベルが前記量子化雑音レベルより高い部分のアドレス情報と、
前記許容雑音レベルが前記量子化雑音レベルより低い部分のアドレス情報とを、
さらにサブコードに配置して伝送する
ことを特徴とする請求項１に記載の信号伝送方法。
【請求項８】
前記サブコードは、コンパクトディスクのサブコードである
ことを特徴とする請求項７に記載の信号伝送方法。
【請求項９】
所定の処理が施された入力音声信号の量子化雑音レベルより前記入力音声信号の許容雑音レベルが高い部分の時間サンプルのLSB側ビットに、前記許容雑音レベルが前記量子化雑音レベルより低い部分の時間サンプルの情報の一部が配置された信号を再生する信号再生方法であって、
再生する時間タイミングが後になる符号部分に含まれる情報を、実時間以上の読み出し速度によって先読みし、再生する時間タイミングが先になる符号部分に付加する
ことを特徴とする信号再生方法。
【請求項１０】
所定の処理が施された入力音声信号の量子化雑音レベルより前記入力音声信号の許容雑音レベルが高い部分の時間サンプルのLSB側ビットに、前記許容雑音レベルが前記量子化雑音レベルより低い部分の時間サンプルの情報の一部が配置された信号を再生する信号再生方法であって、
再生する時間タイミングが先になる符号部分に含まれる情報を読み出してメモリに蓄積した後、再生する時間タイミングが後になる符号部分に付加する
ことを特徴とする信号再生方法。
【請求項１１】
入力信号の許容雑音レベルを検出する検出手段と、
前記入力信号に所定の処理を施した場合の量子化雑音レベルと前記許容雑音レベルとを比較する比較手段と、
前記許容雑音レベルが前記量子化雑音レベルより高い部分の時間サンプルのLSB側ビットに、前記許容雑音レベルが前記量子化雑音レベルより低い部分の時間サンプルの情報の一部を配置し伝送する伝送手段と
を有することを特徴とする信号伝送装置。
【発明の詳細な説明】
【０００１】
【産業上の利用分野】
本発明は、信号伝送方法および装置、並びに信号再生方法に関し、特に、既存のコンパクトディスク等との互換性を保ちながら、その音質を向上させる場合に用いて好適な信号伝送方法および装置、並びに信号再生方法に関する。
【０００２】
【従来の技術】
コンパクトディスクは１サンプルの語長が１６ビットであり、ストレートＰＣＭ符号で記録されている。しかし現在では１サンプルが２０ビットで録音された音源が入手でき、コンパクトディスクへの２０ビット音質の記録再生が望まれている。
【０００３】

１サンプルが２０ビットの音源を１６ビットで記録するには、２０ビット音源のＬＳＢ（Ｌｅａｓｔ　Ｓｉｇｎｉｆｉｃａｎｔ　Ｂｉｔ）側の４ビットを単純に切り捨てるか、聴覚的な量子化ノイズレベルを最適化するために、本発明者らが先に提案したスーパビットマッピング（Ｓｕｐｅｒ　Ｂｉｔ　Ｍａｐｐｉｎｇ）（ＳＢＭ）（商標）手法を用いることができる。

【０００４】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら２０ビット音源のＬＳＢ側の４ビットを単純に切り捨てるようにした場合、２０ｄＢを越える量子化雑音の定常的な増加がみられ、音質劣化が避けられない。

【０００５】

またＳＢＭ手法を用いることによって１６ビットでの聴覚的に最適化された量子化雑音が得られるが、音楽内容には無関係か、もしくは音楽内容に依存した量子化雑音スペクトルであっても、一定語長の量子化による量子化雑音が設定されるため、マスキングが不十分な場合を考慮すると、２０ビット音源そのものの音質を維持する為に、更に量子化雑音を低下させる要望があった。

【０００６】

本発明はこのような状況に鑑みてなされたものであり、従来製品との互換性を確保しつつ、より質的な向上を図ることができるようにするものである。

【０００７】

【課題を解決するための手段】

本発明の信号伝送方法は、入力音声信号の許容雑音レベルを検出する検出ステップと、入力音声信号に所定の処理を施した場合の量子化雑音レベルと許容雑音レベルとを比較する比較ステップと、許容雑音レベルが量子化雑音レベルより高い部分の時間サンプルのLSB側ビットに、許容雑音レベルが量子化雑音レベルより低い部分の時間サンプルの情報の一部を配置して伝送する伝送ステップとを含むことを特徴とする。

全ての時間サンプルが同じ語長を有するようにすることができる。

所定の処理はノイズシェイピングの処理であるようにすることができる。

ノイズシェイピングの処理は、第１のノイズシェイピングを有する量子化器からの量子化誤差を、第２のノイズシェイピングを有する量子化器で量子化するようにすることができる。

ノイズシェイピング特性が、オーディオ帯域内の聴覚特性で決められているようにすることができる。

ノイズシェイピング特性が、等ラウドネス特性と臨界帯域幅で決められているようにすることができる。

伝送ステップは、許容雑音レベルが量子化雑音レベルより高い部分のアドレス情報と、許容雑音レベルが量子化雑音レベルより低い部分のアドレス情報とを、さらにサブコードに配置して伝送するようにすることができる。

サブコードは、コンパクトディスクのサブコードであるようにすることができる。

【００１３】

本発明の第１の信号再生方法は、所定の処理が施された入力音声信号の量子化雑音レベルより入力音声信号の許容雑音レベルが高い部分の時間サンプルのLSB側ビットに、許容雑音レベルが量子化雑音レベルより低い部分の時間サンプルの情報の一部が配置された信号を再生する信号再生方法であって、再生する時間タイミングが後になる符号部分に含まれる情報を、実時間以上の読み出し速度によって先読みし、再生する時間タイミングが先になる符号部分に付加することを特徴とする。

【００１４】

本発明の第２の信号再生方法は、所定の処理が施された入力音声信号の量子化雑音レベルより入力音声信号の許容雑音レベルが高い部分の時間サンプルのLSB側ビットに、許容雑音レベルが量子化雑音レベルより低い部分の時間サンプルの情報の一部が配置された信号を再生する信号再生方法であって、再生する時間タイミングが先になる符号部分に含まれ

る情報を読み出してメモリに蓄積した後、再生する時間タイミングが後になる符号部分に付加することを特徴とする。

【００１７】

本発明の信号伝送装置は、入力信号の許容雑音レベルを検出する検出手段と、入力信号に所定の処理を施した場合の量子化雑音レベルと許容雑音レベルとを比較する比較手段と、許容雑音レベルが量子化雑音レベルより高い部分の時間サンプルのLSB側ビットに、許容雑音レベルが量子化雑音レベルより低い部分の時間サンプルの情報の一部を配置し伝送する伝送手段とを有することを特徴とする。

【００２５】

【作用】

本発明の信号伝送方法においては、入力音声信号の許容雑音レベルが検出され、入力音声信号に所定の処理を施した場合の量子化雑音レベルと許容雑音レベルとが比較され、許容雑音レベルが量子化雑音レベルより高い部分の時間サンプルのLSB側ビットに、許容雑音レベルが量子化雑音レベルより低い部分の時間サンプルの情報の一部が配置されて伝送される。

【００３１】

本発明の第１の信号再生方法においては、再生する時間タイミングが後になる符号部分に含まれる情報を、実時間以上の読み出し速度によって先読みし、再生する時間タイミングが先になる符号部分に付加する。

【００３２】

本発明の第２の信号再生方法においては、再生する時間タイミングが先になる符号部分に含まれる情報を読み出してメモリに蓄積した後、再生する時間タイミングが後になる符号部分に付加する。

【００３５】

本発明の信号伝送装置においては、入力信号の許容雑音レベルが検出され、入力信号に所定の処理を施した場合の量子化雑音レベルと聴覚許容雑音レベルとが比較され、許容雑音レベルが量子化雑音レベルより高い部分の時間サンプルのLSB側ビットに、許容雑音レベルが量子化雑音レベルより低い部分の時間サンプルの情報の一部が配置され伝送される。

【００４３】

【実施例】

図１は、本発明が適用されるエンコーダ装置の構成例を表している。この実施例においては、記録されるべき音声信号がＡ／Ｄ変換されて、処理回路５１に入力されている。処理回路５１は、演算回路５２と記憶回路５３を有しており、記憶回路５３は、入力された音声データを記憶し、演算回路５２は、記憶回路５３に記憶された音声データに対して所定の演算を施すようになされている。

【００４４】

所定の演算が施された音声データ（音楽情報）とサブコード情報を、同期情報およびサブコード情報追加回路５４に供給している。同期情報およびサブコード情報追加回路５４において処理されたデータは、変調回路５５に入力され、例えばＥＦＭ変調された後、光ヘッド５６に供給され、ディスク５７に記録されるようになされている。スピンドルモータ５８は、ディスク５７を所定の速度で回転させる。

【００４５】

次に、その動作について説明する。このエンコーダ装置は、処理回路５１に音声データが入力されると、最初に図２に示す１パス目の処理を実行し、その次に図３に示す２パス目の処理を実行する。

【００４６】

１パス目の処理においては、図２に示すように、ステップＳ１において、演算回路５２は、入力された音声データをブロックに分割し、ブロック毎に許容ノイズレベルを演算する。すなわち、入力された音声データを所定の大きさの時間単位とする。例えば１チャンネルあたり１０２４個のサンプルを１ブロックのデータとする。そして、ブロック単位で、

以下に示す処理を実行する。

【００４７】

最初に、図４のフローチャートに示す処理を行う。すなわち、最初にステップＳ３１において、２５６ポイントの時間ブロックにサンプル群を分割する。そして、５１２ポイントの幅のウインドウをかける。次にステップＳ３２に進み、そのウインドウで選択されたデータに対してＦＦＴ（高速フーリエ変換）処理が実行される。

【００４８】

ＦＦＴ処理により得られた周波数軸上のスペクトルデータは、いわゆる臨界帯域（クリティカルバンド）毎にまとめられる。このクリティカルバンドは、人間の聴覚特性を考慮して分割された周波数帯域であり、ある純音の周波数近傍の同じ強さの狭帯域バンドノイズによって当該純音がマスクされるときのそのノイズの持つ帯域を意味する。このクリティカルバンドは、高域ほど帯域幅が広くなっており、例えば０～２０ｋＨｚの全周波数帯域は、表１に示すように、２５のクリティカルバンドに分割される。

【００４９】

【表１】

帯域番号 [Bark]	中心周波数 [Hz]	帯域幅 [Hz]
1	50	80
2	150	100
3	250	100
4	350	100
5	450	110
6	570	120
7	700	140
8	840	150
9	1000	160
10	1170	190
11	1370	210
12	1600	240
13	1850	280
14	2150	320
15	2500	380
16	2900	450
17	3400	550
18	4000	700
19	4800	900
20	5800	1100
21	7000	1300
22	8500	1800
23	10500	2500
24	13500	3500
25		

【００５０】
ステップＳ３３においては、上記クリティカルバンド毎に分割されたスペクトルデータに基づき、いわゆるマスキング効果等を考慮した各クリティカルバンド毎の許容ノイズ量を求める。この処理を行うため、処理回路５１は、図５に示す許容雑音演算回路２０を実質的に内蔵している（ソフト的な処理で、この回路の機能を実現する）。
【００５１】

図５において、入力端子２１には、上記ＦＦＴ演算により得られた周波数軸上のスペクトルデータが供給されている。

【００５２】

この周波数軸上の入力データは、帯域毎のエネルギ演算回路２２に送られて、上記クリティカルバンド（臨界帯域）毎のエネルギが、例えば当該バンド内での各振幅値の総和を計算すること等により求められる。この各バンド毎のエネルギの代わりに、振幅値のピーク値、平均値等を用いることもできる。このエネルギ演算回路２２からの出力としての、例えば各バンドの総和値のスペクトルは、一般にバークスペクトルと称されている。図６はこのような各クリティカルバンド毎のバークスペクトルＳＢを示している。ただし、この図６では、図示を簡略化するため、上記クリティカルバンドのバンド数を１２バンド（Ｂ１　～Ｂ１２）で表現している。

【００５３】

ここで、上記バークスペクトルＳＢのいわゆるマスキングにおける影響を考慮するために、バークスペクトルＳＢに所定の重み付け関数を掛けて加算するような畳込み（コンボリューション）処理を施す。このため、上記帯域毎のエネルギ演算回路２２の出力、すなわちバークスペクトルＳＢの各値は、畳込みフィルタ２３に送られる。

【００５４】

畳込みフィルタ２３は、例えば、入力データを順次遅延させる複数の遅延素子、これら遅延素子からの出力にフィルタ係数（重み付け関数）を乗算する複数の乗算器（例えば各バンドに対応する２５個の乗算器）、および各乗算器出力の総和をとる総和加算器から構成されるものである。この畳込み処理により、図６において点線で示す部分の総和がとられる。

【００５５】

なお、上記マスキングとは、人間の聴覚上の特性により、ある信号によって他の信号がマスクされて聞こえなくなる現象をいうものであり、このマスキング効果には、時間軸上のオーディオ信号による時間軸マスキング効果と、周波数軸上の信号による同時刻マスキング効果とがある。これらのマスキング効果により、マスキングされる部分にノイズがあったとしても、このノイズは聞こえないことになる。このため、実際のオーディオ信号では、このマスキングされる範囲内のノイズは許容可能なノイズとされる。

【００５６】

ここで、上記畳込みフィルタ２３の各乗算器の乗算係数（フィルタ係数）の具体例を示す。例えば任意のバンドに対応する乗算器Ｍの係数を１とするとき、乗算器Ｍ－１で係数０．１５を、乗算器Ｍ－２で係数０．００１９を、乗算器Ｍ－３で係数０．０００００８６を、乗算器Ｍ＋１で係数０．４を、乗算器Ｍ＋２で係数０．０６を、乗算器Ｍ＋３で係数０．００７を、それぞれ各遅延素子の出力に乗算することにより、上記バークスペクトルＳＢの畳込み処理が行われる。ただし、Ｍは１～２５の任意の整数である。

【００５７】

次に、上記畳込みフィルタ２３の出力は引算器２４に送られる。引算器２４は、畳込んだ領域での後述する許容可能なノイズレベルに対応するレベルαを求めるものである。なお、当該許容可能なノイズレベル（許容ノイズレベル）に対応するレベルαは、後述するように、逆コンボリューション処理を（割算器２６で）行うことによって、クリティカルバンドの各バンド毎の許容ノイズレベルとなるようなレベルである。ここで、上記引算器２４には、上記レベルαを求めるための許容関数（マスキングレベルを表現する関数）が関数発生回路２５から供給される。この許容関数を増減させることで上記レベルαの制御を行っている。当該許容関数は、次に説明するような（ｎ－ａｉ）関数である。

【００５８】

すなわち、許容ノイズレベルに対応するレベルαは、クリティカルバンドの低域から順に与えられる番号をｉとすると、次の（１）式で求めることができる。

α＝Ｓ－（ｎ－ａｉ）　　・・・（１）

この（１）式において、ｎ，ａは定数で、ａ＞０、Ｓは畳込み処理されたバークスペクト

ルの強度であり、（１）式において、（ｎ－ａｉ）が許容関数となる。本実施例ではｎ＝３８，ａ＝１である。

【００５９】

このようにして、上記レベルαが求められ、このデータは、割算器２６に伝送される。割算器２６は、畳込みされた領域での上記レベルαを逆コンボリューションするためのものである。したがって、この逆コンボリューション処理を行うことにより、上記レベルαからマスキングスレッショールドが得られるようになる。すなわち、このマスキングスペクトルが許容ノイズスペクトルとなる。なお、上記逆コンボリューション処理は複雑な演算を必要とするが、本実施例では、簡略化した割算器２６を用いて逆コンボリューションを行っている。

【００６０】

次に、上記聴覚マスキングレベルは、合成回路２７を介して減算器２８に伝送される。減算器２８には、上記帯域毎のエネルギ演算回路２２からの出力、すなわち前述したバークスペクトルＳＢが、遅延回路２９を介して供給されている。この減算器２８で、上記聴覚マスキングレベルとバークスペクトルＳＢとの減算が行われることで、図７に示すように、上記バークスペクトルＳＢは、該聴覚マスキングレベルＭＳのレベルで示すレベル以下がマスキングされることになる。

【００６１】

減算器２８からの出力は、許容雑音補正回路３０を介し、出力端子３１を介して取り出される。

【００６２】

なお、遅延回路２９は合成回路２７以前の各回路での遅延量を考慮してエネルギ演算回路２２からのバークスペクトルＳＢを遅延させるために設けられている。

【００６３】

ところで、上述した合成回路２７においては、最小可聴カーブ発生回路３２から供給される図８に示すような人間の聴覚特性であるいわゆる最小可聴カーブＲＣを示すデータと、上記聴覚マスキングレベルＭＳとが合成される（一方が選択される）。この最小可聴カーブは、雑音絶対レベルがこの最小可聴カーブ以下ならばその雑音は聞こえないことを意味する。

【００６４】

この最小可聴カーブは、例えば再生時の再生ボリュームの調整の違いで異なるものとなるが、現実的なディジタルオーディオシステムでは、例えばダイナミックレンジが１８ビットである場合、どのような曲でも、その全体の範囲を利用するように量子化が行われる。したがって、例えば４ｋＨｚ付近の最も耳に聞こえやすい周波数帯域の量子化雑音が聞こえないとすれば、他の周波数帯域ではこの最小可聴カーブのレベル以下の量子化雑音は聞こえないものと考えられる。

【００６５】

したがって、このように、例えばシステムが、４ｋＨｚ付近の雑音が聞こえない使い方をされると仮定し、この最小可聴カーブＲＣと、聴覚マスキングレベルＭＳとを合成する（大きい方を選択する）ことで許容ノイズレベルを得るようにすると、この場合の許容ノイズレベルは、図８において斜線で示す部分までとすることができるようになる。なお、この図８においては、信号スペクトルＳＳも同時に示している。

【００６６】

そこで、合成回路２７においては、図９のフローチャートに示す処理が実行される。すなわち、ステップＳ４１において、割算器２６より入力される聴覚マスキングレベルＭＳと、最小可聴カーブ発生回路３２より入力される最小可聴カーブＲＣのレベルを比較する。そして、ステップＳ４２においてレベルの高い方を選択し、選択した方（聴覚マスキングレベルＭＳまたは最小可聴カーブＲＣ）を減算器２８に出力する。

【００６７】

また、許容雑音補正回路３０では、補正情報出力回路３３から送られてくる例えば等ラウ

ドネスカーブの情報に基づいて、減算器２８からの出力における許容ノイズレベルを補正している。ここで、等ラウドネスカーブとは、人間の聴覚特性に関する特性曲線であり、例えば１ｋＨｚの純音と同じ大きさに聞こえる各周波数での音の音圧を求めて曲線で結んだもので、ラウドネスの等感度曲線とも呼ばれる。この等ラウドネス曲線は、図８に示した最小可聴カーブＲＣと略同じ曲線を描くものである。

【００６８】

この等ラウドネス曲線から判るように、例えば４ｋＨｚ付近では、１ｋＨｚのところより音圧が８～１０ｄＢ下がっても１ｋＨｚと同じ大きさに聞こえ、逆に、５ｋＨｚ付近では、１ｋＨｚでの音圧よりも約１５ｄＢ高くないと同じ大きさに聞こえない。このため、上記最小可聴カーブのレベルを越えた雑音（許容ノイズレベル）は、等ラウドネス曲線に応じたカーブで与えられる周波数特性を持つようにするのが良い。このようなことから、等ラウドネス曲線を考慮して許容ノイズレベルを補正することは、人間の聴覚特性に適合させるものであることがわかる。

【００６９】

この時使用される等ラウドネス曲線が正弦波に対するものである場合、臨界帯域幅で正規化することにより雑音に対するラウドネス曲線を得ることができる。また、１本のラウドネス曲線だけだはなく、フラットな特性との中間的曲線からも選択することも可能である。

【００７０】

図２に戻って、以上のようにしてステップＳ１において、許容ノイズレベルが得られたとき、次にステップＳ２進み、データをＳＢＭ処理（この点については後述する）して、量子化雑音スペクトルレベルを求め、そのレベルとステップＳ１において取得した許容ノイズレベルのいずれが大きいかを判定する。

【００７１】

図１０は、ＳＢＭ処理を行う回路の構成例を表している。この回路も、図１の処理回路５１に実質的に内蔵されていることになる。

【００７２】

すなわち、量子化入力ワードは、減算器１１１に入力され、帰還フィルタ１１４の出力との差が演算される。減算器１１１の出力は、Ｎビット量子化回路１１２に入力され、Ｎビットに量子化される。

【００７３】

減算器１１３は、減算器１１１の出力（Ｎビット量子化回路１１２への入力）と、Ｎビット量子化回路１１２の出力との差を演算し（すなわち量子化誤差を求め）、その演算結果を帰還フィルタ１１４に出力する。帰還フィルタ１１４は、入力されたデータを、例えば等ラウドネス曲線に対応する特性となるように、その周波数特性を補正し、減算器１１１に出力する。

【００７４】

減算器１１１は、このようにして、帰還フィルタ１１４から入力されたデータを量子化入力ワードから減算して出力する。そして、その出力が上述したように処理される。

【００７５】

その結果、量子化雑音を等ラウドネス曲線に対応する特性に処理した（ノイズシェイピングした）Ｎビットのデータが得られることになる。

【００７６】

以上のようにして得られたＳＢＭノイズレベルが、図２のステップＳ１において得られた許容ノイズレベルとステップＳ２において比較される。なお、図１０の帰還フィルタ１１４の特性を変更することで、ＳＢＭノイズレベルとして、複数の値を得るようにする。また、Ｎの値を１４ビット、１６ビット、１８ビットのように変更して、それぞれの場合におけるＳＢＭノイズを得る（図１１の曲線Ａ乃至Ｆ）。

【００７７】

次に図１１を参照して、ＳＢＭノイズレベルと許容ノイズレベルの比較処理について説明

する。

【００７８】

仮に、図２のステップＳ１で得られた聴覚マスキングレベル（許容ノイズレベル）が、例えば図１１のＭＴ２のように、どれかの１６ビットＳＢＭ処理により実現される量子化雑音スペクトルレベル（今の場合、曲線Ｄ）よりも全帯域で高ければ、その時間ブロックの信号は１６ビットを必要としないことになる。逆に得られた許容ノイズレベルが例えばＭＴ１の様に、すべての１６ビットＳＢＭ処理により実現される量子化雑音スペクトルレベル（曲線ＣとＤ）よりも全帯域中のどこかの帯域で低ければ、語長を１６ビットより長くする必要がある。

【００７９】

このように１６ビットＳＢＭ処理により実現される量子化雑音スペクトルレベルと各ブロックの聴覚マスキングレベル（許容ノイズレベル）とを比較し、さらに、何ビット長の余裕又は不足があるかを、処理回路５１は図２のステップＳ３で、全ブロック（記録する音楽情報の全てのブロック）にわたって演算する。

【００８０】

そして、ステップＳ４において、１６ビットより少なくてよいブロックと、１６ビットより長くなければならないブロックのアドレスの対照表を作成し、ステップＳ５において、過不足ビット量調整を行い、各ブロックの語長を決定する。

【００８１】

いま、簡単のために、過不足ビット長を２ビットの場合に限って説明するが、より一般的にＮビットの場合でも適用することができる。

【００８２】

図１２は、データの過不足の状態を示している。図中Ａ乃至Ｉは、１６ビットでＳＢＭ処理した場合に生じる余りのビットを表しており、図中Ａ’乃至Ｉ’は、１６ビットで量子化した場合に生ずる不足のビットを表している。過不足ビット長が２ビットの場合、１４ビットまたは１６ビットにおけるＳＢＭ処理により実現される量子化雑音スペクトルレベルと、聴覚マスキングレベル（許容ノイズレベル）とが比較される。１４ビットのＳＢＭ処理により実現される量子化雑音スペクトルレベルよりも許容ノイズレベルが全帯域で高いならば、そのブロックは１４ビットＳＢＭ処理が可能とみなされる。

【００８３】

これに対して、１６ビットのＳＢＭ処理により実現される量子化雑音スペクトルレベルよりも許容雑音聴覚レベルが少なくともどこかの帯域で低いならば、そのブロックは１８ビットＳＢＭ処理が必要とみなされる。それ以外のケースではビットの過不足はないと判断する。

【００８４】

例えば１時間の音楽の初めから終わりまでのデータについて以上の処理が行われる。これを１パス目の処理と呼ぶ。以上の様な１パス目の処理で得られるのは、過剰ビット長を持っているのか、それとも不足ビット長を持っているのかを示す情報と、どのブロックがその状態にあるかを示すアドレス情報である。

【００８５】

次に、図３に示す２パス目の処理を実行する。最初にステップＳ１１において、上述した図２のステップＳ５において決定された語長によるＳＢＭ量子化処理を実行する。そして、過剰ビット長を持つブロックをビット過剰ブロック、不足ビット長を持つブロックをビット不足ブロックと名づけ、ステップＳ１２で、ビット不足ブロックとそのビット不足ブロックに情報書込みの為のビットを与えるビット過剰ブロックの対応付けを行う。

【００８６】

すなわち、いま、エンコードし、データを記録したコンパクトディスクは、実時間の８倍の速度で情報が読み出せるものとする。この場合、処理回路５１は、再生する時間タイミングが後になる符号部分に含まれる情報を、実時間再生システムでは再生する時間タイミングが先になる符号部分に付加することによって、再生する時間タイミングが先になる符

号部分の精度を上げるようにする。

【００８７】

処理回路５１は、例えば５分間の長さの信号について分析を行い、図１３に示すように、時間的に先にビット不足ブロックＬが存在し、時間的に後にビット過剰ブロックＫが存在する時、この２つのブロック間でビットの貸し借りを行うことを決める。この時、時間的に後のビット過剰ブロックＫの、ＬＳＢ側の２ビット（余っている）に、時間的に先のビット不足ブロックＬのＭＳＢから第１７および第１８ビット目の２ビットの情報が書き込まれる。

【００８８】

図１４に示すように、ビット過剰ブロックＫとビット不足ブロックＬの時間的関係が、図１３における場合と逆の場合も同様である。ただしこの場合には、メディア（コンパクトディスク）からの読み出し速度は、ビット過剰ブロックＫとビット不足ブロックＬの時間的距離の最大許容値には関係がなく、制限は、ビット過剰ブロックＫおよびビット不足ブロックＬの場所を示すアドレスを書き込むサブコードのアドレス情報量と、ビット不足ブロックＬのＭＳＢから第１７および第１８ビット目の情報を書き込むメモリ容量に依存する。

【００８９】

処理回路５１は、例えば５分間の間に、時間的に後にビット不足ブロックＬが、時間的に先にビット過剰ブロックＫが存在する時、この２つのブロック間でビットの貸し借りを行うようにする。この時、時間的に先の過剰ブロックＫのＬＳＢ側の２ビットに、時間的に後に再生されるビット不足ブロックＬのＭＳＢの第１７および第１８ビット目の２ビットの情報が書き込まれる。

【００９０】

ビット不足ブロックＬとビット過剰ブロックＫのビット貸借関係のスケジューリング（どのビット不足ブロックとビット過剰ブロックとの間でビット貸借関係を持つか）については、かなりの任意性があるが、おおまかには、次のような指針で実施される。

【００９１】

すなわち、いま、１時間のシーケンスについてのビット不足ブロックとビット過剰ブロックが全て検出されているものする。

【００９２】

不足ブロックの数がビット過剰ブロックの数以下である場合、実時間以上の高速読み出しによって可能となる時間的に未来の再生情報部分への付加情報書込の決定を行う。これは時間的に過去の再生情報部分への付加情報書込が、ビット不足ブロックとビット過剰ブロックの時間的関係によって不可能な場合に行われる。実時間以上の高速読み出しによって可能となる時間的に未来の再生情報部分への付加情報書込可能時間帯にビット過剰ブロックが見つからなかった場合にはこのプロセスは放棄する。

【００９３】

次に残されたビット不足ブロックとビット過剰ブロックについて、時間的に過去のブロックから１対１の対応関係を作って行く。

【００９４】

一方、ビット不足ブロックの数がビット過剰ブロックの数より大きい場合、実時間以上の高速読み出しによって可能となる時間的に未来の再生情報部分への付加情報書込の決定を行う。これは時間的に過去の再生情報部分への付加情報書込が不可能な場合に行われる。実時間以上の高速読み出しによって可能となる時間的に未来の再生情報部分への付加情報書込可能時間帯にビット過剰ブロックが見つからなかった場合にはこのプロセスは放棄する。使えるビット過剰ビットが無くなった時点でプロセスは終了する。

【００９５】

次に残されたビット不足ブロックとビット過剰ブロックについて、時間的に過去のブロックから１対１の対応関係を作って行く。使えるビット過剰ビットが無くなった時点でプロセスは終了する。

【００９６】
以上のようにして、図３のステップＳ１２における処理が完了したとき、次にステップＳ１３に進み、メディアに対する記録処理が実行される。
【００９７】
すなわち、図１に示すエンコーダ装置の処理回路５１により、以上のような処理が行われた後、オーディオデータ（音楽情報）とサブコード情報（図１６を参照して後述する）が、同期情報およびサブコード情報追加回路５４に入力され、そこにおいて、サブコード情報がオーディオデータ情報に追加される。そして所定のフォーマットとされたデータは、変調回路５５に入力され、ＥＦＭ変調される。変調回路５５より出力されたデータは、光ヘッド５６に供給され、光ヘッド５６は、入力されたデータに対応するレーザ光を照射し、スピンドルモータ５８で所定の速度で回転されるディスク５７にそのレーザ光を照射する。これにより、ディスク５７にデータが記録される。
【００９８】
１６ビットを越える語長で再生するブロックはディスク５７上では２つの異なった記録部分に別れて記録されることになる。従来のコンパクトディスクとの互換性を維持すること、つまり通常のＣＤプレーヤにより本方式で記録されたコンパクトディスクを問題なく再生できるようにすることは大きな意味がある。そこで、通常のＣＤプレーヤによりＭＳＢ側の１６ビットだけが再生された場合（１８ビットの下位ビットが再生されない場合）でも、問題ない再生音が得られるように、次のような２段ＳＢＭ手法を用いる。
【００９９】
この手法を、図１５を用いて説明すると、２０ビット語長を持つ量子化入力ワードは、減算器１０１と１６ビットＳＢＭ量子化回路１０２に供給される。減算器１０１では入力ワードそのものと、１６ビットＳＢＭ量子化回路１０２の出力との差が演算され、この差が更に２ビットＳＢＭ量子化回路１０３で量子化される。ＳＢＭ量子化回路１０２，１０３は、上述した図１０に示すような構成を有し、それぞれ所定の特性でノイズシェイピングを行う。
【０１００】
このように、まず１６ビットＳＢＭ量子化回路１０２で１６ビットＳＢＭ量子化を行い、減算器１０１で、１６ビットＳＢＭ量子化前のデータと１６ビットＳＢＭ量子化後のデータとの差を得る。この差信号（量子化誤差）について２ビットＳＢＭ量子化回路１０３で２ビットＳＢＭ量子化を行う。これにより１６ビットＳＢＭ量子化信号（１６ビットＳＢＭ量子化回路１０２の出力）と、これに付加して１８ビットＳＢＭ量子化信号を作り出す２ビットＳＢＭ量子化信号（２ビット量子化回路１０３の出力）が得られる。
【０１０１】
以上の２パス目のエンコード過程により、それぞれのブロックは１４ビットＳＢＭ量子化、１６ビットＳＢＭ量子化、１８ビットＳＢＭ量子化のいずれかが行われる。１８ビットＳＢＭ量子化は、１６ビットＳＢＭ量子化と２ビットＳＢＭ量子化の２段量子化で行われる。
【０１０２】
以上の実施例では、とり得るビット長に制限を加えたが、もちろん貸借関係をつくる情報のビット長は２ビットに限定されるものではなく、いろいろな値を持つことが可能である。
【０１０３】
２パス目の処理で得られた量子化出力は、１パス目の処理で得られたアドレス対応関係にそって再配置され、サブコードへ記録されるアドレス情報と共に、図１の同期情報およびサブコード情報追加回路５４に送られる。
【０１０４】
図１６はサブコードの構造を表している。８ビットを１シンボルとする音楽情報が３２シンボル集まったブロックに対して１バイトのサブコードが付加されている。これが９８個集まって１つのサブコードブロックを形成している。この中に１２０ビットの容量を持つ

パックが４個入っている。ビット過剰ブロックおよびビット不足ブロックの種類および場所情報はこの部分に記録される。

【０１０５】

以上のようにして、記録されたディスク５７は、これが原盤である時、それからスタンパが作成され、スタンパから大量のレプリカとしてのディスク（コンパクトディスク）が製造される。そして、このコンパクトディスクは、図１７に示す再生装置（ＣＤプレーヤ）により再生される。

【０１０６】

この実施例においては、ディスク（コンパクトディスク）７２が、スピンドルモータ７１により所定の速度で回転されるようになされている。光ヘッド７３は、ディスク７２にレーザ光を照射し、その反射光からディスク７２の記録情報を再生する。光ヘッド７３が出力するＲＦ信号は、ＲＦアンプ７４に入力され、増幅された後、復調回路７５に入力され、ＥＦＭ復調されるようになされている。そして、復調回路７５の出力が誤り訂正回路７６に入力され、誤り訂正処理が実行されるようになされている。

【０１０７】

誤り訂正回路７６により誤り訂正が行われたデータのうち、サブコードは、サブコード情報解読回路７７に入力され、オーディオデータは、ワード復元回路７８に入力されるようになされている。サブコード情報解読回路７７は、サブコードを解読し、解読した結果をワード復元回路７８に出力している。ワード復元回路７８は、サブコード情報解読回路７７より入力されたサブコードの解読結果に対応してオーディオデータを復元し、復元して得られたデータをＤ／Ａ変換器７９を介して図示せぬスピーカに出力する。

【０１０８】

次にその動作について説明する。

【０１０９】

ディスク７２からＲＦアンプ７４に、例えばＥＦＭチャネル変調信号を読み出す。この時、実時間よりも早い速度、例えば通常の再生速度の８倍の速度でデータを読み出す。この早読み動作について図１８を用いて説明する。

【０１１０】

図１８において、区間$Ｔ_1$は、リアルタイムの８倍の情報を読み出している区間を表し、区間$Ｔ_2$は光ヘッド７３のシーク区間を表している。区間$Ｔ_1$の間にその読み出し時間の８倍の再生時間の情報を読み出す。これを繰り返すことにより、同一情報は８回繰り返して再生されることになる。

【０１１１】

すなわち図１８に示すように、第１回目の再生動作（読み出し１）により所定の区間が読み出されたとき、光ヘッド７３をジャンプバックさせ、その再生区間の開始点より１／８だけ進んだ位置から、その再生終了点より１／８だけ進んだ位置までの新たな区間を再生する（読み出し２）。その再生が終了したとき、再びジャンプバックし、いま再生した再生開始点より１／８だけ進んだ位置から、再生終了点より１／８だけ進んだ位置までの区間を同様に再生する（読み出し３）。

【０１１２】

以上のような再生動作が、順次繰り返される。

【０１１３】

これにより、時間的に未来の再生情報部分にあるワードＷａに書き込まれた精度向上信号を時間的に過去のワードＷｂに使用することができる。

【０１１４】

ＲＦアンプ７４の出力は復調回路７５に入力され、チャネル変調信号のＥＦＭ復調が行われる。復調出力は誤り訂正回路７６に入力され、誤り訂正が行われる。

【０１１５】

以上の処理により、記録過程で処理された図１３と図１４に示された１６ビットＳＢＭ量子化データ、１４ビットＳＢＭ量子化データおよび２ビットＳＢＭ量子化データが、ワー

ド復元回路７８の内蔵するメモリ上に得られる。また、そのサブコード情報が、サブコード情報解読回路７７の内蔵するメモリに得られる。

【０１１６】

ここでサブコード情報解読回路７７とワード復元回路７８は、図１９に示す処理を実行する。最初にステップＳ２１において、サブコード情報解読回路７７は、入力、記憶されたサブコード情報を読み取り、各フレームのビット過剰ブロックとビット不足ブロックのビット貸借関係を解読する。この解読結果は、ワード復元回路７８に供給される。

【０１１７】

ワード復元回路７８は、ステップＳ２２においてサブコード情報解読回路７７より供給されたビット貸借関係情報から、この貸借関係を解消するように処理を行う。

【０１１８】

すなわち、２ビットＳＢＭ量子化データが付加されるべき１６ビットＳＢＭ量子化データをサブコードに書き込まれたアドレスから確定し、その１６ビットＳＢＭ量子化データに２ビットＳＢＭ量子化データを結合し、１８ビットＳＢＭ量子化データを作成する。

【０１１９】

図２０は、この場合の処理を模式的に表している。同図に示すように、１６ビットＳＢＭ量子化データ１３１と、それに対応する２ビットＳＢＭ量子化データ１３２が、加算器１３３において加算され、１８ビットＳＢＭ量子化データとして出力される。

【０１２０】

なお、２ビットＳＢＭ量子化データを付加すべき１６ビットＳＢＭ量子化データが、メモリ上にまだ記憶されていない場合においては、そのデータが供給され、記憶されるまで、２ビットＳＭＢ量子化データが保持される。

【０１２１】

同様に、未使用の２ビットＳＢＭ量子化データは、対応する１６ビットＳＢＭ量子化データがメモリ上に記憶されるまで保持される。そして、対応するデータが得られたとき、図２０に示すような処理が実行される。

【０１２２】

下位２ビットに他のビット不足ブロックの下位２ビットのデータを付加したビット過剰ブロックの１６ビットのデータは、そのまま、あるいは、その下位２ビットを“００”のデータに置換した後、処理される。同様に、過不足のないブロックの１６ビットのデータもそのまま処理される。

【０１２３】

次に、図１９のステップＳ２３に進み、再生処理が実行される。すなわち、ワード復元回路７８により復元処理されたデータは、Ｄ／Ａ変換器７９に入力され、Ｄ／Ａ変換された後、図示せぬスピーカに出力される。

【０１２４】

以上の再生過程が繰り返される。

【０１２５】

ディスク７２を通常のＣＤプレーヤで再生する場合を考えると、１６ビット語長のワードが常に再生されることになる。この場合には、１４ビットＳＢＭ処理ワードと１６ビットＳＢＭ処理ワードが再生されることになり、１４ビットＳＢＭ処理ワードは許容ノイズレベル以下であり、１６ビットＳＢＭ処理ワードは通常の１６ビットＳＢＭ処理ＣＤと同等の音質が得られるので、互換性が維持される。

【０１２６】

このようにして、本来的に固定ビットレートシステムであるコンパクトディスク音楽システムに、音楽内容に依存した可変ビットレートコーディングを導入することができる。その結果、必要な時間部分に必要な量のビット配分が可能になり、音質向上を図ることができる。

【０１２７】

また、ビットスティールドされる時間部分も、聴覚的な音質維持がマスキング効果により

期待できるので、互換性を保持することができ、可変ビットレート化により性能向上が得られる。

【０１２８】

なお、以上の実施例においては、時間サンプルのＬＳＢ側に異なった時間領域の時間サンプルのビットを配置するようにしたが、異なったチャンネルの時間サンプルのビットを配置するようにすることも可能である。

【０１２９】

以上、本発明をオーディオ信号を記録する場合を例として説明したが、本発明は、ビデオ信号、その他の信号を記録媒体に記録する場合にも応用することが可能である。

【０１３０】

【発明の効果】

本発明の信号伝送方法および装置によれば、入力音声信号の許容雑音レベルを検出し、入力音声信号に所定の処理を施した場合の量子化雑音レベルと許容雑音レベルとを比較し、許容雑音レベルが量子化雑音レベルより高い部分の時間サンプルのLSB側ビットに、許容雑音レベルが量子化雑音レベルより低い部分の時間サンプルの情報の一部を配置して伝送するようにしたので、ビットレートを固定にしたまま、再生データの質的向上を図ることが可能となる。

【０１３４】

また、簡単かつ確実に、音質を向上させることが可能となる。さらに、例えば、人間の聴覚上の特性に対応した量子化を行うことが可能となる。

【０１３６】

本発明の第１の信号再生方法によれば、再生する時間タイミングが後になる符号部分に含まれる情報を、実時間以上の読み出し速度によって先読みし、再生する時間タイミングが先になる符号部分に付加するようにしたので、異なるタイミングで再生される情報の質的向上を図ることが可能となる。

【０１３７】

本発明の第２の信号再生方法によれば、再生する時間タイミングが先になる符号部分に含まれる情報を読み出してメモリに蓄積した後、再生する時間タイミングが後になる符号部分に付加するようにしたので、異なるタイミングで再生される情報の質的向上を確実に図ることが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図１】本発明を適用したエンコーダ装置の構成例を示すブロック図である。

【図２】図１の実施例の１パス目の処理を説明するフローチャートである。

【図３】図１の実施例の２パス目の処理を説明するフローチャートである。

【図４】図２のステップＳ１における処理を説明するフローチャートである。

【図５】図１の実施例の処理回路５１の内部の等価的構成例を示すブロック図である。

【図６】図５の実施例の処理を説明する図である。

【図７】図５の実施例の処理を説明する図である。

【図８】図５の実施例の処理を説明する図である。

【図９】図５の実施例の動作を説明するフローチャートである。

【図１０】図２のステップＳ２のＮビットＳＢＭ量子化を行う回路の構成例を示すブロック図である。

【図１１】許容ノイズレベルとＳＢＭ量子化ノイズレベルを示す図である。

【図１２】ブロック間におけるビットのやりとりを説明する図である。

【図１３】ビット過剰ブロックとビット不足ブロックとのデータのやりとりを説明する図である。

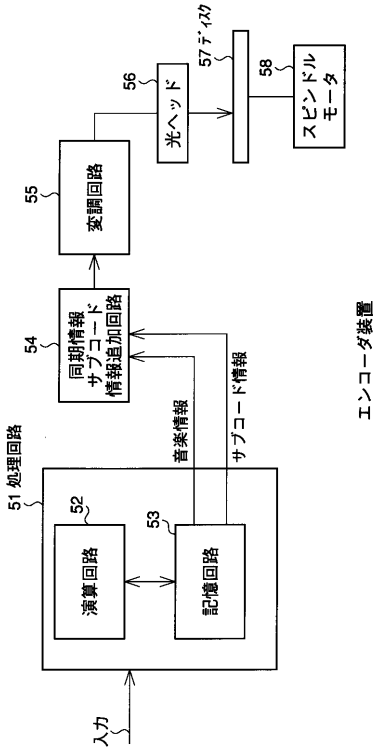
【図１４】ビット過剰ブロックとビット不足ブロックとのデータのやりとりを説明する図である。

【図１５】２段ＳＢＭ量子化を行う回路の構成例を示すブロック図である。

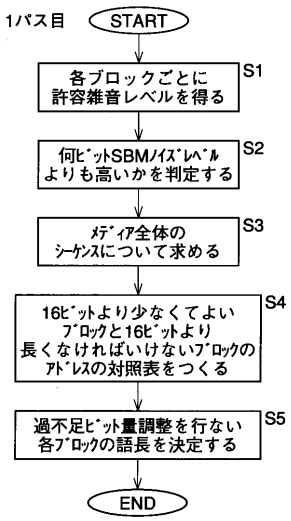
【図１６】サブコードの構成を示す図である。

【図１７】本発明が適用されるデコーダ装置の構成例を示すブロック図である。
【図１８】高速先読み手法を説明する図である。
【図１９】図１７の実施例の動作を説明するフローチャートである。
【図２０】図１９のステップＳ２２における処理を説明する図である。
【符号の説明】
２２　エネルギ演算回路
２３　畳込みフィルタ
２５　関数発生回路
２６　割算器
２７　合成回路
２８　減算器
３０　許容雑音発生回路
３２　最小可聴カーブ発生回路
３３　補正情報出力回路
５１　処理回路
５２　演算回路
５３　記憶回路
５４　同期情報およびサブコード情報追加回路
５５　変調回路

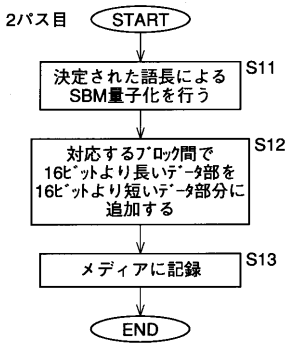
【図１】



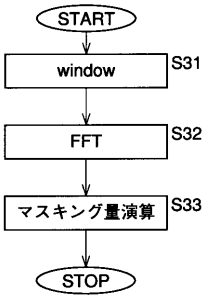
【図２】



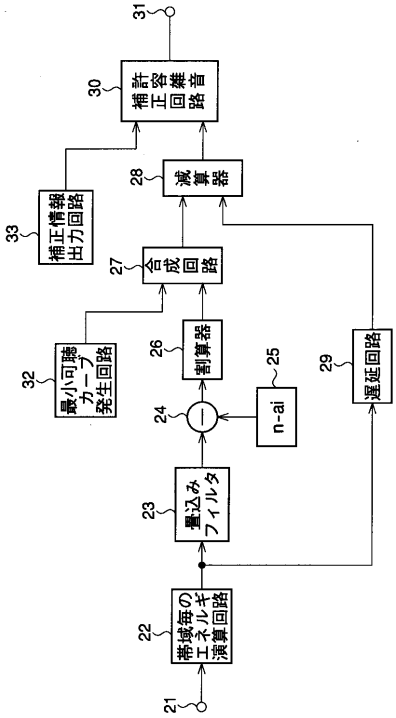
【図３】


2パス目
START
決定された語長による
SBM量子化を行う
S11
対応するﾌﾞﾛｯｸ間で
16ﾋﾞｯﾄより長いﾃﾞｰﾀ部を
16ﾋﾞｯﾄより短いﾃﾞｰﾀ部分に
追加する
S12
メディアに記録
S13
END

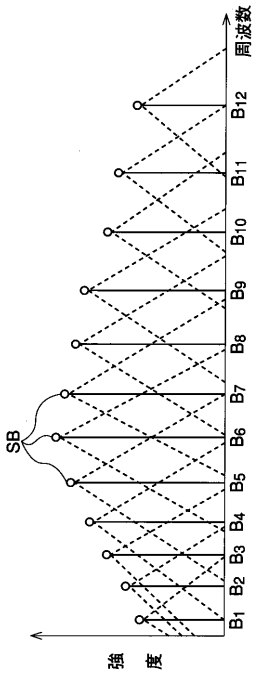
【図４】


START
window
S31
FFT
S32
マスキング量演算
S33
STOP

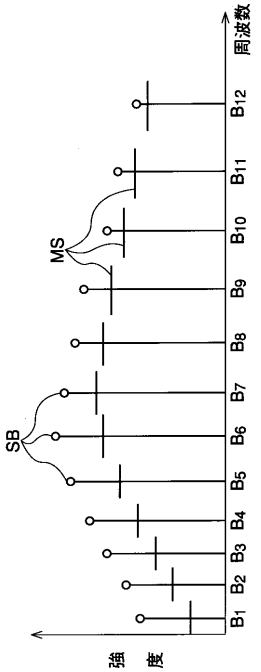
【図５】


31
30
補正回路
雑音
28
減算器
33
補正情報
出力回路
27
合成回路
32
最小可聴
カーブ
発生回路
26
割算器
25
n-ai
24
29
遅延回路
23
重込み
フィルタ
22
帯域毎の
エネルギ
演算回路
21

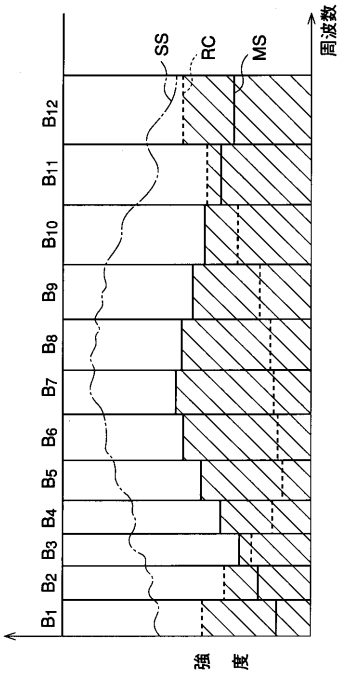
【図６】


周波数
B12
B11
B10
B9
B8
B7
B6
B5
B4
B3
B2
B1
SB
強　度

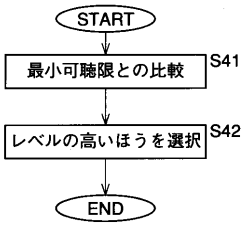
【図７】


周波数
B12
B11
B10
B9
B8
B7
B6
B5
B4
B3
B2
B1
MS
SB
強　度

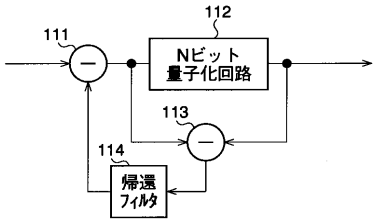
【図８】



【図９】

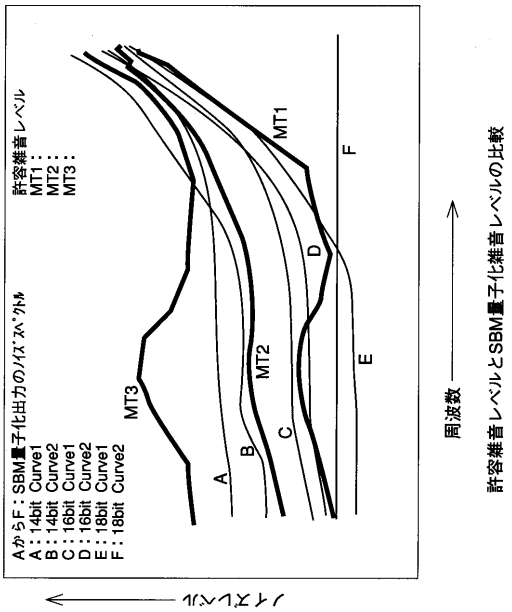


【図１０】



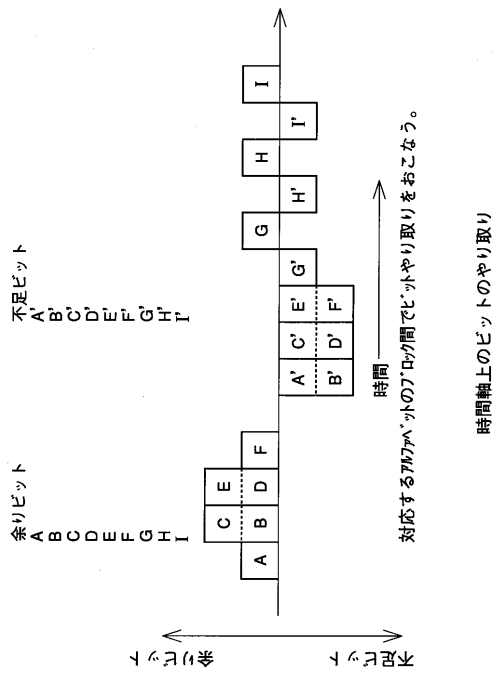
NビットSBM量子化

【図１１】



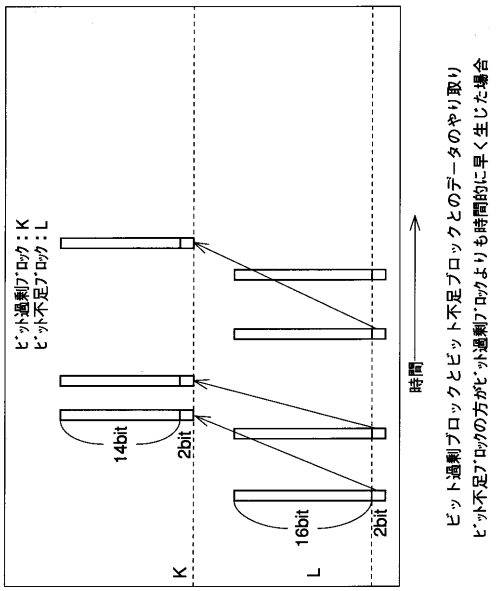
許容雑音レベルとSBM量子化雑音レベルの比較

【図１２】

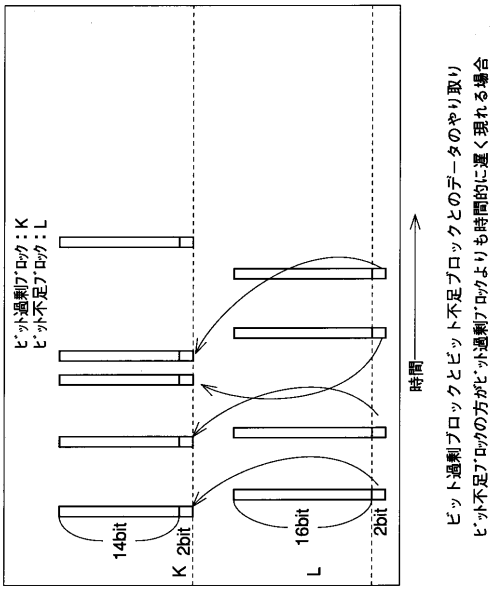


時間軸上のビットのやり取り

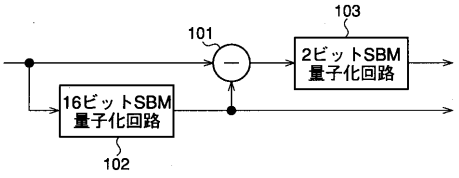
【図１３】



【図１４】

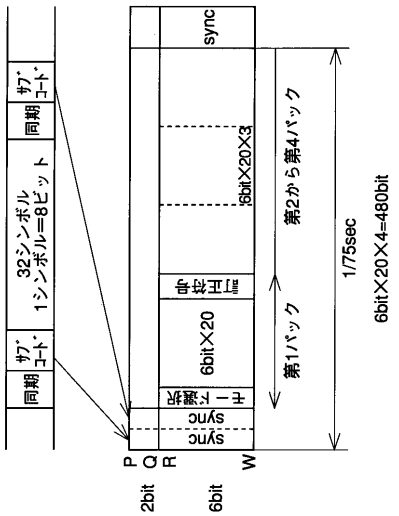


【図１５】



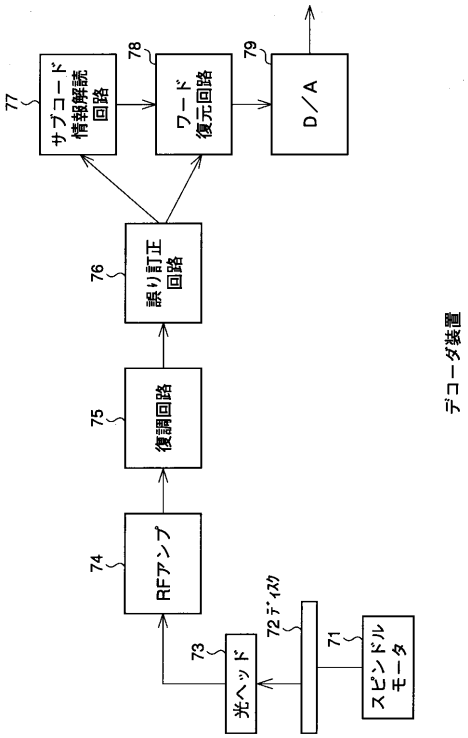
2段SBM量子化

【図１６】

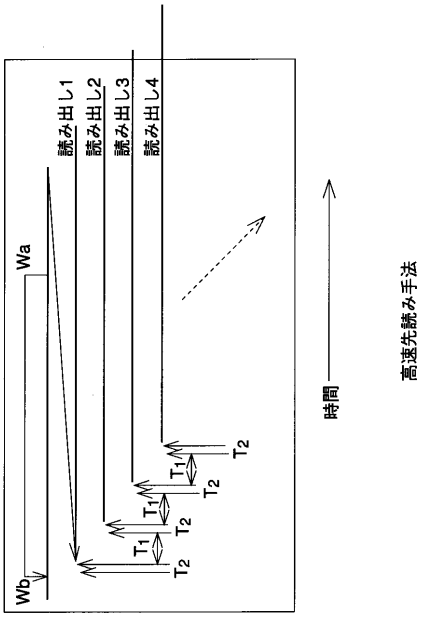


サブコード構造

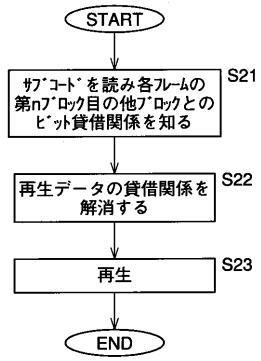
【図１７】



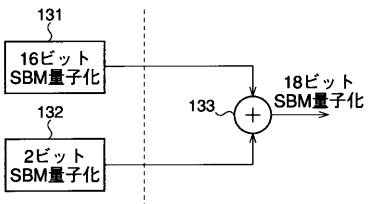
【図１８】



【図１９】



【図２０】



フロントページの続き

(58)調査した分野(Int.Cl.[7], ＤＢ名)
G10L 19/02