

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2012 年 9 月 20 日(20.09.2012)



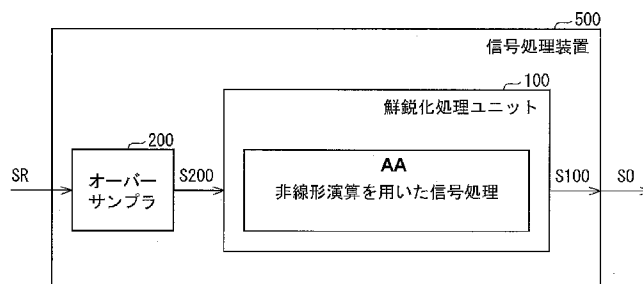
(10) 国際公開番号
WO 2012/124591 A1

- (51) 国際特許分類:
H04N 5/208 (2006.01) *G06T 5/20* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2012/055934
- (22) 国際出願日: 2012 年 3 月 8 日(08.03.2012)
- (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 2011-057257 2011 年 3 月 15 日(15.03.2011) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): シャープ株式会社(SHARP KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒5458522 大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 番 2 号 Osaka (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 合志 清一 (GOHSHI, Seichi).
- (74) 代理人: 特許業務法人原謙三国際特許事務所 (HARAKENZO WORLD PATENT & TRADEMARK); 〒5300041 大阪府大阪市北区天神橋 2 丁目北 2 番 6 号 大和南森町ビル Osaka (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (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 (条約第 21 条(3))

(54) Title: SIGNAL PROCESSING DEVICE, CONTROL PROGRAM, AND INTEGRATED CIRCUIT

(54) 発明の名称: 信号処理装置、制御プログラム、および集積回路

[図1]



100 Sharpening processing unit
200 Oversampler
500 Signal processing device
AA Signal processing using non-linear calculation

(57) Abstract: A signal processing device (500) for outputting an output signal (SO) representing a sharpened image by subjecting an image represented by an input signal (SR) to a sharpening process is provided with: an oversampler (200) for generating an over-sampling signal (S200) by interpolating a signal for increasing the sampling frequency with the input signal (SR); and a sharpening processing unit (100) for generating a sharpening signal (S100) in which the higher frequency component of the oversampling signal (S200) is weakly increased in a non-linear manner with the oversampling signal (S200) functioning as the input. The signal processing device (500) outputs the sharpening signal (S100) as the output signal (SO).

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2012/124591 A1



信号処理装置（５００）は、画像を表す入力信号（ＳＲ）に対して上記画像を鮮鋭化する処理を施し、該鮮鋭化させた画像を表す出力信号（ＳＯ）を出力するものであって、入力信号（ＳＲ）に対して、サンプリング周波数を上げるために信号を補間することによってオーバーサンプリング信号（Ｓ２００）を生成するオーバーサンプラ（２００）と、オーバーサンプリング信号（Ｓ２００）を入力とし、オーバーサンプリング信号（Ｓ２００）における高域の周波数成分を非線形に広義に単調増加させた鮮鋭化信号（Ｓ１００）を生成する鮮鋭化処理部（１００）とを備え、鮮鋭化信号（Ｓ１００）を出力信号（ＳＯ）として出力する。

明 細 書

発明の名称： 信号処理装置、制御プログラム、および集積回路
技術分野

[0001] 本発明は、画像を鮮鋭化することにより画質を向上させる信号処理装置等に関するものである。

背景技術

[0002] 従来から、画像処理装置等にて、画像の画質を改善するために、画像を鮮鋭化する処理（以下、鮮鋭化処理）が行なわれている。例えば、従来のテレビジョン受像機では、自機に表示する画像の輪郭部に相当する画像信号の立ち上がりおよび立ち下がり之急峻にする輪郭補償が行なわれている。この輪郭補償は、テレビジョン受像機のディスプレイに入力された画像信号（輝度信号）の高周波成分を抽出し、該抽出した高周波成分を増幅したものを、上記入力された画像信号に加算することによって行なわれる。これにより、テレビジョン受像機内の各回路で行なれる処理によって劣化する画像信号の周波数特性を改善し、見かけ上の画質を向上させている。

[0003] 画像の鮮鋭化に関連する技術として、特許文献1に開示されている技術がある。特許文献1に開示されている技術は、領域毎に適した高解像度処理を施す画像処理装置に係る技術である。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：日本国公開特許公報「特開2009-70123号公報（公開日：2009年4月2日）」

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 処理対象となる画像信号に対して線形演算を施す鮮鋭化処理では、サンプリング周波数 f_s の $1/2$ の周波数であるナイキスト周波数 $f_s/2$ の近傍の周波数成分が増大するものの、ナイキスト周波数 $f_s/2$ を超える高周波

成分（つまり、処理対象となる画像信号に含まれない高周波成分）を利用することができない。そのため、特に、画像を拡大処理する場合には、画質を十分に改善することができない。

[0006] 例えば、高精細テレビジョン（HDTV：High Definition Television）（ 1080×1920 画素のフルハイビジョン）のテレビジョン受像機におけるディスプレイに、従来のアナログテレビ等にて表示されるような、解像度がフルハイビジョンの半分以下の画像を拡大処理して表示する場合において、上記拡大処理後の画像信号に対して線形演算による鮮鋭化処理を施しても、上記拡大処理後の画像信号におけるナイキスト周波数 $F_{bs}/2$ の近傍の周波数成分を抽出することはできない（なお、サンプリング周波数 f_s の2倍が、拡大処理後の画像信号のサンプリング周波数 F_{bs} である（ $F_{bs} = 2f_s$ ））。その結果、拡大処理後の画像は、ぼやけて表示されることになる。

[0007] また、処理対象となる画像信号に対して非線形演算を施す鮮鋭化処理では、ナイキスト周波数 $f_s/2$ を超える高周波成分（つまり、処理対象となる画像信号に含まれない高周波成分）を利用することができる。しかしながら、鮮鋭化度合いを大きくするに従って、このような高域の周波数成分が増大されることにより、歪みが生じ得る。そのため、鮮鋭化度合いを十分に大きくすることができない。

[0008] なお、特許文献1に開示されている画像処理装置では、画像内に移動する物体がある場合、動き領域を抽出するとともに、該抽出した領域をボケ感の少ない画像に置き換える。ここで、移動する物体（領域）の大きさが変化すると、動き領域が誤って抽出され得る。また、ボケ感の少ない画像に置き換えたとしても、ナイキスト周波数よりも高い周波数成分（つまり、処理対象となる画像信号に含まれない高周波成分）を利用していないので、画質を十分に改善することができない。

[0009] 本発明は、上記の問題点に鑑みてなされたものであり、その目的は、簡易な構成により、画像を高度に鮮鋭化することができる信号処理装置、制御プ

ログラム、および集積回路を提供することにある。

課題を解決するための手段

- [0010] 上記課題を解決するために、本発明に係る信号処理装置は、画像を表す入力信号に対して上記画像を鮮鋭化する処理を施し、該鮮鋭化させた画像を表す出力信号を出力する信号処理装置であって、上記入力信号に対して、サンプリング周波数を上げるために信号を補間することによって補間後信号を生成する信号補間手段と、上記補間後信号を入力とし、上記補間後信号における高域の周波数成分を非線形に広義に単調増加させた鮮鋭化信号を生成する鮮鋭化手段とを備え、上記鮮鋭化信号を上記出力信号として出力することを特徴としている。
- [0011] また、本発明に係る集積回路は、画像を表す入力信号に対して上記画像を鮮鋭化する処理を施し、該鮮鋭化させた画像を表す出力信号を出力する集積回路であって、上記入力信号に対して、サンプリング周波数を上げるために信号を補間することによって補間後信号を生成する信号補間回路と、上記補間後信号を入力とし、上記補間後信号における高域の周波数成分を非線形に広義に単調増加させた鮮鋭化信号を生成する鮮鋭化回路とを備え、上記鮮鋭化信号を上記出力信号として出力することを特徴としている。
- [0012] 上記の構成によれば、入力信号に対して、サンプリング周波数を上げるために信号を補間することによって補間後信号を生成する。つまり、入力信号に対してオーバーサンプリングを施して補間後信号を生成する。そして、上記補間後信号における高域の周波数成分を非線形に広義に単調増加させた鮮鋭化信号を生成し、鮮鋭化信号を出力信号として出力する。
- [0013] よって、入力信号のサンプリング周波数を上げて生成された補間後信号における高域の周波数成分を非線形に広義に単調増加させた鮮鋭化信号を生成することができる。ここで、「非線形に広義に単調増加させる」処理とは、乗算演算などの非線形処理である。そのため、補間後信号の高周波成分を非線形に広義に単調増加させることにより、補間後信号に含まれていない高周波成分を、補間後信号に付加することとなる。具体的には、補間後信号を離

散化する場合のサンプリング周波数の $1/2$ の周波数であるナイキスト周波数の近傍およびナイキスト周波数より高い周波数成分を、補間後信号に付加する。これにより、補間後信号の立ち上がりおよび立ち下がり急峻にして、画像を鮮鋭化する。なお、補間後信号に対して線形演算を施す処理では、ナイキスト周波数を超える高周波域を補償することはできない。

[0014] ところで、仮に、入力信号に対して、直接、非線形に広義に単調増加させる処理を施す場合、高周波域の周波数成分を利用することから、鮮鋭化を強めると、周波数成分に歪みが生じ得る。そのため、歪みが生じないようにするためには、付加する周波数成分の量を抑えることが必要となり、その結果、鮮鋭化度合いを大きくすることができない。

[0015] これに対して、入力信号における高周波成分は、補間後信号では中域または低域の周波数成分となっているため、補間後信号における高域の周波数成分を非線形に広義に単調増加させる処理を施しても、補間後信号のナイキスト周波数の近傍に歪みが生じることなく高周波成分を付加することが可能となる。よって、付加する周波数成分の量を抑える必要がなく、鮮鋭化度合いを大きくすることができるという効果を奏する。

[0016] さらに、入力信号のナイキスト周波数の近傍の高周波成分を抽出するフィルタは、通常、多くのタップ数を必要とする。これに対して、補間後信号の中域または低域の周波数成分を抽出するフィルタは、高周波成分を抽出するフィルタよりもタップ数が少ないもので足りる。つまり、補間後信号における高域の周波数成分に対して非線形に広義に単調増加させた鮮鋭化信号を生成する場合では、装置の小型化、低コスト化、および、処理負荷の低減を図ることができるという効果を奏する。

[0017] 以上のように、本発明に係る信号処理装置および集積回路によれば、従来よりも画像を高度に（強く）鮮鋭化して画質および解像度感を大幅に向上させることができ、かつ、小型化、低コスト化、および、処理負荷の低減を図ることができるという効果を奏する。

発明の効果

[0018] 以上のように、本発明に係る信号処理装置は、画像を表す入力信号に対して上記画像を鮮鋭化する処理を施し、該鮮鋭化させた画像を表す出力信号を出力する信号処理装置であって、上記入力信号に対して、サンプリング周波数を上げるために信号を補間することによって補間後信号を生成する信号補間手段と、上記補間後信号を入力とし、上記補間後信号における高域の周波数成分を非線形に広義に単調増加させた鮮鋭化信号を生成する鮮鋭化手段とを備え、上記鮮鋭化信号を上記出力信号として出力する。

[0019] また、本発明に係る集積回路は、画像を表す入力信号に対して上記画像を鮮鋭化する処理を施し、該鮮鋭化させた画像を表す出力信号を出力する集積回路であって、上記入力信号に対して、サンプリング周波数を上げるために信号を補間することによって補間後信号を生成する信号補間回路と、上記補間後信号を入力とし、上記補間後信号における高域の周波数成分を非線形に広義に単調増加させた鮮鋭化信号を生成する鮮鋭化回路とを備え、上記鮮鋭化信号を上記出力信号として出力する。

[0020] よって、入力信号のサンプリング周波数を上げて生成された補間後信号における高域の周波数成分を非線形に広義に単調増加させた鮮鋭化信号を生成することができる。

[0021] したがって、補間後信号のナイキスト周波数の近傍に歪みが生じることなく高周波成分を付加することが可能となる。よって、付加する周波数成分の量を抑える必要がなく、鮮鋭化度合いを大きくすることができるという効果を奏する。また、周波成分を抽出するフィルタのタップ数を抑えることができるので、装置の小型化、低コスト化、および、処理負荷の低減を図ることができるという効果を奏する。

[0022] 本発明の他の目的、特徴、および優れた点は、以下に示す記載によって十分分かるであろう。また、本発明の利点は、添付図面を参照した次の説明で明白になるであろう。

図面の簡単な説明

[0023] [図1]本発明に係る信号処理装置の概略構成を示すブロック図である。

[図2]図2の(a)は、本発明に係る信号処理装置の他の概略構成を示すブロック図である。図2の(b)は、本発明に係る信号処理装置のさらなる他の概略構成を示すブロック図である。

[図3]図1および図2に示した信号処理装置の各部にて取り扱われる信号の周波数スペクトルの一例を示す模式図である。図3の(a)は、図1および図2に示した信号処理装置に入力される入力信号の周波数スペクトルの一例を示す模式図である。図3の(b)は、図3の(a)に示した周波数スペクトルを有する入力信号のサンプリング周波数を、図1に示した信号処理装置のオーバーサンプリングによって2倍にして得られたオーバーサンプリング信号の周波数スペクトルの一例を示す模式図である。図3の(c)は、図3の(b)に示した周波数スペクトルを有するオーバーサンプリング信号に対して、図1および図2に示した信号処理装置の鮮鋭化処理ユニットにより鮮鋭化処理を施して得られた鮮鋭化信号の周波数スペクトルの一例を示す模式図である。図3の(d)は、図3の(c)に示した周波数スペクトルを有する鮮鋭化信号を、図2に示した信号処理装置のダウンサンプリングによって $1/2$ 倍にして得られたダウンサンプリング信号の周波数スペクトルの一例を示す模式図である。図3の(e)は、図3の(b)に示した周波数スペクトルを有するオーバーサンプリング信号に対して、線形演算を用いた鮮鋭化処理を施して得られる信号の周波数スペクトルの一例を示す模式図である。図3の(f)は、図3の(a)に示した周波数スペクトルを有する入力信号に対して、オーバーサンプリングを施すことなく、図1および図2に示した信号処理装置の鮮鋭化処理ユニットによる鮮鋭化を強く施して得られる信号の周波数スペクトルの一例を示す模式図である。

[図4]本発明の一実施形態に係る信号処理装置の構成を示すブロック図である。

[図5]図4に示した信号処理装置に含まれる鮮鋭化処理部の構成を示すブロック図である。

[図6]図5に示した鮮鋭化処理部に含まれる高周波成分抽出部の構成を示すブ

ロック図である。

[図7]図6に示した高周波成分抽出部に含まれるフィルタの他の構成例を示すブロック図である。

[図8]図8の(a)は、図5に示した鮮鋭化処理部に入力される信号の波形を模式的に示す図である。図8の(b)は、図5に示した鮮鋭化処理部にて生成される高周波信号の波形を模式的に示す図である。図8の(c)は、図5に示した鮮鋭化処理部にて生成される非線形信号の波形を模式的に示す図である。図8の(d)は、図5に示した鮮鋭化処理部にて生成される符号変換信号の波形を模式的に示す図である。図8の(e)は、図5に示した鮮鋭化処理部にて生成される出力信号の波形を模式的に示す図である。

[図9]図9の(a)は、図5に示した鮮鋭化処理部に入力される信号の波形を模式的に示す図である。図9の(b)は、図9の(a)に示した信号を、従来技術によりエンハンスした波形を模式的に示す図である。

[図10]本発明に係る信号処理装置に含まれる鮮鋭化処理部の他の構成を示すブロック図である。

[図11]図10に示した鮮鋭化処理部に含まれる微分部の構成を示すブロック図である。

[図12]図12の(a)は、図10に示した鮮鋭化処理部に入力される信号の波形を模式的に示す図である。図12の(b)は、図10に示した鮮鋭化処理部にて生成される高周波信号の波形を模式的に示す図である。図12の(c)は、図10に示した鮮鋭化処理部にて生成される非線形信号の波形を模式的に示す図である。図12の(d)は、図10に示した鮮鋭化処理部にて生成される微分信号の波形を模式的に示す図である。図12の(e)は、図10に示した鮮鋭化処理部にて生成される符号変換信号の波形を模式的に示す図である。図12の(f)は、図10に示した鮮鋭化処理部にて生成される出力信号の波形を模式的に示す図である。

[図13]本発明に係る信号処理装置に含まれる鮮鋭化処理部のさらなる他の構成を示すブロック図である。

[図14]図14の(a)は、図13に示した鮮鋭化処理部に入力される信号の波形を模式的に示す図である。図14の(b)は、図13に示した鮮鋭化処理部にて生成される高周波信号の波形を模式的に示す図である。図14の(c)は、図13に示した鮮鋭化処理部にて生成される非線形信号の波形を模式的に示す図である。図14の(d)は、図13に示した鮮鋭化処理部にて生成される出力信号の波形を模式的に示す図である。

[図15]本発明に係る信号処理装置に含まれる鮮鋭化処理部のさらなる他の構成を示すブロック図である。

[図16]本発明に係る信号処理装置に含まれる鮮鋭化処理部のさらなる他の構成を示すブロック図である。

[図17]本発明の他の一実施形態に係る信号処理装置の構成を示すブロック図である。

[図18]本発明のさらなる他の一実施形態に係る信号処理装置の構成を示すブロック図である。

[図19]図19の(a)は、本発明のさらなる他の一実施形態に係る信号処理装置の構成を示すブロック図である。図19の(b)は、本発明の当該実施形態に係る信号処理装置の他の構成を示すブロック図である。

[図20]本発明のさらなる他の一実施形態に係る信号処理装置の構成を示すブロック図である。

[図21]本発明のさらなる他の一実施形態に係る信号処理装置の構成を示すブロック図である。

[図22]図22の(a)は、入力信号SRで表される原画像の一例を示す図である。図22の(b)は、図22の(a)に示した画像を表す入力信号からオーバーサンプリングを介して得られるオーバーサンプリング信号で表される画像の一例を示す図である。図22の(c)は、図22の(b)に示した画像を表すオーバーサンプリング信号から図5に示した鮮鋭化処理部を介して得られる鮮鋭化信号で表される画像の一例を示す図である。図22の(d)は、図22の(c)に示した画像を表す鮮鋭化信号からダウンサンプリングを介し

て得られるダウンサンプリング信号で表される画像の一例を示す図である。

発明を実施するための形態

[0024] [1. 信号処理装置の概要]

各実施形態に係る信号処理装置（集積回路）500は、概略的に言えば、画像を表すデジタル信号（以下、画像信号とも称する）に対して、オーバーサンプリングを施してから、画像を鮮鋭化するための鮮鋭化処理を施す装置である。ここで、信号処理装置500が施す鮮鋭化処理では、入力された信号の高周波成分に対して、非線形演算を用いた信号処理を施す。そのため、信号処理装置500が施す鮮鋭化処理は、線形演算を用いる鮮鋭化処理では利用することができない高周波数成分を画像信号に付加する。信号処理装置500が施す鮮鋭化処理の詳細については後述する。

[0025] なお、本明細書では、後述する信号処理装置500a～500fを区別しないとき、単に、「信号処理装置500」と表記する。また、以下では、信号処理装置500に入力される画像信号を、入力信号SRと表記する。また、信号処理装置500から出力される画像信号を、出力信号SOと表記する。

[0026] 図1および図2を参照しながら、信号処理装置500の概略構成について説明する。図1および図2は、信号処理装置500の概略構成を示すブロック図である。図1に示すように、信号処理装置500は、少なくともオーバーサンプラ（信号補間手段、信号補間回路）200および鮮鋭化処理ユニット（鮮鋭化手段、鮮鋭化回路）100を備えている。さらに、図2の（a）に示すように、ダウンサンプラ（信号間引手段）300を備えていてもよい。ダウンサンプラ300を具備するか否かは上述したとおり出力信号SOで表される画像の画角に応じて決まる。ダウンサンプラ300を備える場合、さらに、図2の（b）に示すように、高域除去フィルタ（高周波除去手段）350を備える構成であってもよい。

[0027] オーバーサンプラ200は、入力信号SRのサンプリング周波数を上げるために、入力信号SRに対してオーバーサンプリング（補間）を施すもので

ある。オーバーサンプラ200は、入力信号SRのサンプリング周波数をJ（Jは2以上の任意の整数）倍にした信号を出力する。オーバーサンプラ200から出力される信号を、オーバーサンプリング信号S200（補間後信号）と表記する。

[0028] 次に、鮮鋭化処理ユニット100は、オーバーサンプラ200の後段に設けられている。鮮鋭化処理ユニット100は、オーバーサンプリング信号S200における高域の周波数成分に対して非線形演算を用いた信号処理を施すことによって鮮鋭化を行なう。言い換えれば、オーバーサンプリング信号S200における高域の周波数成分を非線形に広義に単調増加させた信号を生成する。これにより、オーバーサンプリング信号S200に含まれていない高域の周波数成分を、オーバーサンプリング信号S200に付加した信号を出力する。具体的には、オーバーサンプリング信号S200を離散化する場合のサンプリング周波数の $1/2$ の周波数であるナイキスト周波数の近傍およびナイキスト周波数より高い周波数成分を、オーバーサンプリング信号S200に付加した信号を出力する。これにより、鮮鋭化処理ユニット100は、オーバーサンプリング信号S200の立ち上がりおよび立ち下がりをも急峻にして鮮鋭化する。なお、鮮鋭化処理ユニット100から出力される信号を、鮮鋭化信号S100と表記する。信号処理装置500がダウンサンプラ300を備えない場合は、鮮鋭化信号S100が出力信号S0となる。

[0029] なお、鮮鋭化処理ユニット100は、オーバーサンプリング信号S200の高周波成分に対して非線形演算を用いた信号処理を施す構成を含むものであればどのようなものであってもよいが、中でも、後述する鮮鋭化処理部100Aを含む構成が最も好ましい。

[0030] 次に、ダウンサンプラ300は、鮮鋭化処理ユニット100の後段に設けられている。ダウンサンプラ300は、鮮鋭化信号S100のサンプリング周波数を下げるために、鮮鋭化信号S100に対してダウンサンプリング（間引き）を施すものである。ダウンサンプラ300は、鮮鋭化信号S100のサンプリング周波数を $1/K$ （Kは2以上の任意の整数）倍にした信号を

出力する。なお、ダウンサンプラ 300 から出力される信号を、ダウンサンプリング信号 S 300 と表記する。信号処理装置 500 がダウンサンプラ 300 を備える場合は、ダウンサンプリング信号 S 300 が出力信号 S 0 となる。

[0031] 次に、高域除去フィルタ 350 は、鮮鋭化処理ユニット 100 の後段、かつ、ダウンサンプラ 300 の前段に設けられている。高域除去フィルタ 350 は、一般に知られているローパスフィルタであり、鮮鋭化信号 S 100 の高周波成分を除去するものである。鮮鋭化信号 S 100 に含まれる所定の高域の周波数成分を除去するものであれば、どのようなフィルタであってもよい。また、1次元フィルタであってもよいし、2次元フィルタであってもよい。なお、高域除去フィルタ 350 の周波数特性は、フィルタ係数により適切に調整されているものとする。高域除去フィルタ 350 を備える理由については後述する。なお、高域除去フィルタ 350 は、鮮鋭化処理ユニット 100 と一体に設けられていてもよいし、ダウンサンプラ 300 と一体に設けられていてもよい。

[0032] なお、入力信号 S R で表される画像（以下、原画像とも表記する）は、静止画像であってもよいし、動画像であってもよい。さらに、動画像は、例えば、標準画質テレビジョン（SDTV : Standard Definition Television）または高精細テレビジョン（HDTV）の受像機等にて、リアルタイムに表示されるものである。なお、動画像は、時間的に連続する複数のフレーム（画面）から構成されているものとする。

[0033] また、入力信号 S R は、画像の水平方向に隣接して並ぶ画素の画素値から成るデータ列（画素値の系列）によって構成されているものとして説明するが、画像の垂直方向に隣接して並ぶ画素の画素値から成るデータ列によって構成されていてもよい。

[0034] [2. 各信号の周波数スペクトルの一例]

次に、図 3 を参照しながら、信号処理装置 500 の各部にて取り扱われる信号の周波数スペクトルの一例について説明する。図 3 は、信号処理装置の

各部にて取り扱われる信号の周波数スペクトルの一例を示す模式図である。

なお、図3の(a)～(f)では、高域の周波数帯域に信号が存在していないが、実際には微小な値の信号が存在する。

[0035] まず、図3の(a)は、入力信号S_Rの周波数スペクトルの一例を示す模式図である。サンプリング周波数を f_s と表記している。

[0036] 次に、図3の(b)は、図3の(a)に示した周波数スペクトルを有する入力信号S_Rのサンプリング周波数を、オーバーサンブラ200によって2倍にして得られたオーバーサンプリング信号S₂₀₀の周波数スペクトルの一例を示す模式図である。オーバーサンプリング信号S₂₀₀のサンプリング周波数を F_{bs} と表記している。なお、 $F_{bs} = 2f_s$ である。図3の(b)に示すように、入力信号S_Rのサンプリング周波数 f_s に対するナイキスト周波数 $f_s/2$ と、新たなサンプリング周波数 F_{bs} に対するナイキスト周波数 $F_{bs}/2 (= f_s)$ との間には、周波数成分が存在しない。

[0037] 次に、図3の(c)は、図3の(b)に示した周波数スペクトルを有するオーバーサンプリング信号S₂₀₀に対して、鮮鋭化処理ユニット100により鮮鋭化処理を施して得られた鮮鋭化信号S₁₀₀の周波数スペクトルの一例を示す模式図である。図3の(c)に示すように、当該周波数スペクトルには、ナイキスト周波数 $f_s/2$ 付近（および、 $3f_s/2$ 付近）の高周波成分が付加される。つまり、入力信号S_Rに含まれない高周波成分が付加される。入力信号S_Rに含まれない高周波成分が付加されるのは、鮮鋭化処理ユニット100による鮮鋭化処理において非線形演算を用いているためである。

[0038] 次に、図3の(d)は、図3の(c)に示した周波数スペクトルを有する鮮鋭化信号S₁₀₀を、ダウンサンブラ300によって1/2倍にして得られたダウンサンプリング信号S₃₀₀の周波数スペクトルの一例を示す模式図である。なお、ダウンサンプリング信号S₃₀₀のサンプリング周波数は f_s である。図3の(d)に示すように、図3の(a)に示した周波数スペクトルと比べると、ナイキスト周波数 $f_s/2$ の近傍の高周波成分が増大す

る。したがって、図３の（ｄ）に示した周波数スペクトルを有するダウンサンプリング信号Ｓ３００で表される画像は、図３の（ａ）に示した周波数スペクトルを有する入力信号ＳＲで表される原画像よりも、画像に含まれる輪郭部分（エッジ）に相当する信号の立ち上がりおよび立ち下がりにより急峻にしたものとなる。その結果、ダウンサンプリング信号Ｓ３００で表される画像は、入力信号ＳＲで表される原画像より鮮鋭化されており、画質が大幅に改善されたものとなる。

[0039] 〔３．非線形演算を用いた鮮鋭化処理であることの理由〕

図３の（ｅ）を参照しながら、図３の（ｂ）に示した周波数スペクトルを有するオーバーサンプリング信号Ｓ２００に対して、鮮鋭化処理ユニット１００に代えて線形演算を用いた鮮鋭化処理を施したときに得られる周波数スペクトルについて説明する。

[0040] 図３の（ｅ）は、図３の（ｂ）に示した周波数スペクトルを有するオーバーサンプリング信号Ｓ２００に対して、線形演算を用いた鮮鋭化処理を施して得られる信号の周波数スペクトルの一例を示す模式図である。図３の（ｅ）に示した周波数スペクトルは、当該鮮鋭化処理によって入力信号ＳＲに含まれる高周波成分が増大されるものの、図３の（ｃ）に示した周波数スペクトルとは異なり、入力信号ＳＲに含まれない高域の周波数成分が付加されることはない。そのため、鮮鋭化処理ユニット１００による鮮鋭化と比べて、鮮鋭化の度合いは小さいものとなる。

[0041] 〔４．オーバーサンプリングを施してから鮮鋭化処理を施す理由〕

図３の（ａ）に示した周波数スペクトルを有する入力信号ＳＲに対してオーバーサンプリングを施すことなく、直接、鮮鋭化処理ユニット１００による鮮鋭化処理を施すことによって、図３の（ｄ）に示した周波数スペクトルを有する信号に近似する信号を得ることも不可能ではない。しかしながら、オーバーサンプリングを施してから鮮鋭化処理ユニット１００による鮮鋭化処理を施すことには、下記〔１〕および〔２〕に示す優位性がある。

[0042] 〔１〕 小型化、低コスト化、および、処理負荷の低減が可能

図3の(a)に示した周波数スペクトルを有する入力信号SRのナイキスト周波数 $f_s/2$ の近傍の高周波成分を増大させるために当該高周波成分を抽出するフィルタ(以下、フィルタAと表記する)は、多くのタップ数を必要とする。しかしながら、当該高周波成分は、オーバーサンプリング後の図3の(b)に示した周波数スペクトルにおいては、ナイキスト周波数 $F_{bs}/2 (= f_s)$ の半分である $f_s/2$ の近傍である中域の周波数成分となる。そのため、当該中域の周波数成分を抽出するフィルタ(以下、フィルタBと表記する)は、上記フィルタAよりも少ないタップ数で足りる。つまり、信号処理装置の小型化、低コスト化、および、処理負荷の低減を図ることができる。なお、上記フィルタBの一例は、後述する鮮鋭化処理部100Aが備えるフィルタ110である。

[0043] [2] 鮮鋭化に必要な高周波数成分を歪みなく付加することが可能

図3の(a)に示した周波数スペクトルを有する入力信号SRに対して、オーバーサンプリングを施すことなく、直接、鮮鋭化処理ユニット100による鮮鋭化を施す場合、鮮鋭化の度合いを大きくすると、ナイキスト周波数の近傍に付加される周波数成分が増し、付加される周波数成分が重なる状態となるため、歪みの原因となる(図3の(f)参照)。そのため、歪みが生じないようにするためには、鮮鋭化度合いを十分に大きくすることができない。つまり、原画像を高度に鮮鋭化することができない。なお、歪みの原因となる周波数成分を除去することも考えられるが、この場合、ナイキスト周波数の近傍の周波数成分を除去する必要があることから、タップ数の多いフィルタを必要とする上に、ナイキスト周波数の近傍の高域の周波数成分を失うこととなる。その結果、原画像を高度に鮮鋭化することができない。

[0044] 一方、図3の(b)に示した周波数スペクトルを有するオーバーサンプリング信号S200では、 $f_s/2$ から $3f_s/2$ の間に周波数成分が存在しないことから、鮮鋭化処理ユニット100による鮮鋭化処理を施しても、歪みが生じることなく高い周波数成分を十分に付加することが可能となる。よって、鮮鋭化度合いを十分に大きくすることが可能となる。つまり、原画像

を高度に鮮鋭化することが可能となる。

[0045] なお、図3の(c)において、鮮鋭化処理ユニット100から出力される鮮鋭化信号S100に、 $f_s/2$ を超える周波数成分及び $3f_s/2$ を下回る周波数成分が含まれる場合、ダウンサンプラ300によりダウンサンプリングを行なうと、ダウンサンプリング信号S300にはナイキスト周波数 $f_s/2$ の近傍に歪みが生じ得る。そのため、信号処理装置500がダウンサンプラ300を備える構成である場合、鮮鋭化処理ユニット100は、歪みの原因となる周波数成分を、鮮鋭化信号S100から除去することが好ましい。つまり、信号処理装置500は、図2の(b)に示したように、高域除去フィルタ350を備える構成であることが好ましい。当該構成によれば、歪みの原因となる周波数成分を除去してからダウンサンプリングを行なうため、ダウンサンプリング信号S300において歪みの発生を抑制することができる。

[0046] [5. ダウンサンプラを備えない例、および、備える例]

出力信号S0で表される画像の画角に応じて、信号処理装置500がダウンサンプラ300を備える必要があるか否かが決まる。例えば、高精細テレビジョン(HDTV)用の入力信号SRをオーバーサンプラ200によってオーバーサンプリングし、 4000×2000 程度の画素数のディスプレイ(いわゆる4Kディスプレイ)用の信号を得た後、当該信号に対して信号処理装置500にて鮮鋭化処理を施し、当該鮮鋭化処理後の鮮鋭化信号S100をそのまま4Kディスプレイに出力する場合は、ダウンサンプラ300は不要である。

[0047] 一方、鮮鋭化信号S100のサンプリング周波数を下げてから出力信号S0を出力する必要がある場合は、ダウンサンプラ300を備える必要がある。例えば、入力信号SRで表される画像の画角と出力信号S0で表される画像の画角とを同じにする場合、オーバーサンプラ200によるオーバーサンプル比と同じダウンサンプル比のダウンサンプラ300を備える。

[0048] また、他の例として、入力信号SRが標準画質テレビジョン(SDTV:S

tandard Definition Television) (水平画素数: 720) 用の信号であり、出力信号 S O が高精細テレビジョン (HDTV) (水平画素数: 1920) 用の信号であるケースを考える。このケースでは、入力信号 S R を、720 と 1920 との最小公倍数である 5670 の水平画素数の信号にオーバーサンプリングしてから、当該信号に対して信号処理装置 500 にて鮮鋭化処理を施し、ダウンサンプリングを施して出力信号 S O とする。

[0049] さらに、オーバーサンプリングおよびダウンサンプリングは時間方向に施すものであってもよい。例えば、日本および米国では 60 フィールド (30 フレーム) / 秒の方式が用いられており、欧州では 50 フィールド (25 フレーム) / 秒の方式が用いられている。そこで、これらの間で入力信号 S R と出力信号 S O とを切り替える場合、入力信号 S R を、60 と 50 との最小公倍数である 300 フィールド / 秒の信号にオーバーサンプリングしてから、当該信号に対して信号処理装置 500 にて鮮鋭化処理を施し、ダウンサンプリングを施して出力信号 S O とする。

[0050] [6. 実施形態 1]

本発明の一実施形態について図 4 から図 16 に基づいて説明すると以下の通りである。なお、本実施形態に係る信号処理装置 500 を、信号処理装置 500 a と表記する。

[0051] 図 4 を参照しながら、信号処理装置 500 a の構成について説明する。図 4 は、信号処理装置 500 a の構成を示すブロック図である。同図に示すように、信号処理装置 500 a は、少なくともオーバーサンプラ 200 と、鮮鋭化処理部 (鮮鋭化手段、水平側鮮鋭化手段、垂直側鮮鋭化手段、時間側鮮鋭化手段) 100 A を備えた鮮鋭化処理ユニット 100 とを備えている。さらに、同図に示すように、ダウンサンプラ 300 を備えていてもよい。ダウンサンプラ 300 を具備するか否かは上述したとおり出力信号 S O で表される画像の画角に応じて決まる。なお、同図では、高域除去フィルタ 350 を備えない構成を図示しているが、高域除去フィルタ 350 を備えていてもよい。

[0052] なお、鮮鋭化処理部100Aは、後述する鮮鋭化処理部100a～100eの構成例があり、いずれであってもよい。本明細書では、鮮鋭化処理部100a～100eを区別しないとき、単に、「鮮鋭化処理部100A」と表記する。

[0053] 鮮鋭化処理部100Aは、鮮鋭化処理部100Aに入力される信号に対して、波形を鮮鋭化するための鮮鋭化処理を施し、該鮮鋭化された信号を出力するものである。ここで、鮮鋭化処理とは、入力される信号で表される画像含まれる輪郭部分（エッジ）に相当する信号の立ち上がりおよび立ち下がり急峻にする（エンハンスする）処理である。

[0054] 以下では、鮮鋭化処理部100Aに入力される信号を、入力信号 S_{in} とも表記する。また、鮮鋭化処理部100Aから出力される信号を、出力信号 S_{out} とも表記する。

[0055] また、鮮鋭化処理部100Aは、後述するように、少なくとも、非線形演算を行なう非線形処理部（非線形処理手段、水平側非線形処理手段、垂直側非線形処理手段、時間側非線形処理手段）102を備えている。本明細書では、後述する非線形処理部102a～102eを区別しないとき、単に「非線形処理部102」と表記するものとする。

[0056] そして、鮮鋭化処理部100Aは、入力信号 S_{in} の高周波成分に対して非線形処理部102にて非線形演算を施すことにより、入力信号 S_{in} に含まれない高周波成分を、出力信号 S_{out} に含ませることができる。そのため、鮮鋭化処理部100Aにて鮮鋭化処理を行なうと、線形演算を用いる鮮鋭化処理と比べて、入力信号 S_{in} の立ち上がりおよび立ち下がり急峻なものにすることができる。なお、出力信号 S_{out} を、入力信号 S_{in} の高調波とも表記する。

[0057] （鮮鋭化処理部の詳細な構成）

次に、鮮鋭化処理部100a～100eの詳細な構成について説明する。

[0058] （鮮鋭化処理部の構成例1）

図5は、鮮鋭化処理部100aの構成を示すブロック図である。同図に示

すとおりの鮮鋭化処理部100aは、高周波成分抽出部（低周波成分除去手段、水平側低周波成分除去手段、垂直側低周波成分除去手段、時間側低周波成分除去手段）11、非線形処理部102a、および加算部（加算手段、水平側加算手段、垂直側加算手段、時間側加算手段）15を備えている。

[0059] まず、高周波成分抽出部11について説明する。高周波成分抽出部11は、概略的には、入力信号 S_{in} に含まれる高周波成分を抽出し、高周波信号 S_{11} （低周波除去信号、水平側低周波除去信号、垂直側低周波除去信号、時間側低周波除去信号）として出力するものである。図6を参照しながら、高周波成分抽出部11の構成について説明する。図6は、高周波成分抽出部11の構成を示すブロック図である。

[0060] 同図に示すように、高周波成分抽出部11は、フィルタ110と、丸め処理部（低レベル信号除去手段）132、およびリミッタ（高レベル信号除去手段）133とを備えている。

[0061] フィルタ110は、フィルタ110は、 $m-1$ 個の単位遅延素子 $111h$ （ $h=1, 2, \dots, m-1$ ： m は3以上の正の整数を示す）と、 m 個の乗算部 $112p$ （ $p=1, 2, \dots, m$ ）と、加算部131とを備える、 m タップのトランスバーサル型の高域通過フィルタであり、入力信号 S_{in} を入力とし、高域信号 S_{H1} を出力する。

[0062] 単位遅延素子 $111h$ のそれぞれは、入力された信号を単位時間ずつ遅延させた信号を出力するものである。なお、単位遅延素子 1111 （ $h=1$ ）には、入力信号 S_{in} が入力される。

[0063] なお、鮮鋭化処理部100Aが、画像の水平方向（横方向、主走査方向）について鮮鋭化処理を施すものである場合、単位遅延素子 $111h$ のそれぞれは、入力された信号で表される画像の水平方向に単位時間ずつ遅延させた信号（つまり、入力された信号で表される画像の水平方向に隣接して並ぶ画素から成る画素群を表す信号）を出力する。また、鮮鋭化処理部100Aが、画像の垂直方向（縦方向、副走査方向）について鮮鋭化処理を施すものである場合、単位遅延素子 $111h$ のそれぞれは、入力された信号で表される

画像の垂直方向に単位時間ずつ遅延させた信号（つまり、入力された信号で表される画像の垂直方向に隣接して並ぶ画素から成る画素群を表す信号）を出力する。また、鮮鋭化処理部 100A が、画像の時間方向（フレーム方向）について鮮鋭化処理を施すものである場合、単位遅延素子 111h のそれぞれは、入力された信号で表される画像の時間方向に単位時間ずつ遅延させた信号（つまり、入力された信号で表される画像の時間方向に隣接して並ぶ画素から成る画素群を表す信号）を出力する。

[0064] 乗算部 112p ($p = 1, 2, \dots, m$) のそれぞれは、入力される信号に係数 C_p ($p = 1, 2, \dots, m$) を乗算し、該乗算した結果を加算部 131 に出力する。ここで、係数 C_p は、フィルタ 110 が高域通過フィルタとして機能するように予め設定されるものである。例えば、 $m = 3$ の場合、 $C_1 = 0.5$ 、 $C_2 = -1$ 、 $C_3 = 0.5$ と設定することにより、フィルタ 110 は、高域通過フィルタとして機能する。

[0065] 加算部 131 は、乗算部 112p から出力される信号を加算することによって、高域信号 S_{H1} を生成する。

[0066] なお、一般的に知られているように、高域通過フィルタよりも低域通過フィルタの方が容易に実現可能である。そこで、フィルタ 110 は、低域通過フィルタを用いて構成してもよい。図 7 に、フィルタ 110 の他の構成例を示す。同図に示すように、フィルタ 110 は、低域通過フィルタ 1101 と減算部 1102 とによって構成してもよい。

[0067] 丸め処理部 132 は、後段の非線形処理部 102 にてノイズを増幅させないために、高域信号 S_{H1} に含まれるノイズとみなせる低レベル信号を除去することによって、低レベル除去信号 S_{H2} を生成する。

[0068] 具体的には、高域信号 S_{H1} の信号値のうち、絶対値が所定の下限值 L_V 以下の信号値を “0” に変更することによって、低レベル除去信号 S_{H2} を生成する。

[0069] 例えば、入力信号 S_{in} が、 -255 から 255 のいずれかの整数値を取り得る場合において、下限値 L_V を “2” とすると、高域信号 S_{H1} の信号

値のうち、絶対値が“2”以下の信号値を全てノイズとみなして“0”に変更する（つまり、丸める）。

[0070] 次に、リミッタ133は、既に十分なエネルギーを有する信号を後段の非線形処理部102にてさらに増幅させないために、低レベル除去信号SH2に含まれる高レベルの信号値を除去することによって、高周波信号S11を生成する。

[0071] 具体的には、低レベル除去信号SH2の信号値が所定の上限値UV1以下となるように、低レベル除去信号SH2の信号のうち、絶対値が上限値UV1よりも大きい部分について、絶対値を上限値UV1以下に変更する処理（以下、クリップ処理とも表記する）を行なうことによって、高周波信号S11を生成する。

[0072] 例えば、低レベル除去信号SH2の信号値の絶対値が“64”を超える部分について、当該部分の信号値を、符号に応じて“64”または“-64”に変更する。または、“0”に変更してもよい。

[0073] なお、入力信号Sinが8ビット信号である場合、上述したフィルタ110では、この8ビット信号に対して、例えば12ビット演算で3rdMSB（8ビット信号で64または-64程度）以下に制限した信号を入力信号Sinに加算する。そのため、丸め処理部132およびリミッタ133は、フィルタ110で行なわれた演算結果を、8ビット信号相当に制限する処理を行なっている。

[0074] また、上述では、高周波成分抽出部11は、丸め処理部132とリミッタ133とをそれぞれ備える構成としたが、これらを一体にした部材を備える構成としてもよい。

[0075] 次に、非線形処理部102aについて説明する。非線形処理部102aは、図5に示すように、非線形演算部（偶数乗乗演算手段、平方根演算手段）21、符号変換部（符号変換手段）41、およびリミッタ（振幅調整手段）51を備えている。

[0076] 非線形演算部21は、高周波信号S11に対して非線形演算を施し、非線

形信号 S 2 1 を生成する。

[0077] ここで、非線形演算部 2 1 にて行なう非線形演算について説明する。以下では、非線形演算部 2 1 への入力信号値を x とし、非線形演算部 2 1 からの出力信号値を y とし、非線形演算部 2 1 にて行なう非線形演算を、 $y = f(x)$ という関数で表す。

[0078] ここで、関数 $f(x)$ は、正負対称（原点对称）に単調増加する非線形関数であるものとする。なお、単調増加とは広義の単調増加を意味するものとする。ただし、関数 $f(x)$ は、少なくとも $x = "0"$ の近傍で単調増加するものであればよい。また、関数 $f(x)$ は、少なくとも $x = "0"$ の近傍で、 $|f(x)| > |x|$ であることが好ましい。

[0079] このような関数 $f(x)$ として、例えば、下記数式 (1) ~ (3) で示されるものが挙げられる。なお、下記数式 (2) および (3) で示される関数 $f(x)$ を用いる場合、当該関数 $f(x)$ は、 $0 \leq x \leq 1$ の区間での値の増加が大きいため、当該区間で用いることが好ましい。

[0080] [数1]

$$f(x) = x^{2^n} \quad (n \text{ は自然数}) \quad \dots (1)$$

[0081] [数2]

$$f(x) = |x|^{1/2} \quad \dots (2)$$

[0082] [数3]

$$f(x) = |x|^{1/10} \quad \dots (3)$$

[0083] 関数 $f(x)$ として上記数式 (1) を用いる場合、非線形演算部 2 1 は、2 以上の偶数を冪指数として高周波信号 S 1 1 を冪乗することにより非線形信号 S 2 1（偶数冪乗信号、平方根信号）を生成する。例えば、上記数式 (1) において $n = 1$ の場合（つまり、 $f(x) = x^2$ である場合）、非線形演算部 2 1 は、高周波信号 S 1 1 を 2 乗することにより、非線形信号 S 2 1 を生成する。この場合、高周波信号 S 1 1 を構成するデータ列が、 $X_1, X_2, X_3, \dots$ であるとする、高周波信号 S 1 1 を 2 乗した非線形信号 S 2 1 は、データ列 $X_1^2, X_2^2, X_3^2, \dots$ で構成されるデジタル信号となる。

[0084] ところで、高周波信号 S 1 1 の信号値が、 $-255 \sim 255$ のいずれかの整数値である場合、関数 $f(x)$ を用いるにあたり、 x を 255 で正規化してもよい。例えば、上記数式 (2) を用いる代わりに、上記数式 (2) で示される関数 $f(x)$ の右辺の x を、 $x/255$ で正規化するとともに、右辺に 255 を乗算した下記数式 (4) を用いてもよい。なお、下記数式 (4) は、 $f(x) > x$ という条件を満たす。

[0085] [数4]

$$f(x) = 255 | x / 255 |^{1/2} \quad \dots (4)$$

[0086] 上記数式 (4) では、上記数式 (2) で示される関数 $f(x)$ の右辺の x を、 255 で正規化するとともに、右辺に 255 を乗算したが、右辺に乗算する数値は正規化するための値（この例では 255 ）と同じ値である必要はなく、 $|f(x)| > |x|$ という条件を満たすものであればよい。例えば、 255 の代わりに右辺に 100 を乗算した下記数式 (5) を用いてもよい。

[0087] [数5]

$$f(x) = 100 | x / 255 |^{1/2} \quad \dots (5)$$

[0088] また、関数 $f(x)$ は、下記数式 (6) に示す三角関数を用いたのものであってもよい。

[0089] [数6]

$$f(x) = 255 | \sin \{ (x / 255) (\pi / 2) \} | \quad \dots (6)$$

[0090] 次に、符号変換部 4 1 は、高周波信号 S 1 1 の符号ビット情報に基づき、非線形信号 S 2 1 に高周波信号 S 1 1 の符号を反映させたものを、符号変換信号 S 4 1 として生成する。すなわち、符号変換部 4 1 は、非線形信号 S 2 1 のうち、符号が、高周波信号 S 1 1 と同じ部分については、符号をそのまま維持する。一方、非線形信号 S 2 1 のうち、符号が、高周波信号 S 1 1 と異なる部分については、符号の正負を反転させる。

[0091] 次に、リミッタ 5 1 は、符号変換部 4 1 が生成する符号変換信号 S 4 1 の振幅（信号レベル、強度）を調整する処理（以下、振幅調整処理とも表記す

る)を行なうことにより、非線形処理信号 S 1 2 (水平側非線形処理信号、垂直側非線形処理信号、時間側非線形処理信号)を生成する。具体的には、リミッタ 5 1 は、符号変換信号 S 4 1 に、所定の倍率値 α ($|\alpha| < 1$) (第 1 ~ 第 4 の所定の倍率値)を乗算することにより、符号変換信号 S 4 1 の振幅を調整する。

[0092] なお、倍率値 α は、映像の動きやノイズの量に応じて適宜設定可能であることが望ましい。なお、倍率値 α を固定値にする場合は、例えば、絶対値が 0.5 以下の値とすることが望ましい。

[0093] さらに、リミッタ 5 1 は、既に十分なエネルギーを有する信号をさらに増幅させないために、非線形処理信号 S 1 2 の信号値が所定の上限値 U V 2 以下となるように、非線形処理信号 S 1 2 の信号のうち、絶対値が上限値 U V 2 よりも大きい部分について、絶対値を当該上限値 U V 2 以下に変更する処理(以下、クリップ処理とも表記する)を行なう。例えば、非線形処理信号 S 1 2 の信号値の絶対値が“64”を超える部分について、当該部分の信号値を、符号に応じて“64”または“-64”に変更する。または、“0”に変更してもよい。

[0094] なお、非線形処理部 1 0 2 a は、リミッタ 5 1 を備えず、符号変換信号 S 4 1 の振幅調整処理およびクリップ処理を行なわない構成としてもよい。この場合、符号変換部 4 1 が生成する符号変換信号 S 4 1 が、非線形処理信号 S 1 2 として非線形処理部 1 0 2 a から出力される。

[0095] 最後に、加算部 1 5 について説明する。加算部 1 5 は、非線形処理信号 S 1 2 を補償用信号として、入力信号 S i n に加算することにより、出力信号 S o u t を生成するものである。なお、加算部 1 5 には、入力信号 S i n と非線形処理信号 S 1 2 との間のタイミングを調整するための遅延素子が適宜含まれているものとする。

[0096] (構成例 1 における信号の波形)

次に、図 8 の (a) ~ (e) を参照しながら、鮮鋭化処理部 1 0 0 a の各部にて生成される信号の波形について説明する。図 8 の (a) ~ (e) は、

鮮鋭化処理部 100a の各部にて生成される信号の波形を模式的に示す図である。ここでは、図 8 の (a) に示す信号が、入力信号 S_{in} として鮮鋭化処理部 100a に入力されるものとする。

[0097] まず、入力信号 S_{in} が高周波成分抽出部 11 に入力されると、入力信号 S_{in} に含まれる高周波成分が抽出され、図 8 の (b) に示される高周波信号 S_{11} が生成される。

[0098] 続いて、非線形処理部 102a の非線形演算部 21 にて行なわれる非線形演算が、 $f(x) = x^2$ である場合、高周波信号 S_{11} を 2 乗した非線形信号 S_{21} が、非線形演算部 21 にて生成される (図 8 の (c) 参照)。

[0099] 続いて、非線形信号 S_{21} が符号変換部 41 に入力されると、図 8 の (d) に示される符号変換信号 S_{41} が生成される。同図に示すとおり、符号変換信号 S_{41} は、図 8 の (b) に示される高周波信号 S_{11} の符号の正負が維持されている。

[0100] 続いて、符号変換信号 S_{41} がリミッタ 51 に入力されると、振幅調整処理およびクリップ処理が行なわれ、非線形処理信号 S_{12} が生成される。その後、加算部 15 によって、非線形処理信号 S_{12} が入力信号 S_{in} に加算されると、出力信号 S_{out} が生成される (図 8 の (e) 参照)。

[0101] なお、図 8 の (e) に示した非線形処理信号 S_{12} における信号の立ち上がりおよび立ち下がり、線形演算を用いて入力信号 S_{in} をエンハンスした場合における信号の立ち上がりおよび立ち下がりよりも、急峻となるので、図 9 を参照しながら説明する。

[0102] 図 9 の (a) に示す信号は、図 8 の (a) に示した入力信号 S_{in} と同じものである。そして、図 9 の (a) に示す入力信号 S_{in} をエンハンスする場合、線形演算を用いた鮮鋭化処理では、図 9 の (a) に示す入力信号 S_{in} から高域信号を抽出し、該抽出した高域信号に入力信号 S_{in} を加算するという方法が用いられる。したがって、線形演算を用いた鮮鋭化処理では、入力信号 S_{in} に含まれていないナイキスト周波数を越えた信号成分が付加されることはない。

[0103] そのため、線形演算を用いた鮮鋭化処理では、図9の(b)で示される信号が生成される。図9の(b)で示される信号における立ち上がりは、図9の(a)に示す入力信号 S_{in} における信号の立ち上がりよりも急峻となるものの、鮮鋭化処理部100aにて生成される非線形処理信号 S_{12} (図8の(e))における信号の立ち上がりの方が、より急峻となる。

[0104] (鮮鋭化処理部の構成例2)

上述した非線形処理部102aにおいて、非線形演算部21にて生成される非線形信号 S_{21} を微分する構成としてもよい。非線形信号 S_{21} を微分することによって、非線形信号 S_{21} に含まれる直流成分を除去することができるからである。

[0105] そこで、図10を参照しながら、鮮鋭化処理部100bの構成例について説明する。図10は、鮮鋭化処理部100bの構成を示すブロック図である。

[0106] 同図に示すとおり、鮮鋭化処理部100bは、高周波成分抽出部11、非線形処理部102b、および加算部15を備えている。そして、非線形処理部102bは、図5に示した非線形処理部102aの構成に加え、非線形演算部21と符号変換部41との間に、微分部(微分手段)31を備えている。高周波成分抽出部11、非線形処理部102bの微分部31以外の部材、および加算部15は、上述したものと同一ものであるので、ここではその詳細な説明を省略する。

[0107] 微分部31は、非線形演算部21にて生成される非線形信号 S_{21} を微分することにより、微分信号 S_{31} を生成するものである。

[0108] 図11を参照しながら、微分部31の構成について説明する。図11は、微分部31の構成を示すブロック図である。同図に示すように、微分部31は、単位遅延素子3111と減算部3112とから構成されており、微分部31に入力される信号に対して後退差分を算出するものである。

[0109] そして、微分部31が生成した微分信号 S_{31} に対して、符号変換部41は、高周波信号 S_{11} の符号ビット情報に基づき、非線形信号 S_{21} に高周

波信号 S_{11} の符号を反映させたものを、符号変換信号 S_{42} として生成する。すなわち、符号変換部 41 は、微分信号 S_{31} のうち、符号が、高周波信号 S_{11} と同じ部分については、符号をそのまま維持する。一方、非線形信号 S_{21} のうち、符号が、高周波信号 S_{11} と異なる部分については、符号の正負を反転させる。

[0110] そして、リミッタ 51 は、符号変換部 41 にて生成される符号変換信号 S_{42} に対して、振幅調整処理およびクリップ処理を行なうことによって、非線形処理信号 S_{12} を生成する。振幅調整処理では、符号変換信号 S_{42} に、所定の倍率値 α を乗算することにより、符号変換信号 S_{42} の振幅を調整する。

[0111] なお、非線形処理部 102b は、リミッタ 51 を備えず、符号変換信号 S_{42} の振幅調整処理およびクリップ処理を行なわない構成としてもよい。この場合、符号変換部 41 が生成する符号変換信号 S_{42} が、非線形処理信号 S_{12} として非線形処理部 102b から出力される。

[0112] (構成例 2 における信号の波形)

次に、図 12 の (a) ~ (f) を参照しながら、鮮鋭化処理部 100b の各部にて生成される信号の波形について説明する。図 12 の (a) ~ (f) は、鮮鋭化処理部 100b の各部にて生成される信号の波形を模式的に示す図である。ここでは、図 12 の (a) に示す信号が、入力信号 S_{in} として鮮鋭化処理部 100b に入力されるものとする。なお、図 12 の (a) に示す信号は、図 8 の (a) に示す信号と同じである。

[0113] まず、入力信号 S_{in} が高周波成分抽出部 11 に入力されると、入力信号 S_{in} に含まれる高周波成分が抽出され、図 12 の (b) に示される高周波信号 S_{11} が生成される。

[0114] 続いて、非線形処理部 102b の非線形演算部 21 にて行なわれる非線形演算が、 $f(x) = x^2$ である場合、高周波信号 S_{11} を 2 乗した非線形信号 S_{21} が、非線形演算部 21 にて生成される (図 12 の (c) 参照)。

[0115] 続いて、非線形信号 S_{21} が微分部 31 に入力されると、図 12 の (d)

に示される微分信号 S_{31} が生成される。なお、微分信号 S_{31} では、非線形信号 S_{21} に含まれていた直流成分が除去されている。

[0116] 続いて、微分信号 S_{31} が符号変換部 41 に入力されると、図 12 の (e) に示される符号変換信号 S_{42} が生成される。同図に示すとおり、符号変換信号 S_{42} は、図 12 の (b) に示される高周波信号 S_{11} の符号の正負が維持されている。

[0117] 続いて、符号変換信号 S_{41} がリミッタ 51 に入力されると、振幅調整処理およびクリップ処理が行なわれ、非線形処理信号 S_{12} が生成される。最後に、加算部 15 によって、非線形処理信号 S_{12} が入力信号 S_{in} に加算されると、出力信号 S_{out} が生成される（図 12 の (f) 参照）。

[0118] なお、図 12 の (f) に示される出力信号 S_{out} における信号の立ち上がりおよび立ち下がり、線形演算を用いて鮮鋭化する場合よりも、急峻となる。

[0119] （鮮鋭化処理部の構成例 3）

上述した非線形処理部 102a および非線形処理部 102b の構成では、符号変換部 41 を備える構成としたが、高周波信号 S_{11} に対して施す非線形演算が、高周波信号 S_{11} の符号の正負を維持するものであれば、符号変換部 41 を備える必要はない。

[0120] そこで、図 13 を参照しながら、符号変換部 41 を備えない鮮鋭化処理部 100c の構成例について説明する。図 13 は、鮮鋭化処理部 100c の構成を示すブロック図である。

[0121] 同図に示すとおり、鮮鋭化処理部 100c は、高周波成分抽出部 11、非線形処理部 102c、および加算部 15 を備えている。そして、非線形処理部 102c は、非線形演算部（奇数乗乗演算手段）22、およびリミッタ 51 を備えている。高周波成分抽出部 11、リミッタ 51、および加算部 15 は、上述したものと同一のものであるので、ここではその詳細な説明を省略する。

[0122] 非線形演算部 22 は、高周波信号 S_{11} に対して非線形演算を施し、非線

形信号 S 2 2 を生成する。

[0123] ここで、非線形演算部 2 2 にて行なう非線形演算について説明する。以下では、非線形演算部 2 2 への入力信号値を x とし、非線形演算部 2 2 からの出力信号値を y とし、非線形演算部 2 2 にて行なう非線形演算を、 $y = g(x)$ という関数で表す。

[0124] ここで、関数 $g(x)$ は、正負対称（原点对称）に単調増加する非線形関数であるものとする。なお、単調増加とは、広義の単調増加を意味するものとする。ただし、関数 $g(x)$ は、少なくとも $x = "0"$ の近傍で単調増加するものであればよい。また、関数 $g(x)$ は、少なくとも $x = "0"$ の近傍で、 $|g(x)| > |x|$ であることが好ましい。

[0125] このような関数 $g(x)$ として、例えば、下記数式 (7) が挙げられる。

[0126] [数7]

$$g(x) = x^{3n} \quad (n \text{ は自然数}) \quad \dots (7)$$

[0127] 関数 $g(x)$ として上記数式 (7) を用いる場合、非線形演算部 2 2 は、3 以上の奇数を冪指数として高周波信号 S 1 1 を冪乗することにより非線形信号 S 2 2 を生成する。例えば、上記数式 (7) において $n = 1$ の場合（つまり、 $g(x) = x^3$ である場合）、非線形演算部 2 2 は、高周波信号 S 1 1 を 3 乗することにより、非線形信号 S 2 2 を生成する。この場合、高周波信号 S 1 1 を構成するデータ列が、 $X_1, X_2, X_3, \dots$ であるとする、高周波信号 S 1 1 を 3 乗した非線形信号 S 2 2 は、データ列 $X_1^3, X_2^3, X_3^3, \dots$ で構成されるデジタル信号となる。

[0128] そして、リミッタ 5 1 は、非線形演算部 2 2 にて生成される非線形信号 S 2 2 に対して、振幅調整処理およびクリップ処理を行なうことによって、非線形処理信号 S 1 2 を生成する。

[0129] なお、非線形処理部 1 0 2 c は、リミッタ 5 1 を備えず、非線形信号 S 2 2 の振幅調整処理およびクリップ処理を行なわない構成としてもよい。この場合、非線形演算部 2 2 が生成する非線形信号 S 2 2 が、非線形処理信号 S 1 2 として非線形処理部 1 0 2 c から出力される。

[0130] (構成例 3 における信号の波形)

次に、図 14 の (a) ~ (d) を参照しながら、鮮鋭化処理部 100c の各部にて生成される信号の波形について説明する。図 14 の (a) ~ (d) は、鮮鋭化処理部 100c の各部にて生成される信号の波形を模式的に示す図である。ここでは、図 14 の (a) に示す信号が、入力信号 S_{in} として鮮鋭化処理部 100c に入力されるものとする。なお、図 14 の (a) に示す信号は、図 8 の (a) に示す信号と同じである。

[0131] まず、入力信号 S_{in} が高周波成分抽出部 11 に入力されると、入力信号 S_{in} に含まれる高周波成分が抽出され、図 14 の (b) に示される高周波信号 S_{11} が生成される。

[0132] 続いて、非線形演算部 22 にて行なわれる非線形演算が、 $f(x) = x^3$ である場合、高周波信号 S_{11} を 3 乗した非線形信号 S_{22} が、非線形演算部 22 にて生成される (図 14 の (c) 参照)。

[0133] 続いて、非線形信号 S_{22} がリミッタ 51 に入力されると、振幅調整処理およびクリップ処理が行なわれ、非線形処理信号 S_{12} が生成される。最後に、加算部 15 によって、非線形処理信号 S_{12} が入力信号 S_{in} に加算されると、出力信号 S_{out} が生成される (図 14 の (d) 参照)。

[0134] なお、図 14 の (d) に示される出力信号 S_{out} における信号の立ち上がりおよび立ち下がり、線形演算を用いて鮮鋭化する場合よりも、急峻となっている。

[0135] (ナイキスト周波数を超える周波数が生成される理由)

次に、鮮鋭化処理部 100A が生成する出力信号 S_{out} が、入力信号 S_{in} が有する高調波成分等のナイキスト周波数 $f_s/2$ を超える高周波成分を含む理由について説明する。

[0136] ここでは、入力信号 S_{in} が、時間を x とした関数 $F(x)$ で表現されるものとする。そして、入力信号 S_{in} の基本角周波数を ω とすると、関数 $F(x)$ は、下記数式 (8) のようにフーリエ級数で表現することができる。

[0137]

[数8]

$$F(x) = a_{-N} \cos(-N)\omega x + a_{-N+1} \cos(-N+1)\omega x + \cdots + a_{-1} \cos(-1)\omega x \\ + a_0 + a_1 \cos \omega x + a_2 \cos 2\omega x + \cdots + a_N \cos N\omega x \\ + b_{-N} \sin(-N)\omega x + b_{-N+1} \sin(-N+1)\omega x + \cdots + b_{-1} \sin(-1)\omega x \\ + b_1 \sin \omega x + b_2 \sin 2\omega x + \cdots + b_N \sin N\omega x \quad \cdots (8)$$

[0138] ここで、Nは、サンプリング周波数 f_s に対するナイキスト周波数 $f_s/2$ を超えない最高周波数の高調波の次数である。すなわち、下記数式 (9) が満たされる。

[0139] [数9]

$$N\omega / (2\pi) < f_s / 2 \leq (N+1)\omega / (2\pi) \quad \cdots (9)$$

[0140] 次に、関数 $F(x)$ で表される入力信号 S_{in} の直流成分 a_0 以外の信号を $G(x)$ と表記すると、 $G(x)$ は下記数式 (10) で表される。

[0141] [数10]

$$G(x) = a_{-N} \cos(-N)\omega x + a_{-N+1} \cos(-N+1)\omega x + \cdots + a_{-1} \cos(-1)\omega x \\ + a_1 \cos \omega x + a_2 \cos 2\omega x + \cdots + a_N \cos N\omega x \\ + b_{-N} \sin(-N)\omega x + b_{-N+1} \sin(-N+1)\omega x + \cdots + b_{-1} \sin(-1)\omega x \\ + b_1 \sin \omega x + b_2 \sin 2\omega x + \cdots + b_N \sin N\omega x \quad \cdots (10)$$

[0142] ここで、鮮鋭化処理部 100A に入力される入力信号 S_{in} は、信号 $G(x)$ または信号 $G(x)$ の高周波成分を含む。

[0143] そして、例えば、非線形演算部 21 にて行なわれる非線形演算が、 $f(x) = x^2$ である場合、非線形演算部 21 にて生成される非線形信号 S_{21} は、高周波信号 S_{11} を 2 乗することにより得られる信号である。ここで、上記数式 (10) により、 $(G(x))^2$ の各項は、下記数式 (11) ~ (13) のいずれかで表される ($i = \pm 1, \pm 2, \cdots, \pm N$; $j = \pm 1, \pm 2, \cdots, \pm N$)。

[0144] [数11]

$$a_i \cos i\omega x \cdot a_j \cos j\omega x \quad \cdots (11)$$

[0145] [数12]

$$a_i \cos i\omega x \cdot b_j \sin j\omega x \quad \cdots (12)$$

[0146] [数13]

$$b_i \sin i\omega x \cdot b_j \sin j\omega x \quad \cdots (13)$$

[0147] ここで、三角関数に関する公式を用いることにより、上記数式 (11) ~ (13) は、それぞれ、下記数式 (14) ~ (16) に書き直すことができる。

[0148] [数14]

$$(a_i a_j / 2) \{ \cos(i+j) \omega x + \cos(i-j) \omega x \} \quad \dots (14)$$

[0149] [数15]

$$(a_i b_j / 2) \{ \sin(i+j) \omega x - \sin(i-j) \omega x \} \quad \dots (15)$$

[0150] [数16]

$$(-b_i b_j / 2) \{ \cos(i+j) \omega x - \cos(i-j) \omega x \} \quad \dots (16)$$

[0151] 上記数式 (14) ~ (16) から分かるように、 $(G(x))^2$ は、 $(N+1)\omega$ 、 $(N+2)\omega$ 、 $\dots$ 、 $2N\omega$ 等の角周波数成分を含む。

[0152] よって、 $(G(x))^2$ は、ナイキスト周波数 $f_s/2$ より高い周波数成分を含むこととなる。つまり、非線形演算部 21 にて生成される非線形信号 S_{21} は、周波数 $2N\omega/(2\pi)$ といった高調波成分等のように、ナイキスト周波数 $f_s/2$ より高い周波数成分を含むこととなる。

[0153] 同様に、例えば、非線形演算部 22 にて行なわれる非線形演算が、 $f(x) = x^3$ である場合、非線形演算部 22 にて生成される非線形信号 S_{22} は、高周波信号 S_{11} を 3 乗することにより得られる信号である。ここで、上記数式 (10) により、 $(G(x))^3$ の各項は、下記数式 (17) ~ (20) のいずれかで表される ($i = \pm 1, \pm 2, \dots, \pm N$; $j = \pm 1, \pm 2, \dots, \pm N$; $k = \pm 1, \pm 2, \dots, \pm N$)。

[0154] [数17]

$$a_i \cos i \omega x \cdot a_j \cos j \omega x \cdot a_k \cos k \omega x \quad \dots (17)$$

[0155] [数18]

$$a_i \cos i \omega x \cdot a_j \cos j \omega x \cdot b_k \sin k \omega x \quad \dots (18)$$

[0156] [数19]

$$a_i \cos i \omega x \cdot b_j \sin j \omega x \cdot b_k \sin k \omega x \quad \dots (19)$$

[0157]

[数20]

$$b_i \sin i \omega x \cdot b_j \sin j \omega x \cdot b_k \sin k \omega x \quad \dots (20)$$

[0158] ここで、例えば、 $i = j = k = N$ である項のうち、上記数式(17)および(20)で示される項に着目すると、これらの項は、三角関数に関する公式を用いることにより、下記数式(21)および(22)に書き直すことができる。

[0159] [数21]

$$(a_N \cos N \omega x)^3 = a_N^3 \left\{ \left(\frac{3}{4} \right) \cos N \omega x + \left(\frac{1}{4} \right) \cos 3 N \omega x \right\} \quad \dots (21)$$

[0160] [数22]

$$(b_N \sin N \omega x)^3 = b_N^3 \left\{ \left(\frac{3}{4} \right) \sin N \omega x - \left(\frac{1}{4} \right) \sin 3 N \omega x \right\} \quad \dots (22)$$

[0161] また、例えば、 $i = j = k = -N$ である項のうち、上記数式(17)および(20)で示される項に着目すると、これらの項は、三角関数に関する公式を用いることにより、下記数式(23)および(24)に書き直すことができる。

[0162] [数23]

$$\begin{aligned} \{ a_N \cos (-N \omega x) \}^3 \\ = a_N^3 \left\{ \left(\frac{3}{4} \right) \cos (-N \omega x) + \left(\frac{1}{4} \right) \cos (-3 N \omega x) \right\} \quad \dots (23) \end{aligned}$$

[0163] [数24]

$$\begin{aligned} \{ b_N \sin (-N \omega x) \}^3 \\ = b_N^3 \left\{ \left(\frac{3}{4} \right) \sin (-N \omega x) - \left(\frac{1}{4} \right) \sin (-3 N \omega x) \right\} \quad \dots (24) \end{aligned}$$

[0164] 上記数式(21)～(24)から分かるように、 $(G(x))^3$ は、基本角周波数 ω の $3N$ 倍の周波数成分、および、 $-3N$ 倍の周波数成分を含む。 $(G(x))^3$ の他の項についても三角関数の公式によって書き直すことにより、 $(G(x))^3$ は、基本角周波数 ω の $-3N$ 倍から $3N$ 倍までの様々な周波数成分を含むことが分かる。

[0165] よって、 $(G(x))^3$ は、ナイキスト周波数 $f_s/2$ より高い周波数成分を含むこととなる。つまり、非線形演算部22にて生成される非線形信号 S_{22} は、周波数 $3N\omega/(2\pi)$ といった高調波成分等のように、ナイキス

ト周波数 $f_s / 2$ より高い周波数成分を含むこととなる。

[0166] 以上のように、鮮鋭化処理部 100A にて生成される出力信号 S_{out} は、入力信号 S_{in} に含まれない高周波成分、すなわちナイキスト周波数より高い周波数成分を含むこととなる。

[0167] (鮮鋭化処理部の他の構成例 1)

鮮鋭化処理部 100A にて施す非線形演算は、上述した以外にも様々に考えられる。そこで、図 15 および図 16 を参照しながら、鮮鋭化処理部 100d および 100e の構成例について説明する。

[0168] まず、図 15 は、鮮鋭化処理部 100d の構成を示すブロック図である。同図に示すとおり、鮮鋭化処理部 100d は、高周波成分抽出部 11、非線形処理部 102d、および加算部 15 を備えている。高周波成分抽出部 11 および加算部 15 は、上述したものと同一ものであるため、ここではその詳細な説明を省略する。

[0169] 非線形処理部 102d は、2乗演算部 61、第 1 微分部 71、第 2 微分部 81、および乗算部 91 を備えている。

[0170] 2乗演算部 61 は、高周波信号 S_{11} を 2 乗することにより 2 乗信号 S_{61} を生成するものである。すなわち、高周波信号 S_{11} を構成するデータ列が、 X_1 、 X_2 、 X_3 、…であるとする、高周波信号 S_{11} を 2 乗した 2 乗信号 S_{61} は、データ列 X_1^2 、 X_2^2 、 X_3^2 、…によって構成されるデジタル信号となる。

[0171] 次に、第 1 微分部 71 は、2乗演算部 61 にて生成される 2 乗信号 S_{61} を微分することにより、第 1 微分信号 S_{71} を生成する。なお、第 1 微分部 71 の構成は、例えば、微分部 31 と同様の構成である。

[0172] 次に、第 2 微分部 81 は、入力信号 S_{in} を微分することにより、第 2 微分信号 S_{81} を生成する。なお、第 2 微分部 81 の構成は、例えば、微分部 31 と同様の構成である。

[0173] そして、乗算部 91 は、第 1 微分信号 S_{71} と第 2 微分信号 S_{81} とを乗算することにより、非線形処理信号 S_{12} を生成する。すなわち、第 1 微分

信号 S_{71} を構成するデータ列が、 U_1 、 U_2 、 U_3 、…であるとし、第2微分信号 S_{81} を構成するデータ列が、 V_1 、 V_2 、 V_3 、…であるとする、非線形処理信号 S_{12} は、データ列 $U_1 \cdot V_1$ 、 $U_2 \cdot V_2$ 、 $U_3 \cdot V_3$ 、…によって構成されるデジタル信号となる。

[0174] なお、上述では、非線形演算を施すために2乗演算部61を設ける構成としたが、2乗演算部61に代えて、高周波信号 S_{11} を4乗する4乗演算部を用いてもよい。より一般的には、2以上の偶数を冪指数とする高周波信号 S_{11} の冪乗に相当する信号を生成する冪乗演算部を用いてもよい。

[0175] (鮮鋭化処理部の他の構成例2)

上述した鮮鋭化処理部100dの構成では、2乗演算部61を備える構成としたが、2乗演算部61に代えて、入力された信号の絶対値を計算する絶対値処理部62を備える構成としてもよい。

[0176] そこで、図16を参照しながら、絶対値処理部62を備える鮮鋭化処理部100eの構成例について説明する。図16は、鮮鋭化処理部100eの構成を示すブロック図である。

[0177] 同図に示すとおり、鮮鋭化処理部100eは、高周波成分抽出部11、非線形処理部102e、および加算部15を備えている。高周波成分抽出部11および加算部15は、上述したのと同じものであるので、ここではその詳細な説明を省略する。

[0178] 非線形処理部102eは、絶対値処理部62、第1微分部71、第2微分部81、および乗算部91を備えている。第1微分部71、第2微分部81、および乗算部91は、上述したのと同じものであるので、ここではその詳細な説明を省略する。

[0179] 絶対値処理部62は、高周波信号 S_{11} の絶対値に相当する信号である絶対値信号 S_{62} を生成する。すなわち、高周波信号 S_{11} を構成するデータ列が、 X_1 、 X_2 、 X_3 、…であるとする、絶対値信号 S_{62} は、データ列 $|X_1|$ 、 $|X_2|$ 、 $|X_3|$ 、…によって構成されるデジタル信号となる。

[0180] 次に、第1微分部71は、絶対値処理部62にて生成される絶対値信号S62を微分することにより、第1微分信号S72を生成する。

[0181] そして、乗算部91は、第1微分信号S72と第2微分信号S81とを乗算することにより、非線形処理信号S12を生成する。

[0182] [7. 実施形態2]

入力信号SRに含まれる高周波数成分は通常は一定ではないため、鮮鋭化処理部100Aにて施す鮮鋭化の度合いは、入力信号SRに含まれる高周波数成分の量に応じて設定することが好ましい。つまり、入力信号SRに含まれる高周波数成分が少ない場合は、鮮鋭化処理部100Aにて施す鮮鋭化の度合いは大きくすることが好ましい。一方、入力信号SRに含まれる高周波数成分が多い場合は、鮮鋭化処理部100Aにて施す鮮鋭化の度合いは小さくすることが好ましい。このように設定することにより、鮮鋭化が強すぎることも弱すぎることもなく、適度に鮮鋭化することが可能となる。

[0183] そこで、本実施形態では、入力信号SRに含まれる高周波数成分の量に応じて鮮鋭化処理部100Aにて施す鮮鋭化の度合いを設定する形態について説明する。本実施形態について図17に基づいて説明すると以下の通りである。本実施形態に係る信号処理装置500を、信号処理装置500bと表記する。なお、説明の便宜上、実施形態1にて示した各部材と同一の機能を有する部材には、同一の符号を付記し、特に記載する場合を除きその説明を省略する。

[0184] 図17を参照しながら、信号処理装置500bの構成について説明する。

図17は、信号処理装置500bの構成を示すブロック図である。同図に示すように、信号処理装置500bでは、鮮鋭化処理ユニット100が、さらに、鮮鋭度調整指示部（振幅倍率値設定手段、フィルタ係数設定手段）400を備えている。なお、同図では、高域除去フィルタ350を備えない構成を図示しているが、高域除去フィルタ350を備えていてもよい。

[0185] 鮮鋭度調整指示部400は、入力信号SAおよびオーバーサンプリング信号S200のいずれかを入力とし、入力された信号に含まれる高周波成分を

抽出する。なお、図 17 では、入力信号 S A を入力する場合について図示している。鮮鋭度調整指示部 400 は、入力された信号に含まれる高周波成分を抽出するために、内部に高域通過フィルタを備えている。当該高域通過フィルタは、一般に知られているハイパスフィルタであり、入力される信号の直流成分を除去するものであれば、どのようなフィルタであってもよい。また、1次元フィルタであってもよいし、2次元フィルタであってもよい。

[0186] そして、鮮鋭度調整指示部 400 は、抽出した高周波成分の量に応じて、鮮鋭化処理部 100A に対して、次に示す 2通りのいずれかの設定方法によって鮮鋭化の度合いを設定する。

[0187] 1つ目の設定方法は、鮮鋭化処理部 100A のリミッタ 51 にて符号変換信号 S 41 に乗算する倍率値 α を設定する方法である。つまり、鮮鋭度調整指示部 400 にて抽出した高周波成分の量が少ないほど、倍率値 α の値を大きく設定する。倍率値 α の値を大きく設定することにより、符号変換信号 S 41 の振幅が大きくなり、その結果、非線形処理信号 S 12 の振幅が大きくなる。これにより、鮮鋭化処理部 100A で施す鮮鋭化の度合いが大きくなる。

[0188] 一方、鮮鋭度調整指示部 400 にて抽出した高周波成分の量が多いほど、倍率値 α の値を小さく設定する。倍率値 α の値を小さく設定することにより、符号変換信号 S 41 の振幅が小さくなり、その結果、非線形処理信号 S 12 の振幅が小さくなる。これにより、鮮鋭化処理部 100A で施す鮮鋭化の度合いが小さくなる。

[0189] 2つ目の設定方法は、鮮鋭化処理部 100A の高周波成分抽出部 11 が備えるフィルタ 110 の係数 C p を設定する（周波数特性を変える）方法である。つまり、鮮鋭度調整指示部 400 にて抽出した高周波成分の量が少ないほど、フィルタ 110 にて通過させる周波数成分が多くなるように係数 C p のそれぞれを設定する。このように係数 C p を設定すると、高域信号 S H1 が大きくなり、その結果、非線形処理信号 S 12 の振幅が大きくなる。これにより、鮮鋭化処理部 100A で施す鮮鋭化の度合いが大きくなる。

[0190] 一方、鮮鋭度調整指示部400にて抽出した高周波成分の量が多いほど、フィルタ110にて通過させる周波数成分が少なくなるように係数 C_p のそれぞれを設定する。このように係数 C_p を設定すると、高域信号 $SH1$ が小さくなり、その結果、非線形処理信号 $S12$ の振幅が小さくなる。これにより、鮮鋭化処理部100Aで施す鮮鋭化の度合いが小さくなる。

[0191] [8. 実施形態3]

実施形態2では、1つの鮮鋭化処理部100Aにおいて、リミッタ51にて符号変換信号 $S41$ に乗算する倍率値 α を設定するか、または、フィルタ110の係数 C_p を設定することによって、鮮鋭化処理部100Aにて施す鮮鋭化の度合いを設定した。しかしながら、倍率値 α および係数 C_p の少なくともいずれかが異なる複数の鮮鋭化処理部100Aの中から、1つの鮮鋭化処理部100Aを選択して鮮鋭化を施す構成としてもよい。

[0192] そこで、本実施形態では、入力信号 SR に含まれる高周波数成分の量に応じて、鮮鋭化処理部100Aを選択して用いる形態について説明する。本実施形態について図18に基づいて説明すると以下の通りである。本実施形態に係る信号処理装置500を、信号処理装置500cと表記する。なお、説明の便宜上、実施形態1および2にて示した各部材と同一の機能を有する部材には、同一の符号を付記し、特に記載する場合を除きその説明を省略する。

[0193] 図18を参照しながら、信号処理装置500cの構成について説明する。図18は、信号処理装置500cの構成を示すブロック図である。同図に示すように、信号処理装置500cは、信号処理装置500aが備える鮮鋭化処理ユニット100に代えて、信号切替部600と、鮮鋭度調整指示部410と、 w (w は2以上の任意の整数)個の鮮鋭化処理部100A (鮮鋭化処理部100A__1～鮮鋭化処理部100A__ w) とを備えた鮮鋭化処理ユニット100を備えている。なお、同図では、高域除去フィルタ350を備えない構成を図示しているが、高域除去フィルタ350を備えていてもよい。

[0194] 鮮鋭化処理部100A__1～鮮鋭化処理部100A__ w は、それぞれ、鮮

鋭化度合いが互いに異なるように設定されている。鮮鋭化度合いは、リミッタ 51 にて符号変換信号 S41 に乗算する倍率値 α 、および、フィルタ 110 の係数 C_p の少なくともいずれかを調節することにより設定されている。

[0195] 信号切替部 600 は、鮮鋭度調整指示部 410 から出力される信号に従って、接続点 I_n を、接続点 O_{ut_1} ~ 接続点 O_{ut_w} のいずれかに接続するスイッチである。

[0196] 鮮鋭度調整指示部 410 は、実施形態 2 で説明した鮮鋭度調整指示部 400 と同様に、入力信号 SA およびオーバーサンプリング信号 S200 のいずれかを入力とし、入力された信号に含まれる高周波成分を抽出する。なお、図 18 では、入力信号 SA を入力する場合について図示している。鮮鋭度調整指示部 410 は、入力された信号に含まれる高周波成分を抽出するために、内部に高域通過フィルタを備えている。そして、鮮鋭度調整指示部 410 は、抽出した高周波成分の量に応じて、接続点 I_n を接続点 O_{ut_1} ~ 接続点 O_{ut_w} のいずれに接続させるかを示す信号を、信号切替部 600 に出力する。

[0197] 例えば、 $w = 2$ であって、鮮鋭化処理部 100A₁ が鮮鋭化処理部 100A₂ より鮮鋭化度合いが大きくなるように設定されているものとする。このとき、抽出した高周波成分の量が所定閾値（以下、閾値 T_w と表記する）より少ないとき、接続点 I_n を接続点 O_{ut_1} に接続させることを示す信号を、信号切替部 600 に出力する。これにより、原画像の鮮鋭化の度合いは大きくなる。一方、抽出した高周波成分の量が閾値 T_w 以上であるとき、接続点 I_n を接続点 O_{ut_2} に接続させることを示す信号を、信号切替部 600 に出力する。これにより、原画像の鮮鋭化の度合いは小さくなる。

[0198] [9. 実施形態 4]

入力信号 SA で表される画像に鮮鋭化処理を施すにあたり、水平方向および垂直方向に対して鮮鋭化処理を施すことにより、高度に鮮鋭化することが可能となる。また、入力信号 SA で表される画像が動画画である場合、さらに時間方向に対して鮮鋭化処理を施すことにより、より高度に鮮鋭化するこ

とが可能となる。なお、時間方向に鮮鋭化すると、残像の発生を抑制することが可能となる。

[0199] そこで、本実施形態では、入力信号 S A で表される画像に対して、水平方向、垂直方向、および時間方向に対して鮮鋭化処理を施す形態について説明する。本実施形態について図 19 の (a) および図 19 の (b) に基づいて説明すると以下の通りである。本実施形態に係る信号処理装置 500 を、信号処理装置 500 d と表記する。なお、説明の便宜上、実施形態 1 ～ 3 にて示した各部材と同一の機能を有する部材には、同一の符号を付記し、特に記載する場合を除きその説明を省略する。

[0200] 上述したように、鮮鋭化処理部 100 A が備える高周波成分抽出部 11 が有する単位遅延素子 111 h のそれぞれは、(1) 入力された信号で表される画像の水平方向に単位時間ずつ遅延させた信号を出力するものであってもよいし、(2) 入力された信号で表される画像の垂直方向に単位時間ずつ遅延させた信号を出力するものであってもよい。また、(3) 入力された信号で表される動画像の時間方向に単位時間ずつ（フレーム毎に）遅延させた信号を出力するものであってもよい。

[0201] そして、単位遅延素子 111 h のそれぞれが上記 (1) の構成である場合、鮮鋭化処理部 100 A は、画像の水平方向について鮮鋭化処理を施すものである。水平方向についての鮮鋭化処理を、以下では、水平方向処理を表記する。

[0202] また、単位遅延素子 111 h のそれぞれが上記 (2) の構成である場合、鮮鋭化処理部 100 A は、画像の垂直方向について鮮鋭化処理を施すものである。垂直方向についての鮮鋭化処理を、以下では、垂直方向処理を表記する。

[0203] また、単位遅延素子 111 h のそれぞれが上記 (3) の構成である場合、鮮鋭化処理部 100 A は、動画像の時間方向について鮮鋭化処理を施すものである。時間方向についての鮮鋭化処理を、以下では、時間方向処理を表記する。

[0204] 図19の(a)および図19の(b)を参照しながら、信号処理装置500dの構成について説明する。図19の(a)および図19の(b)は、信号処理装置500dの構成を示すブロック図である。図19の(a)に示すように、信号処理装置500dは、オーバーサンプラ200と、水平方向処理を行なう鮮鋭化処理部100Aおよび垂直方向処理を行なう鮮鋭化処理部100Aを備えた鮮鋭化処理ユニット100とを備えている。なお、入力信号SRで表される画像が動画画である場合、図19の(b)に示すように、鮮鋭化処理ユニット100は、さらに、時間方向処理を行なう鮮鋭化処理部100Aを備えていてもよい。水平方向処理を行なう鮮鋭化処理部100A、垂直方向処理を行なう鮮鋭化処理部100A、および時間方向処理を行なう鮮鋭化処理部100Aの接続順は、特に限定されるものではなく、どのような順序であってもよい。

[0205] なお、水平方向処理を行なう鮮鋭化処理部100Aから出力される信号が、特許請求の範囲に記載の「水平鮮鋭化信号」に該当し、垂直方向処理を行なう鮮鋭化処理部100Aから出力される信号が、特許請求の範囲に記載の「垂直鮮鋭化信号」に該当し、時間方向処理を行なう鮮鋭化処理部100Aから出力される信号が、特許請求の範囲に記載の「時間鮮鋭化信号」に該当する。

[0206] なお、図19の(a)および図19の(b)に示すように、信号処理装置500dはダウンサンプラ300を備えていてもよい。ダウンサンプラ300を具備するか否かは上述したとおり出力信号SOで表される画像の画角に応じて決まる。また、同図では、高域除去フィルタ350を備えない構成を図示しているが、高域除去フィルタ350を備えていてもよい。

[0207] 信号処理装置500dの構成によれば、入力信号SAで表される画像に対して、水平方向処理および垂直方向処理、さらには、時間方向処理を施すことができるので、入力信号SAで表される画像を高度に鮮鋭化することが可能となる。

[0208] なお、コスト低減および処理速度の向上を図るために、鮮鋭化処理部100

0 Aの一部を省略してもよい。例えば、図19の(a)および図19の(b)に示す構成から、時間方向処理を行なう鮮鋭化処理部100Aを省き、水平方向処理を行なう鮮鋭化処理部100A、および、垂直方向処理を行なう鮮鋭化処理部100Aのみを備える構成としてもよい。

[0209] [10. 実施形態5]

実施形態2と同様に、実施形態4で説明した構成においても、さらに、入力信号SRに含まれる高周波数成分の量に応じて鮮鋭化処理部100Aにて施す鮮鋭化の度合いを設定することが好ましい。

[0210] そこで、本実施形態では、入力信号SRに含まれる高周波数成分の量に応じて、水平方向、垂直方向、および時間方向に対して施す鮮鋭化の度合いを設定する形態について説明する。本実施形態について図20に基づいて説明すると以下の通りである。本実施形態に係る信号処理装置500を、信号処理装置500eと表記する。なお、説明の便宜上、実施形態1～4にて示した各部材と同一の機能を有する部材には、同一の符号を付記し、特に記載する場合を除きその説明を省略する。

[0211] 図20を参照しながら、信号処理装置500eの構成について説明する。図20は、信号処理装置500eの構成を示すブロック図である。同図に示すように、信号処理装置500eは、信号処理装置500dの鮮鋭化処理ユニット100に、鮮鋭度調整指示部420を追加した構成である。なお、図20では、時間方向処理を行なう鮮鋭化処理部100Aを備える構成を図示しているが、必ずしも備える必要はない。また、同図では、高域除去フィルタ350を備えない構成を図示しているが、高域除去フィルタ350を備えていてもよい。

[0212] 鮮鋭度調整指示部420は、入力信号SAおよびオーバーサンプリング信号S200のいずれかを入力とし、入力された信号に含まれる高周波成分を抽出する。なお、図20では、入力信号SAを入力する場合について図示している。鮮鋭度調整指示部420は、入力された信号に含まれる高周波成分を抽出するために、内部に高域通過フィルタを備えている。当該高域通過フ

ィルタは、一般に知られているハイパスフィルタであり、入力される信号の直流成分を除去するものであれば、どのようなフィルタであってもよい。また、１次元フィルタであってもよいし、２次元フィルタであってもよい。

[0213] そして、鮮鋭度調整指示部４２０は、抽出した高周波成分の量に応じて、水平方向処理を行なう鮮鋭化処理部１００Ａ、垂直方向処理を行なう鮮鋭化処理部１００Ａ、および時間方向処理を行なう鮮鋭化処理部１００Ａの少なくともいずれかに対して、鮮鋭化の度合いを設定する。鮮鋭化度合いの設定方法は、実施形態２にて説明した設定方法と同一であるので、ここでは説明を省略する。

[0214] [１１．実施形態６]

実施形態５で説明した構成に代えて、実施形態３で説明した構成の様に、倍率値 α および係数 C_p の少なくともいずれかが異なる複数の鮮鋭化処理部１００Ａの中から、１つの鮮鋭化処理部１００Ａを選択する構成としてもよい。

[0215] そこで、本実施形態では、入力信号 S_R に含まれる高周波数成分の量に応じて、水平方向処理を行なう鮮鋭化処理部１００Ａを１つ、垂直方向処理を行なう鮮鋭化処理部１００Ａを１つ、および時間方向処理を行なう鮮鋭化処理部１００Ａを１つ、それぞれ選択する形態について説明する。本実施形態について図２１に基づいて説明すると以下の通りである。本実施形態に係る信号処理装置５００を、信号処理装置５００ｆと表記する。なお、説明の便宜上、実施形態１～５にて示した各部材と同一の機能を有する部材には、同一の符号を付記し、特に記載する場合を除きその説明を省略する。

[0216] 図２１を参照しながら、信号処理装置５００ｆの構成について説明する。図２１は、信号処理装置５００ｆの構成を示すブロック図である。同図に示すように、信号処理装置５００ｆは、信号処理装置５００ｄが備える鮮鋭化処理ユニット１００に代えて、鮮鋭度調整指示部４１０と、信号切替部６００と、 w （ w は２以上の任意の整数）個の水平方向処理を行なう鮮鋭化処理部１００Ａ（鮮鋭化処理部１００Ａ__１１～鮮鋭化処理部１００Ａ__１ w ）

と、 w 個の垂直方向処理を行なう鮮鋭化処理部100A（鮮鋭化処理部100A__21～鮮鋭化処理部100A__2 w ）と、 w 個の時間方向処理を行なう鮮鋭化処理部100A（鮮鋭化処理部100A__31～鮮鋭化処理部100A__3 w ）とを備えた鮮鋭化処理ユニット100を備えている。また、同図では、高域除去フィルタ350を備えない構成を図示しているが、高域除去フィルタ350を備えていてもよい。

[0217] 鮮鋭化処理部100A__11～鮮鋭化処理部100A__1 w は、それぞれ、鮮鋭化度合いが互いに異なるように設定されている。同様に、鮮鋭化処理部100A__21～鮮鋭化処理部100A__2 w は、それぞれ、鮮鋭化度合いが互いに異なるように設定されている。同様に、鮮鋭化処理部100A__31～鮮鋭化処理部100A__3 w は、それぞれ、鮮鋭化度合いが互いに異なるように設定されている。なお、鮮鋭化度合いは、リミッタ51にて符号変換信号S41に乗算する倍率値 α 、および、フィルタ110の係数 C_p の少なくともいずれかを調節することにより設定されている。

[0218] 例えば、 $w=2$ であって、鮮鋭化処理部100A__11が鮮鋭化処理部100A__12よりも鮮鋭化度合いが大きく、鮮鋭化処理部100A__21が鮮鋭化処理部100A__22よりも鮮鋭化度合いが大きく、鮮鋭化処理部100A__31が鮮鋭化処理部100A__32よりも鮮鋭化度合いが大きくなるように設定されているものとする。このとき、抽出した高周波成分の量が所定閾値（以下、閾値 T_w と表記する）より少ないとき、鮮鋭度調整指示部400は、接続点In__1を接続点Out__11に接続させることを示す信号を信号切替部600に出力する。これにより、原画像の鮮鋭化の度合いは大きくなる。

[0219] 一方、抽出した高周波成分の量が閾値 T_w 以上であるとき、鮮鋭度調整指示部400は、接続点In__1を接続点Out__12に接続させることを示す信号を信号切替部600に出力する。これにより、原画像の鮮鋭化の度合いは小さくなる。

[0220] [12. 実画像の鮮鋭化例]

次に、図 22 の (a) ~ (d) に示す実画像を参照しながら、信号処理装置 500 による鮮鋭化処理が効果を奏することを説明する。なお、ここでは、信号処理装置 500 a により鮮鋭化処理を施した例について説明する。

[0221] まず、図 22 の (a) は、入力信号 S R で表される原画像の一例を示す図である。なお、同図に示す画像は、紙面の都合上、実際のサイズより縮小したものである。同図に示すとおり、当該画像は、ややボケ感を感じる状態である。

[0222] 次に、図 22 の (b) は、図 22 の (a) に示した画像を表す入力信号 S R からオーバーサンプラ 200 を介して得られるオーバーサンプリング信号 S 200 で表される画像の一例を示す図である。縦横がそれぞれ 2 倍に拡大されている。

[0223] 次に、図 22 の (c) は、図 22 の (b) に示した画像を表すオーバーサンプリング信号 S 200 から鮮鋭化処理ユニット 100 を介して得られる鮮鋭化信号 S 100 で表される画像の一例を示す図である。図 22 の (c) に示す画像では、図 22 の (b) に示す画像に比べて、人物の目の輝き、鼻筋、および、スカーフの模様などのボケを大きく低減され、画質および解像度感が向上していることがわかる。

[0224] 次に、図 22 の (d) は、図 22 の (c) に示した画像を表す鮮鋭化信号 S 100 からダウンサンプラ 300 を介して得られるダウンサンプリング信号 S 300 で表される画像の一例を示す図である。図 22 の (d) に示す画像においても、図 22 の (a) に示す画像に比べて、人物の目の輝き、鼻筋、および、スカーフの模様などのボケ感が大きく低減され、画質および解像度感が向上していることがわかる。

[0225] [13. 付記事項]

なお、本発明に係る信号処理装置において、上記非線形処理手段、上記水平側非線形処理手段、上記垂直側非線形処理手段、および上記時間側非線形処理手段の少なくともいずれかは、入力される信号の値が 0 の近傍のとき、絶対値が上記入力される信号の絶対値よりも大きい信号を出力する構成であ

ってもよい。

[0226] 上記の構成によれば、入力される信号の値が0の近傍のとき、絶対値が上記入力される信号の絶対値よりも大きい信号を出力する。

[0227] よって、入力される信号の値が0の近傍の区間では、出力信号を生成する際に鮮鋭化の対象となる信号に加算する信号の値を、鮮鋭化の対象となる信号より大きい値にすることができる。

[0228] したがって、低周波除去信号の値が0の近傍の区間において、鮮鋭化の対象となる信号に含まれるエッジ部分に相当する信号の立ち上がりおよび立ち下がりにより急峻にすることができるという効果を奏する。

[0229] さらに、本発明に係る信号処理装置において、上記低周波成分除去手段、上記水平側低周波成分除去手段、上記垂直側低周波成分除去手段、および上記時間側低周波成分除去手段の少なくともいずれかは、出力する信号のうち、絶対値が所定下限値よりも小さい部分の信号値を0に変更する低レベル信号除去手段と、出力する信号のうち、絶対値が所定上限値よりも大きい部分の信号値を、符号を維持して絶対値のみ当該上限値以下に変更する高レベル信号除去手段とをさらに備える構成であってもよい。

[0230] 上記の構成によれば、出力する信号のうち、絶対値が所定下限値よりも小さい部分の信号値を0に変更するとともに、出力する信号のうち、絶対値が所定上限値よりも大きい部分の信号値を、符号を維持して絶対値のみ当該上限値以下に変更する。

[0231] よって、出力する信号に含まれるノイズを除去することができるとともに、出力する信号に含まれるエネルギーが大きい高周波成分が、非線形処理によって増幅されることを防ぐことができる。

[0232] したがって、出力される信号において、ノイズが除去されており、かつ、エネルギーが大きい高周波成分が増幅されることを防止できるという効果を奏する。

[0233] 最後に、信号処理装置500の各ブロックは、集積回路（ICチップ）上に形成された論理回路によってハードウェアとして構成してもよいし、次の

ようにCPU (central processing unit) を用いてソフトウェアによって実現してもよい。

[0234] ソフトウェアによって実現する場合は、信号処理装置500（特に、鮮鋭化処理ユニット100）は、各機能を実現する制御プログラムの命令を実行するCPU、上記プログラムを格納したROM (read only memory)、上記プログラムを展開するRAM (random access memory)、上記プログラム及び各種データを格納するメモリ等の記憶装置（記録媒体）などを備えている。そして、本発明の目的は、上述した機能を実現するソフトウェアである信号処理装置500の制御プログラムのプログラムコード（実行形式プログラム、中間コードプログラム、ソースプログラム）をコンピュータで読み取り可能に記録した記録媒体を、上記信号処理装置500に供給し、そのコンピュータ（またはCPUやMPU）が記録媒体に記録されているプログラムコードを読み出し実行することによっても、達成可能である。

[0235] 上記記録媒体としては、例えば、磁気テープやカセットテープ等のテープ類、フロッピー（登録商標）ディスク／ハードディスク等の磁気ディスクやCD-ROM／MO／MD／DVD／CD-R等の光ディスクを含むディスク類、ICカード（メモリカードを含む）／光カード等のカード類、あるいはマスクROM／EPROM／EEPROM／フラッシュROM等の半導体メモリ類、PLD (Programmable logic device) 等の論理回路類などを用いることができる。

[0236] また、信号処理装置500を通信ネットワークと接続可能に構成し、上記プログラムコードを、通信ネットワークを介して供給してもよい。この通信ネットワークとしては、特に限定されず、例えば、インターネット、イントラネット、エキストラネット、LAN、ISDN、VAN、CATV通信網、仮想専用網 (virtual private network)、電話回線網、移動体通信網、衛星通信網等が利用可能である。また、通信ネットワークを構成する伝送媒体としては、特に限定されず、例えば、IEEE 1394、USB、電力線搬送、ケーブルTV回線、電話線、ADSL回線等の有線でも、IrDAやリ

モコンのような赤外線、Bluetooth（登録商標）、IEEE 802.11 無線、HDR（High Data Rate）、NFC（Near Field Communication）、DLNA（Digital Living Network Alliance）、携帯電話網、衛星回線、地上波デジタル網等の無線でも利用可能である。

[0237] このように本明細書において、手段とは必ずしも物理的手段を意味するものではなく、各手段の機能がソフトウェアによって実現される場合も含む。さらに、1つの手段の機能が2つ以上の物理的手段により実現されても、もしくは2つ以上の手段の機能が1つの物理的手段により実現されてもよい。

[0238] 以上のように、本発明に係る信号処理装置は、画像を表す入力信号に対して上記画像を鮮鋭化する処理を施し、該鮮鋭化させた画像を表す出力信号を出力する信号処理装置であって、上記入力信号に対して、サンプリング周波数を上げるために信号を補間することによって補間後信号を生成する信号補間手段と、上記補間後信号を入力とし、上記補間後信号における高域の周波数成分を非線形に広義に単調増加させた鮮鋭化信号を生成する鮮鋭化手段とを備え、上記鮮鋭化信号を上記出力信号として出力する。

[0239] また、本発明に係る集積回路は、画像を表す入力信号に対して上記画像を鮮鋭化する処理を施し、該鮮鋭化させた画像を表す出力信号を出力する集積回路であって、上記入力信号に対して、サンプリング周波数を上げるために信号を補間することによって補間後信号を生成する信号補間回路と、上記補間後信号を入力とし、上記補間後信号における高域の周波数成分を非線形に広義に単調増加させた鮮鋭化信号を生成する鮮鋭化回路とを備え、上記鮮鋭化信号を上記出力信号として出力する。

[0240] よって、入力信号のサンプリング周波数を上げて生成された補間後信号における高域の周波数成分を非線形に広義に単調増加させた鮮鋭化信号を生成することができる。

[0241] したがって、補間後信号のナイキスト周波数の近傍に歪みが生じることなく高周波成分を付加することが可能となる。よって、付加する周波数成分の量を抑える必要がなく、鮮鋭化度合いを大きくすることができるという効果

を奏する。また、周波成分を抽出するフィルタのタップ数を抑えることができるので、装置の小型化、低コスト化、および、処理負荷の低減を図ることができるという効果を奏する。

[0242] さらに、本発明に係る信号処理装置は、上記鮮鋭化信号から、サンプリング周波数を下げるために信号を間引く信号間引手段をさらに備える構成であってもよい。

[0243] 上記の構成によれば、さらに、鮮鋭化信号から、サンプリング周波数を下げるために信号を間引く。つまり、鮮鋭化信号に対してダウンサンプリングを施す。そして、間引き（ダウンサンプリング）後の補間後信号を、出力信号として出力する。

[0244] よって、出力信号で表される画像の画角を調整することができるという効果を奏する。

[0245] 例えば、入力信号で表される画像の画角と出力信号で表される画像の画角とを同じにする必要がある場合、オーバーサンプル比と同じダウンサンプル比でダウンサンプリングを施すことによって、所望の出力信号を出力することができる。

[0246] また、他の例として、入力信号が標準画質テレビジョン（SDTV：Standard Definition Television）（水平画素数：720）用の信号であり、出力信号が高精細テレビジョン（HDTV）（水平画素数：1920）用の信号であるケースを考える。このケースでは、入力信号を、720と1920との最小公倍数である5670の水平画素数の信号にオーバーサンプリングしてから、当該信号に対して鮮鋭化処理を施し、ダウンサンプリングを施して出力信号とすればよい。

[0247] さらに、オーバーサンプリングおよびダウンサンプリングは時間方向に施すものであってもよい。例えば、日本および米国では60フィールド（30フレーム）／秒の方式が用いられており、欧州では50フィールド（25フレーム）／秒の方式が用いられている。そこで、これらの間で入力信号と出力信号とを切り替える場合、入力信号を、60と50との最小公倍数である

300フィールド／秒の信号にオーバーサンプリングしてから、当該信号に対して鮮鋭化処理を施し、ダウンサンプリングを施して出力信号とすればよい。

[0248] さらに、本発明に係る信号処理装置は、上記信号間引手段によって上記鮮鋭化信号から信号を間引く前に、上記鮮鋭化信号に含まれる高域の周波数成分を除去する高周波除去手段をさらに備える構成であってもよい。

[0249] 上記の構成によれば、さらに、鮮鋭化信号から信号を間引く前に、鮮鋭化信号に含まれる高域の周波数成分を除去する。

[0250] よって、間引き後の補間後信号において歪みの原因となり得る高域の周波数成分を除去してから、間引きを行なうことが可能となる。

[0251] したがって、補間後信号において、歪みの発生を抑制することができるという効果を奏する。

[0252] さらに、本発明に係る信号処理装置は、上記鮮鋭化手段は、さらに、上記補間後信号に含まれる周波数成分から、少なくとも直流成分を含む低周波成分を除去することによって低周波除去信号を生成する低周波成分除去手段と、上記低周波除去信号の符号の正負が維持され、かつ、少なくとも上記低周波除去信号の値が0の近傍のとき、上記低周波除去信号に対して非線形に広義に単調増加する非線形処理信号を生成する非線形処理手段と、上記非線形処理信号と上記補間後信号とを加算することによって加算信号を生成して上記鮮鋭化信号として出力する加算手段とを備える構成であってもよい。

[0253] 上記の構成によれば、さらに、補間後信号に含まれる周波数成分から、少なくとも直流成分を除去することによって低周波除去信号を生成する。そして、上記低周波除去信号の符号の正負が維持され、かつ、少なくとも上記低周波除去信号の値が0の近傍のとき、上記低周波除去信号に対して非線形に広義に単調増加する非線形処理信号を生成する。そして、上記非線形処理信号を上記低周波除去信号に加算することによって加算信号を生成して上記鮮鋭化信号として出力する。

[0254] よって、補間後信号に含まれる高周波成分に対して非線形処理を施した信

号を、鮮鋭化信号として出力することができる。

[0255] ここで、上記鮮鋭化信号は、例えば、上記低周波除去信号と、該低周波除去信号を2乗する等の非線形処理を施した非線形処理信号とを加算することにより生成される。ただし、鮮鋭化信号の符号の正負は、低周波除去信号の符号の正負が維持される。

[0256] このように生成される鮮鋭化信号には、元の周波数成分には含まれない高い周波数成分が含まれる。その結果、上記生成された鮮鋭化信号は、補間後信号を離散化する場合のサンプリング周波数の $1/2$ の周波数であるナイキスト周波数よりも高い周波数成分を含むこととなる。これに対して、従来技術のように、補間後信号に対して線形演算を施す処理では、ナイキスト周波数を超える高周波域を補償することができない。

[0257] したがって、本発明に係る信号処理装置は、補間後信号に対して線形演算を施す処理と比べて、入力信号に含まれるエッジ部分に相当する信号の立ち上がりおよび立ち下がりにより急峻にした鮮鋭化信号を生成することができ、画質および解像度感を大幅に向上させることができるという効果を奏する。

[0258] さらに、本発明に係る信号処理装置は、上記鮮鋭化手段は、さらに、上記補間後信号を入力とし、上記補間後信号で表される画像の水平方向に隣接して並ぶ画素から成る画素群を表す信号である水平方向信号を鮮鋭化した水平鮮鋭化信号を生成する水平側鮮鋭化手段と、上記水平鮮鋭化信号を入力とし、上記水平鮮鋭化信号で表される画像の垂直方向に隣接して並ぶ画素から成る画素群を表す信号である垂直方向信号を鮮鋭化した垂直鮮鋭化信号を生成して上記鮮鋭化信号として出力する垂直側鮮鋭化手段とを備え、上記水平側鮮鋭化手段は、上記水平方向信号に含まれる周波数成分から、少なくとも直流成分を含む低周波成分を除去することによって水平側低周波除去信号を生成する水平側低周波成分除去手段と、上記水平側低周波除去信号の符号の正負が維持され、かつ、少なくとも上記水平側低周波除去信号の値が0の近傍のとき、上記水平側低周波除去信号に対して非線形に広義に単調増加する水

平側非線形処理信号を生成する水平側非線形処理手段と、上記水平側非線形処理信号と上記補間後信号とを加算することによって水平加算信号を生成して上記水平鮮鋭化信号として出力する水平側加算手段とを備え、上記垂直側鮮鋭化手段は、上記垂直方向信号に含まれる周波数成分から、少なくとも直流成分を含む低周波成分を除去することによって垂直側低周波除去信号を生成する垂直側低周波成分除去手段と、上記垂直側低周波除去信号の符号の正負が維持され、かつ、少なくとも上記垂直側低周波除去信号の値が0の近傍のとき、上記垂直側低周波除去信号に対して非線形に広義に単調増加する垂直側非線形処理信号を生成する垂直側非線形処理手段と、上記垂直側非線形処理信号と上記水平鮮鋭化信号とを加算することによって垂直加算信号を生成して上記垂直鮮鋭化信号として出力する垂直側加算手段とを備える構成であってもよい。

- [0259] 上記の構成によれば、さらに、補間後信号で表される画像の水平方向に隣接して並ぶ画素から成る画素群を表す信号である水平方向信号に含まれる周波数成分から、少なくとも直流成分を含む低周波成分を除去することによって水平側低周波除去信号を生成し、上記水平側低周波除去信号の符号の正負が維持され、かつ、少なくとも上記水平側低周波除去信号の値が0の近傍のとき、上記水平側低周波除去信号に対して非線形に広義に単調増加する水平側非線形処理信号を生成し、上記水平側非線形処理信号と上記補間後信号とを加算することによって水平鮮鋭化信号とする。そして、水平鮮鋭化信号で表される画像の垂直方向に隣接して並ぶ画素から成る画素群を表す信号である垂直方向信号に含まれる周波数成分から、少なくとも直流成分を含む低周波成分を除去することによって垂直側低周波除去信号を生成し、上記垂直側低周波除去信号の符号の正負が維持され、かつ、少なくとも上記垂直側低周波除去信号の値が0の近傍のとき、上記垂直側低周波除去信号に対して非線形に広義に単調増加する垂直側非線形処理信号を生成し、上記垂直側非線形処理信号と上記水平鮮鋭化信号とを加算することによって垂直鮮鋭化信号とする。そして、垂直鮮鋭化信号を、鮮鋭化信号として出力する。

[0260] よって、補間後信号の水平方向および垂直方向に含まれる高周波成分に対して、非線形処理を施した信号を、鮮鋭化信号として出力することができる。

[0261] ここで、水平鮮鋭化信号は、入力される信号と、水平側低周波除去信号を2乗する等の非線形処理を施した水平側非線形処理信号とを加算することにより生成される。ただし、生成される信号の符号の正負は、水平側低周波除去信号の符号の正負が維持される。同様に、垂直鮮鋭化信号は、入力される信号と、垂直側低周波除去信号を2乗する等の非線形処理を施した垂直側非線形処理信号とを加算することにより生成される。ただし、生成される信号の符号の正負は、垂直側低周波除去信号の符号の正負が維持される。

[0262] そのため、水平鮮鋭化信号および垂直鮮鋭化信号には、補間後信号には含まれない高帯域の周波数成分が含まれる。その結果、水平鮮鋭化信号および垂直鮮鋭化信号は、補間後信号を離散化する場合のサンプリング周波数の $1/2$ の周波数であるナイキスト周波数よりも高い周波数成分を含むこととなる。

[0263] したがって、本発明に係る信号処理装置は、補間後信号に対して線形演算を施す処理と比べて、入力信号に含まれるエッジ部分に相当する信号の立ち上がりおよび立ち下がりにより急峻にした鮮鋭化信号を生成することができ、入力信号で表される画像の画質および解像度感を大幅に向上させることができるという効果を奏する。

[0264] さらに、本発明に係る信号処理装置は、上記鮮鋭化手段は、さらに、上記垂直鮮鋭化信号を入力とし、上記垂直鮮鋭化信号で表される画像の時間方向に隣接して並ぶ画素から成る画素群を表す信号である時間方向信号を鮮鋭化した時間鮮鋭化信号を生成する時間鮮鋭化手段を備え、上記時間鮮鋭化手段は、上記時間方向信号に含まれる周波数成分から、少なくとも直流成分を含む低周波成分を除去することによって時間側低周波除去信号を生成する時間側低周波成分除去手段と、上記時間側低周波除去信号の符号の正負が維持され、かつ、少なくとも上記時間側低周波除去信号の値が0の近傍のとき、上

記時間側低周波除去信号に対して非線形に広義に単調増加する時間側非線形処理信号を生成する時間側非線形処理手段と、上記時間側非線形処理信号と上記垂直鮮鋭化信号とを加算することによって上記時間鮮鋭化信号を出力する時間側加算手段とを備える構成であってもよい。

[0265] 上記の構成によれば、さらに、垂直鮮鋭化信号で表される画像の時間方向に隣接して並ぶ画素から成る画素群を表す信号である時間方向信号を鮮鋭化した時間鮮鋭化信号を生成し、上記時間鮮鋭化手段は、上記時間方向信号に含まれる周波数成分から、少なくとも直流成分を含む低周波成分を除去することによって時間側低周波除去信号を生成し、上記時間側低周波除去信号の符号の正負が維持され、かつ、少なくとも上記時間側低周波除去信号の値が0の近傍のとき、上記時間側低周波除去信号に対して非線形に広義に単調増加する時間側非線形処理信号を生成し、上記時間側非線形処理信号と上記垂直鮮鋭化信号とを加算することによって上記時間鮮鋭化信号を生成する。

[0266] よって、さらに、補間後信号の時間方向に対して、非線形処理を施した信号を、鮮鋭化信号として出力することができる。

[0267] したがって、本発明に係る信号処理装置は、入力信号で表される画像をさらに高度に鮮鋭化することが可能となるという効果を奏する。

[0268] さらに、本発明に係る信号処理装置は、上記非線形処理手段、上記水平側非線形処理手段、上記垂直側非線形処理手段、および上記時間側非線形処理手段の少なくともいずれかは、2以上の偶数を冪指数として、入力される信号を冪乗することにより偶数冪乗信号を生成する偶数冪乗演算手段と、上記偶数冪乗信号のうち、符号の正負が、上記入力される信号と異なる部分の符号を反転する符号変換手段とを備え、上記符号変換手段によって符号が反転された上記偶数冪乗信号を出力する構成であってもよい。

[0269] 上記の構成によれば、さらに、2以上の偶数を冪指数として、入力される信号を冪乗することにより偶数冪乗信号を生成するとともに、上記偶数冪乗信号のうち、符号の正負が上記冪乗前の周波数成分と異なる部分の符号を反転し、反転後の信号を出力する。

- [0270] よって、入力される信号を、2以上の偶数を冪指数として冪乗するとともに、符号の正負は、上記冪乗前の低周波除去信号の符号の正負を維持したものが出力されるので、当該出力される信号と、上記入力される信号とを加算することによって得られる信号は、上記入力される信号には含まれない高い周波数成分が含まれる。
- [0271] したがって、線形演算を施す従来の方法よりも、鮮鋭化の対象となる信号に含まれるエッジ部分に相当する信号の立ち上がりおよび立ち下がりにより急峻にすることができるという効果を奏する。
- [0272] さらに、本発明に係る信号処理装置は、上記非線形処理手段、上記水平側非線形処理手段、上記垂直側非線形処理手段、および上記時間側非線形処理手段の少なくともいずれかは、2以上の偶数を冪指数として、入力される信号を冪乗することにより偶数冪乗信号を生成する偶数冪乗演算手段と、上記偶数冪乗信号を微分することによって微分信号を生成する微分手段と、上記微分信号のうち、符号の正負が、上記入力される信号と異なる部分の符号を反転する符号変換手段とを備え、上記符号変換手段によって符号が反転された上記微分信号を出力する構成であってもよい。
- [0273] 上記の構成によれば、さらに、2以上の偶数を冪指数として、入力される信号を冪乗することによって偶数冪乗信号を生成するとともに、偶数冪乗信号を微分することによって微分信号を生成し、上記微分信号のうち、符号の正負が上記冪乗前の周波数成分と異なる部分の符号を反転し、反転後の信号を出力する。
- [0274] よって、入力される信号を、2以上の偶数を冪指数として冪乗し、冪乗後の信号に含まれ得る直流成分を微分することによって除去するとともに、符号の正負は、上記冪乗前の入力される信号の符号の正負を維持したものが出力されるので、当該出力される信号と、上記入力される信号とを加算することによって得られる信号は、上記入力される信号には含まれない高い周波数成分が含まれる。
- [0275] したがって、線形演算を施す従来の方法よりも、鮮鋭化の対象となる信号

に含まれるエッジ部分に相当する信号の立ち上がりおよび立ち下がりにより急峻にすることができるという効果を奏する。なお、冪乗後の信号に含まれ得る直流成分を微分することによって除去しているので、冪乗後の信号に含まれ得る直流成分を除去しない場合と比べて、信号の立ち上がりおよび立ち下がりにより急峻にすることができる。

[0276] さらに、本発明に係る信号処理装置は、上記非線形処理手段、上記水平側非線形処理手段、上記垂直側非線形処理手段、および上記時間側非線形処理手段の少なくともいずれかは、3以上の奇数を冪指数として、入力される信号を冪乗する奇数冪乗演算手段を備え、上記奇数冪乗演算手段によって冪乗された信号を出力する構成であってもよい。

[0277] 上記の構成によれば、さらに、3以上の奇数を冪指数として、入力される信号を冪乗し、該冪乗された信号を出力する。

[0278] よって、入力される信号を、3以上の奇数を冪指数として冪乗したものが、出力されるので、当該出力される信号と、上記入力される信号とを加算することによって得られる信号は、上記入力される信号には含まれない高い周波数成分が含まれる。

[0279] したがって、線形演算を施す従来の方法よりも、鮮鋭化の対象となる信号に含まれるエッジ部分に相当する信号の立ち上がりおよび立ち下がりにより急峻にすることができるという効果を奏する。

[0280] さらに、本発明に係る信号処理装置は、上記非線形処理手段、上記水平側非線形処理手段、上記垂直側非線形処理手段、および上記時間側非線形処理手段の少なくともいずれかは、入力される信号を、当該入力される信号の取り得る最大値で除算した値の絶対値の平方根と、上記最大値とを乗算することによって平方根信号を生成する平方根演算手段と、上記平方根信号のうち、符号の正負が、上記入力される信号と異なる部分の符号を反転する符号変換手段とを備え、上記符号変換手段によって符号が反転された上記平方根信号を出力する構成であってもよい。

[0281] 上記の構成によれば、上記入力される信号を、当該入力される信号の取り

得る最大値で除算した値（つまり、入力される信号を正規化した値）の絶対値の平方根と、上記最大値とを乗算した平方根信号であって、符号の正負は上記入力される信号符号の正負を維持したものが、出力される。

[0282] よって、上記出力される信号と、上記入力される信号とを加算することによって得られる信号は、上記入力される信号には含まれない高い周波数成分が含まれる。

[0283] したがって、線形演算を施す従来の方法よりも、鮮鋭化の対象となる信号に含まれるエッジ部分に相当する信号の立ち上がりおよび立ち下がりにより急峻にすることができるという効果を奏する。

[0284] さらに、本発明に係る信号処理装置は、上記非線形処理手段、上記水平側非線形処理手段、上記垂直側非線形処理手段、および上記時間側非線形処理手段の少なくともいずれかは、出力する信号の振幅を、の所定の倍率値を乗算することによって調整する振幅調整手段をさらに備える構成であってもよい。

[0285] 上記の構成によれば、出力する信号の振幅を適切な大きさに調整することができる。したがって、出力される信号の振幅が大きくなりすぎることを防止できるという効果を奏する。

[0286] さらに、本発明に係る信号処理装置は、上記入力信号および上記補間後信号のいずれかを入力とし、該入力された信号に含まれる高周波成分を抽出するとともに、該抽出した高周波成分の量に応じて上記所定の倍率値を設定する振幅倍率値設定手段をさらに備える構成であってもよい。

[0287] 上記の構成によれば、出力する信号の振幅を適切な大きさに調整することができる。

[0288] したがって、出力される信号の振幅が大きくなりすぎることを防止できるという効果を奏する。

[0289] さらに、本発明に係る信号処理装置は、上記低周波成分除去手段、上記水平側低周波成分除去手段、上記垂直側低周波成分除去手段、および上記時間側低周波成分除去手段の少なくともいずれかは、タップ数が3以上の高域通

過型のフィルタである構成であってもよい。

[0290] 上記の構成によれば、タップ数が3以上の高域通過型のフィルタであるので、鮮鋭化の対象となる信号から、少なくとも直流成分を適切に除去することができる。

[0291] よって、鮮鋭化の対象となる信号に含まれる直流成分を除いた信号に対して非線形処理を施した信号と鮮鋭化の対象となる信号とを加算することによって得られる信号は、鮮鋭化の対象となる信号には含まれない高い周波数成分が含まれる。

[0292] したがって、線形演算を施す従来の方法よりも、鮮鋭化の対象となる信号に含まれるエッジ部分に相当する信号の立ち上がりおよび立ち下がりにより急峻にすることができるという効果を奏する。

[0293] さらに、本発明に係る信号処理装置は、上記入力信号および上記補間後信号のいずれかを入力とし、該入力された信号に含まれる高周波成分を抽出するとともに、該抽出した高周波成分の量に応じて上記フィルタの係数を設定するフィルタ係数設定手段をさらに備える構成であってもよい。

[0294] 上記の構成によれば、フィルタを通過する高周波成分の量を適切に調整することができる。

[0295] したがって、鮮鋭化処理を施す周波数成分の量を適切に調整することができるという効果を奏する。

[0296] なお、上記信号処理装置は、コンピュータによって実現してもよく、この場合には、コンピュータを上記各手段として動作させることにより上記信号処理装置をコンピュータにて実現させる上記信号処理装置の制御プログラム、およびそれを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体も、本発明の範疇に入る。

[0297] さらに、上記集積回路を備えるチップも、本発明の範疇に入る。

[0298] 本発明は上述した各実施形態に限定されるものではなく、請求項に示した範囲で種々の変更が可能であり、異なる実施形態にそれぞれ開示された技術的手段を適宜組み合わせて得られる実施形態についても本発明の技術的範囲

に含まれる。

[0299] 発明の詳細な説明の項においてなされた具体的な実施形態または実施例は、あくまでも、本発明の技術内容を明らかにするものであって、そのような具体例にのみ限定して狭義に解釈されるべきものではなく、本発明の精神と次に記載する特許請求事項の範囲内で、いろいろと変更して実施することができるものである。

産業上の利用可能性

[0300] 本発明は、画像を表すデジタル信号を処理する装置に適用できる。特に、静止画および動画像を表示するディスプレイ装置等に好適に適用できる。

符号の説明

[0301]	1 1	高周波成分抽出部（低周波成分除去手段、水平側低周波成分除去手段、垂直側低周波成分除去手段、時間側低周波成分除去手段）
	1 5	加算部（加算手段、水平側加算手段、垂直側加算手段、時間側加算手段）
	2 1	非線形演算部（偶数冪乗演算手段、平方根演算手段）
	2 2	非線形演算部（奇数冪乗演算手段）
	3 1	微分部（微分手段）
	4 1	符号変換部（符号変換手段）
	5 1	リミッタ（振幅調整手段）
	1 0 0	鮮鋭化処理ユニット（鮮鋭化手段、鮮鋭化回路）
	1 0 0 A、1 0 0 a～1 0 0 e	鮮鋭化処理部（鮮鋭化手段、水平側鮮鋭化手段、垂直側鮮鋭化手段、時間側鮮鋭化手段）
	1 0 2、1 0 2 a～1 0 2 e	非線形処理部（非線形処理手段、水平側非線形処理手段、垂直側非線形処理手段、時間側非線形処理手段）
	2 0 0	オーバーサンブラ（信号補間手段、信号補

間回路)

3 0 0	ダウンサンプラ (信号間引手段)
3 5 0	高域除去フィルタ (高周波除去手段)
4 0 0、4 2 0	鮮鋭度調整指示部 (振幅倍率値設定手段、 フィルタ係数設定手段)
4 1 0	鮮鋭度調整指示部
5 0 0、5 0 0 a ~ 5 0 0 f	信号処理装置 (集積回路)
6 0 0	信号切替部
S 1 1	高周波信号 (低周波除去信号、水平側低周 波除去信号、垂直側低周波除去信号、時間側低周波除去信号)
S 1 2	非線形処理信号 (水平側非線形処理信号、 垂直側非線形処理信号、時間側非線形処理信号)
S 2 1	非線形信号 (偶数乗乗信号、平方根信号)
S 2 2	非線形信号
S 3 1	微分信号
S 1 0 0	鮮鋭化信号
S 2 0 0	オーバーサンプリング信号 (補間後信号)
S 3 0 0	ダウンサンプリング信号
S R	入力信号
S O	出力信号

請求の範囲

- [請求項1] 画像を表す入力信号に対して上記画像を鮮鋭化する処理を施し、該鮮鋭化させた画像を表す出力信号を出力する信号処理装置であって、
 上記入力信号に対して、サンプリング周波数を上げるために信号を補間することによって補間後信号を生成する信号補間手段と、
 上記補間後信号を入力とし、上記補間後信号における高域の周波数成分を非線形に広義に単調増加させた鮮鋭化信号を生成する鮮鋭化手段とを備え、
 上記鮮鋭化信号を上記出力信号として出力することを特徴とする信号処理装置。
- [請求項2] 上記鮮鋭化信号から、サンプリング周波数を下げるために信号を間引く信号間引手段をさらに備えることを特徴とする請求項1に記載の信号処理装置。
- [請求項3] 上記信号間引手段によって上記鮮鋭化信号から信号を間引く前に、上記鮮鋭化信号に含まれる高域の周波数成分を除去する高周波除去手段をさらに備えることを特徴とする請求項2に記載の信号処理装置。
- [請求項4] 上記鮮鋭化手段は、さらに、
 上記補間後信号に含まれる周波数成分から、少なくとも直流成分を含む低周波成分を除去することによって低周波除去信号を生成する低周波成分除去手段と、
 上記低周波除去信号の符号の正負が維持され、かつ、少なくとも上記低周波除去信号の値が0の近傍のとき、上記低周波除去信号に対して非線形に広義に単調増加する非線形処理信号を生成する非線形処理手段と、
 上記非線形処理信号と上記補間後信号とを加算することによって加算信号を生成して上記鮮鋭化信号として出力する加算手段とを備えることを特徴とする請求項1から3のいずれか1項に記載の信号処理装置。

[請求項5]

上記鮮鋭化手段は、さらに、

上記補間後信号を入力とし、上記補間後信号で表される画像の水平方向に隣接して並ぶ画素から成る画素群を表す信号である水平方向信号を鮮鋭化した水平鮮鋭化信号を生成する水平側鮮鋭化手段と、

上記水平鮮鋭化信号を入力とし、上記水平鮮鋭化信号で表される画像の垂直方向に隣接して並ぶ画素から成る画素群を表す信号である垂直方向信号を鮮鋭化した垂直鮮鋭化信号を生成して上記鮮鋭化信号として出力する垂直側鮮鋭化手段とを備え、

上記水平側鮮鋭化手段は、

上記水平方向信号に含まれる周波数成分から、少なくとも直流成分を含む低周波成分を除去することによって水平側低周波除去信号を生成する水平側低周波成分除去手段と、

上記水平側低周波除去信号の符号の正負が維持され、かつ、少なくとも上記水平側低周波除去信号の値が0の近傍のとき、上記水平側低周波除去信号に対して非線形に広義に単調増加する水平側非線形処理信号を生成する水平側非線形処理手段と、

上記水平側非線形処理信号と上記補間後信号とを加算することによって水平加算信号を生成して上記水平鮮鋭化信号として出力する水平側加算手段とを備え、

上記垂直側鮮鋭化手段は、

上記垂直方向信号に含まれる周波数成分から、少なくとも直流成分を含む低周波成分を除去することによって垂直側低周波除去信号を生成する垂直側低周波成分除去手段と、

上記垂直側低周波除去信号の符号の正負が維持され、かつ、少なくとも上記垂直側低周波除去信号の値が0の近傍のとき、上記垂直側低周波除去信号に対して非線形に広義に単調増加する垂直側非線形処理信号を生成する垂直側非線形処理手段と、

上記垂直側非線形処理信号と上記水平鮮鋭化信号とを加算すること

によって垂直加算信号を生成して上記垂直鮮鋭化信号として出力する垂直側加算手段とを備えることを特徴とする請求項1から3のいずれか1項に記載の信号処理装置。

[請求項6]

上記鮮鋭化手段は、さらに、

上記垂直鮮鋭化信号を入力とし、上記垂直鮮鋭化信号で表される画像の時間方向に隣接して並ぶ画素から成る画素群を表す信号である時間方向信号を鮮鋭化した時間鮮鋭化信号を生成する時間鮮鋭化手段を備え、

上記時間鮮鋭化手段は、

上記時間方向信号に含まれる周波数成分から、少なくとも直流成分を含む低周波成分を除去することによって時間側低周波除去信号を生成する時間側低周波成分除去手段と、

上記時間側低周波除去信号の符号の正負が維持され、かつ、少なくとも上記時間側低周波除去信号の値が0の近傍のとき、上記時間側低周波除去信号に対して非線形に広義に単調増加する時間側非線形処理信号を生成する時間側非線形処理手段と、

上記時間側非線形処理信号と上記垂直鮮鋭化信号とを加算することによって上記時間鮮鋭化信号を出力する時間側加算手段とを備えることを特徴とする請求項5に記載の信号処理装置。

[請求項7]

上記非線形処理手段、上記水平側非線形処理手段、上記垂直側非線形処理手段、および上記時間側非線形処理手段の少なくともいずれかは、

2以上の偶数を冪指数として、入力される信号を冪乗することにより偶数冪乗信号を生成する偶数冪乗演算手段と、

上記偶数冪乗信号のうち、符号の正負が、上記入力される信号と異なる部分の符号を反転する符号変換手段とを備え、

上記符号変換手段によって符号が反転された上記偶数冪乗信号を出力することを特徴とする請求項4から6のいずれか1項に記載の信号

処理装置。

[請求項8] 上記非線形処理手段、上記水平側非線形処理手段、上記垂直側非線形処理手段、および上記時間側非線形処理手段の少なくともいずれかは、

2以上の偶数を冪指数として、入力される信号を冪乗することにより偶数冪乗信号を生成する偶数冪乗演算手段と、

上記偶数冪乗信号を微分することによって微分信号を生成する微分手段と、

上記微分信号のうち、符号の正負が、上記入力される信号と異なる部分の符号を反転する符号変換手段とを備え、

上記符号変換手段によって符号が反転された上記微分信号を出力することを特徴とする請求項4から6のいずれか1項に記載の信号処理装置。

[請求項9] 上記非線形処理手段、上記水平側非線形処理手段、上記垂直側非線形処理手段、および上記時間側非線形処理手段の少なくともいずれかは、

3以上の奇数を冪指数として、入力される信号を冪乗する奇数冪乗演算手段を備え、

上記奇数冪乗演算手段によって冪乗された信号を出力することを特徴とする請求項4から6のいずれか1項に記載の信号処理装置。

[請求項10] 上記非線形処理手段、上記水平側非線形処理手段、上記垂直側非線形処理手段、および上記時間側非線形処理手段の少なくともいずれかは、

入力される信号を、当該入力される信号の取り得る最大値で除算した値の絶対値の平方根と、上記最大値とを乗算することによって平方根信号を生成する平方根演算手段と、

上記平方根信号のうち、符号の正負が、上記入力される信号と異なる部分の符号を反転する符号変換手段とを備え、

上記符号変換手段によって符号が反転された上記平方根信号を出力することを特徴とする請求項 4 から 6 のいずれか 1 項に記載の信号処理装置。

[請求項11] 上記非線形処理手段、上記水平側非線形処理手段、上記垂直側非線形処理手段、および上記時間側非線形処理手段の少なくともいずれかは、

出力する信号の振幅を、所定の倍率値を乗算することによって調整する振幅調整手段をさらに備えることを特徴とする請求項 4 から 10 のいずれか 1 項に記載の信号処理装置。

[請求項12] 上記入力信号および上記補間後信号のいずれかを入力とし、該入力された信号に含まれる高周波成分を抽出するとともに、該抽出した高周波成分の量に応じて上記所定の倍率値を設定する振幅倍率値設定手段をさらに備えることを特徴とする請求項 11 に記載の信号処理装置。

[請求項13] 上記低周波成分除去手段、上記水平側低周波成分除去手段、上記垂直側低周波成分除去手段、および上記時間側低周波成分除去手段の少なくともいずれかは、

タップ数が 3 以上の高域通過型のフィルタであることを特徴とする請求項 4 から 12 のいずれか 1 項に記載の信号処理装置。

[請求項14] 上記入力信号および上記補間後信号のいずれかを入力とし、該入力された信号に含まれる高周波成分を抽出するとともに、該抽出した高周波成分の量に応じて上記フィルタの係数を設定するフィルタ係数設定手段をさらに備えることを特徴とする請求項 13 に記載の信号処理装置。

[請求項15] 請求項 1 から 14 のいずれか 1 項に記載の信号処理装置が備えるコンピュータを動作させる制御プログラムであって、上記コンピュータを上記の各手段として機能させるための制御プログラム。

[請求項16] 画像を表す入力信号に対して上記画像を鮮鋭化する処理を施し、該

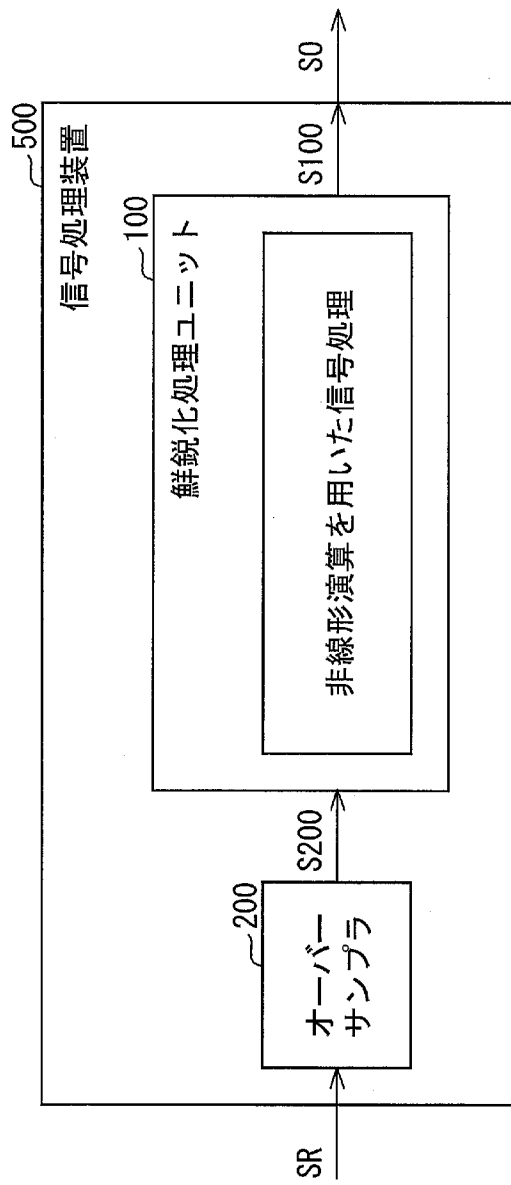
鮮鋭化させた画像を表す出力信号を出力する集積回路であって、

上記入力信号に対して、サンプリング周波数を上げるために信号を補間することによって補間後信号を生成する信号補間回路と、

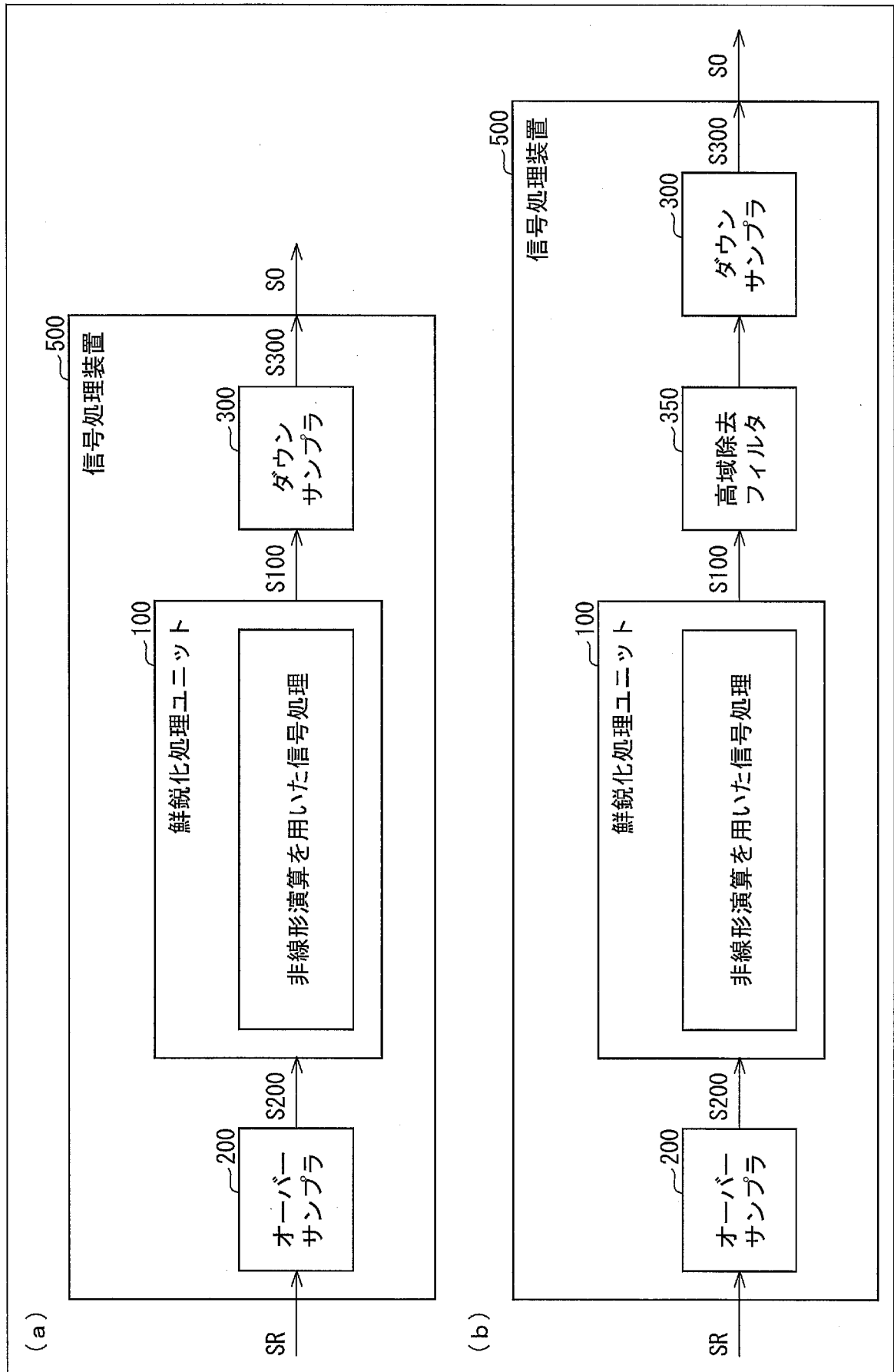
上記補間後信号を入力とし、上記補間後信号における高域の周波数成分を非線形に広義に単調増加させた鮮鋭化信号を生成する鮮鋭化回路とを備え、

上記鮮鋭化信号を上記出力信号として出力することを特徴とする集積回路。

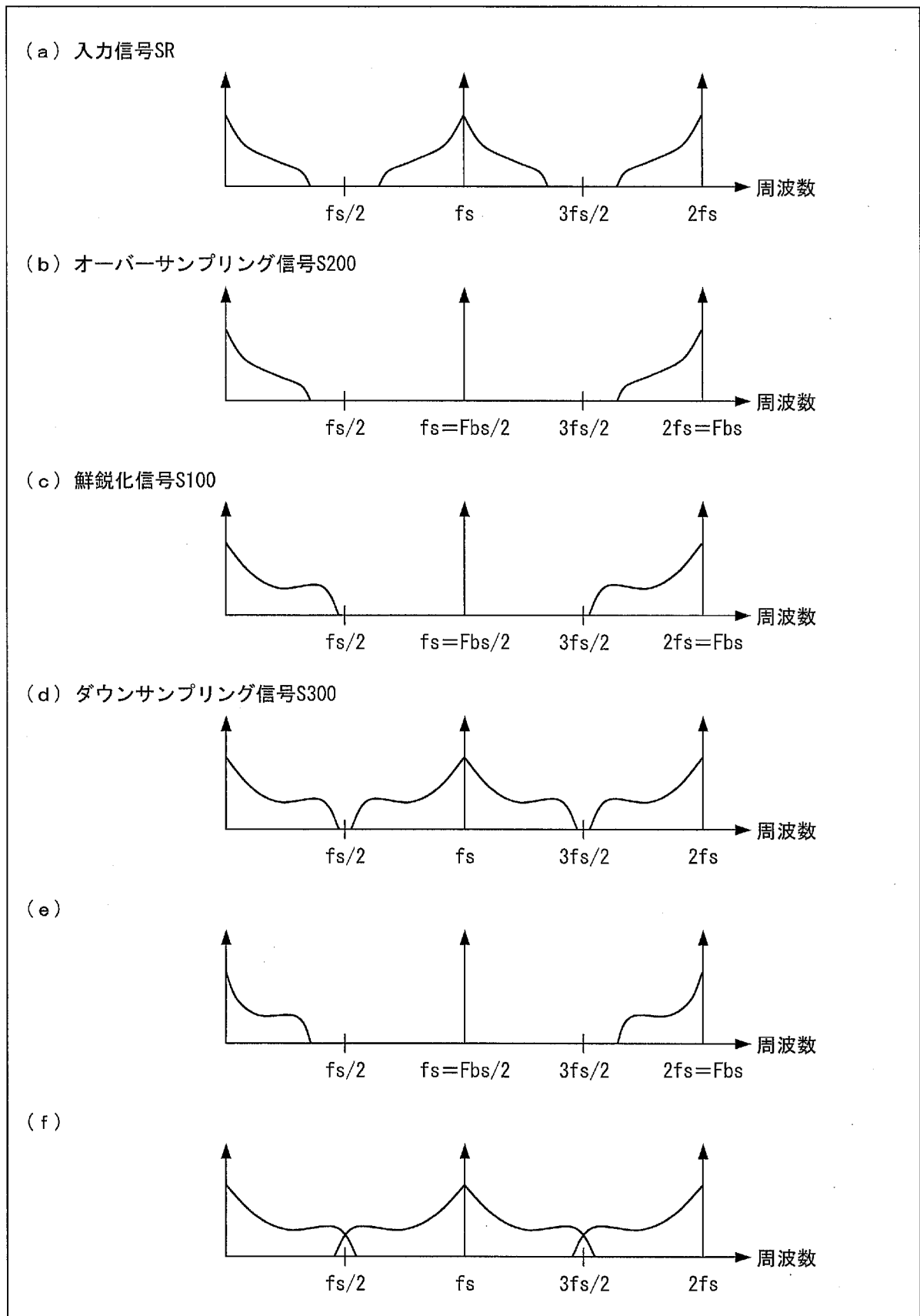
[図1]



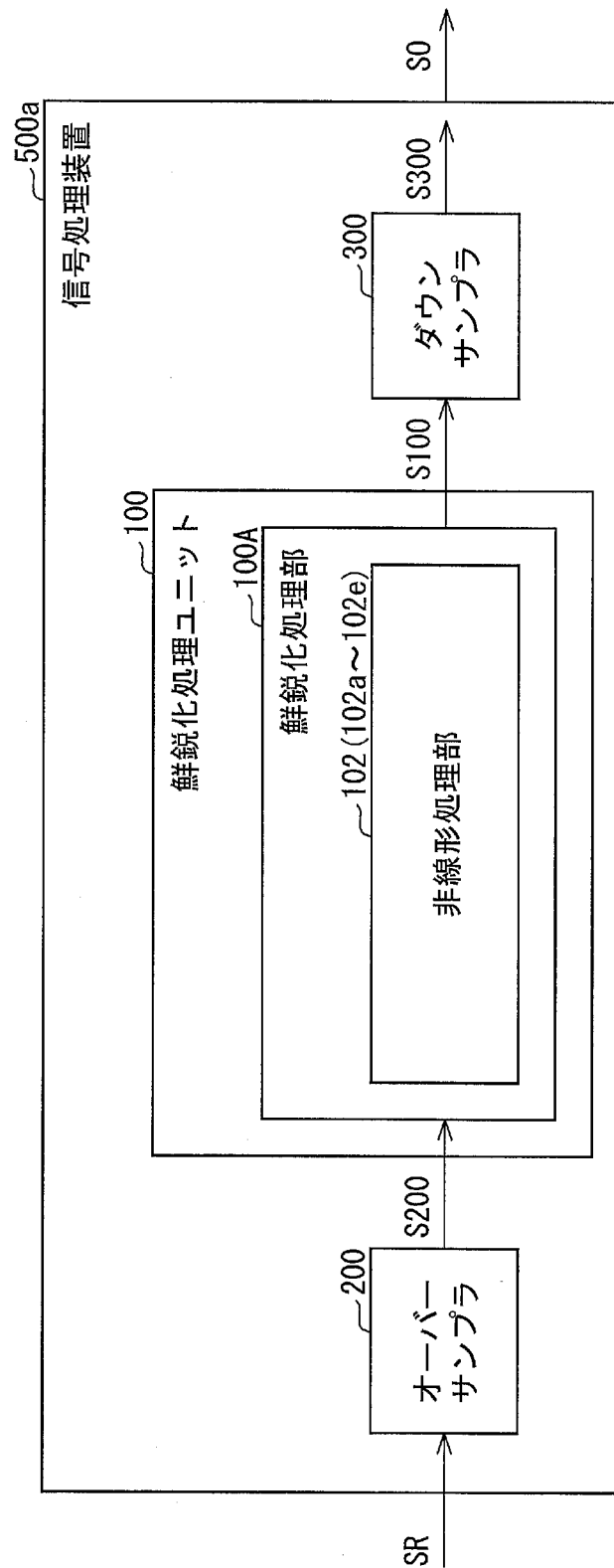
[図2]



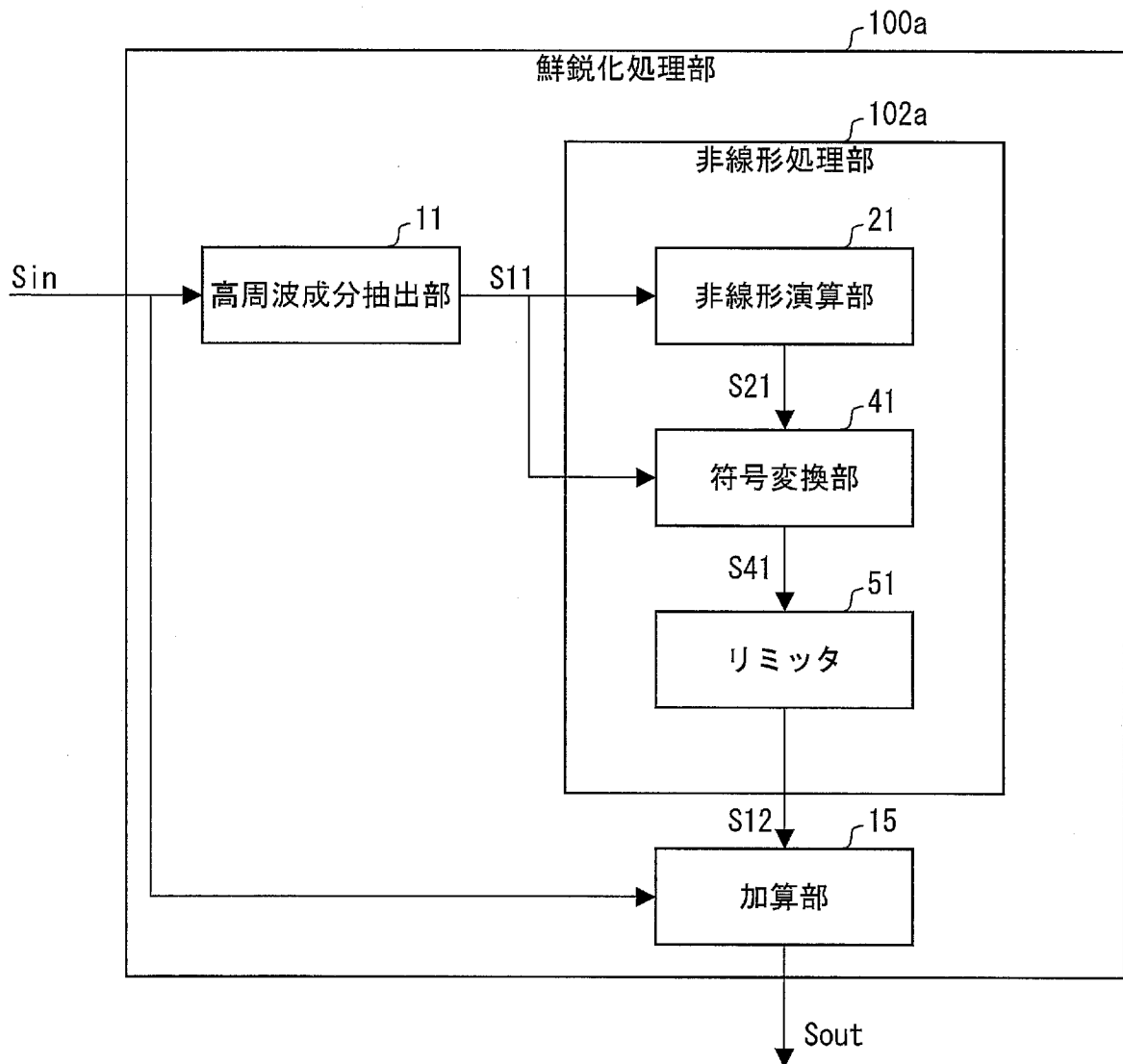
[図3]



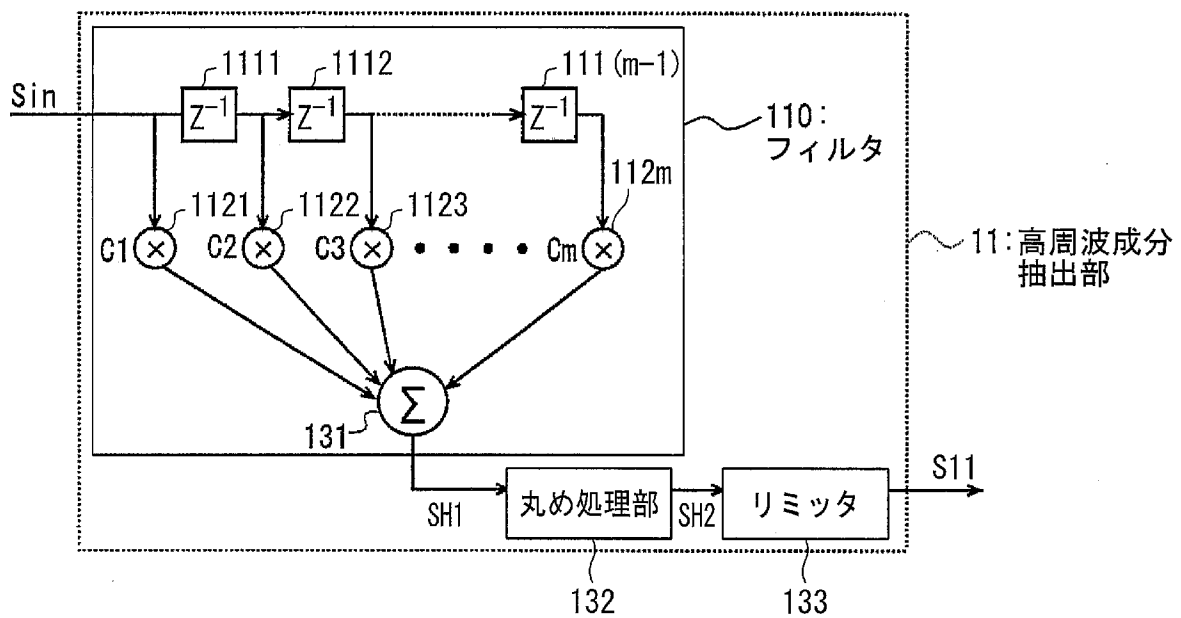
[図4]



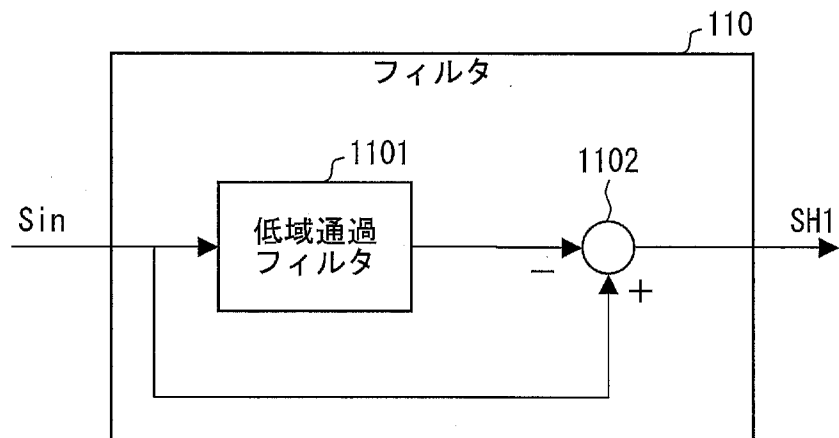
[図5]



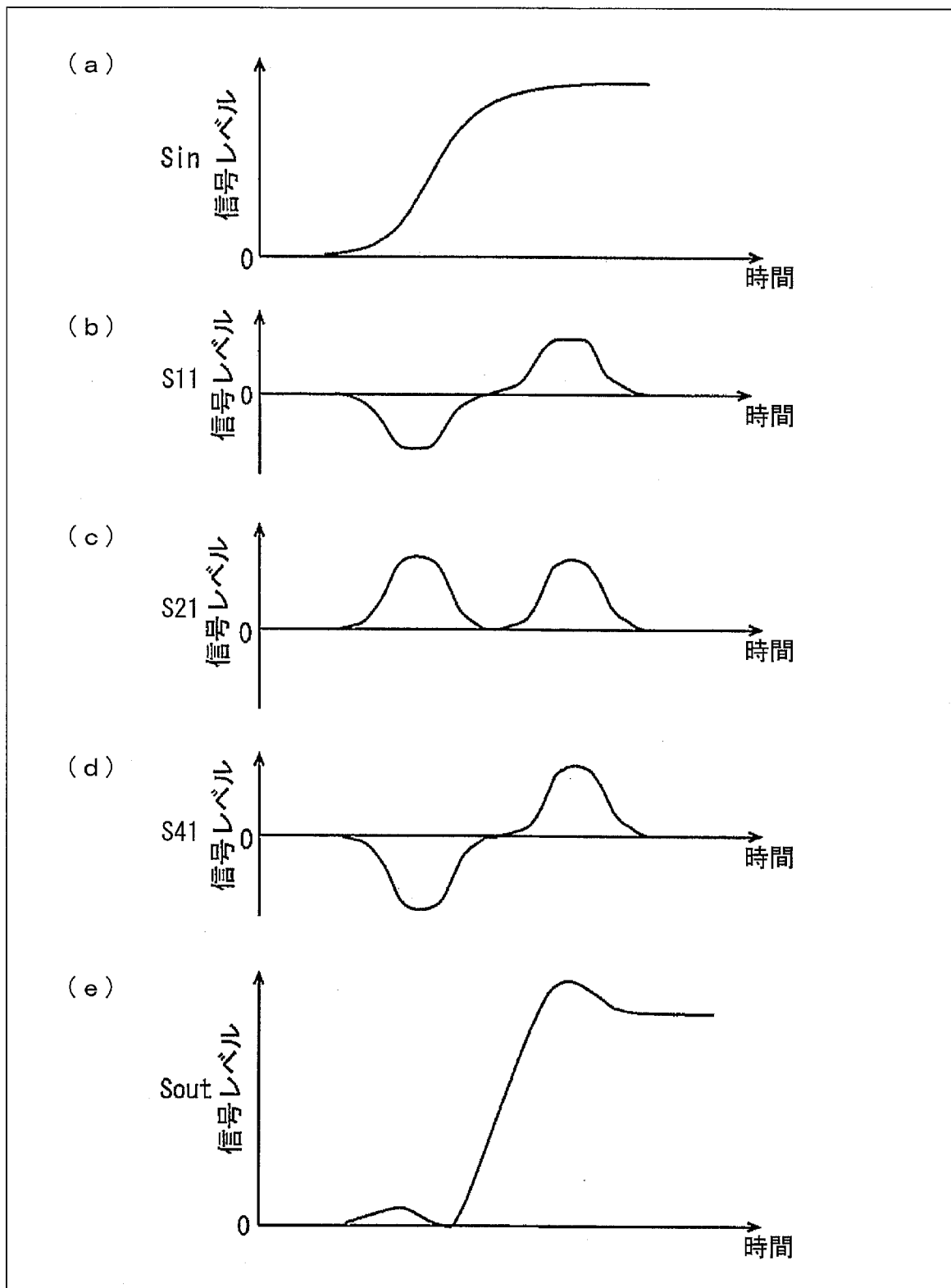
[図6]



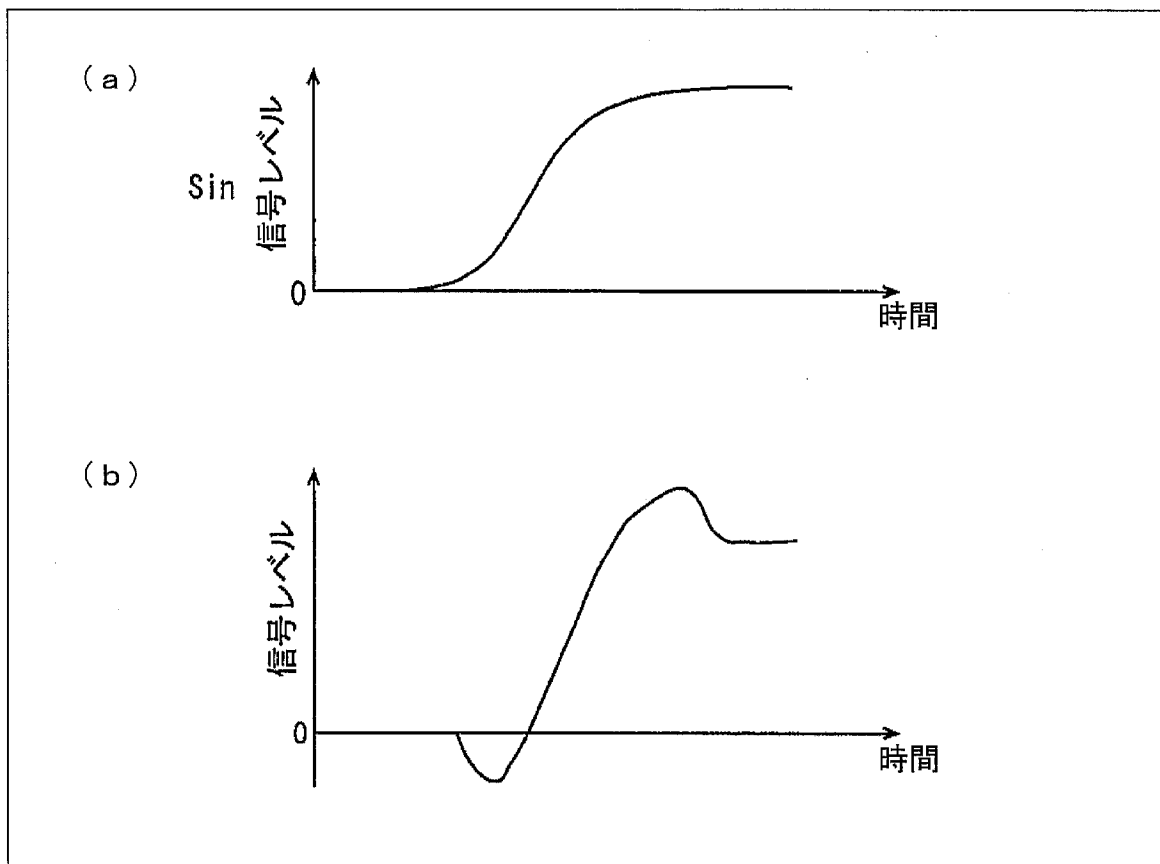
[図7]



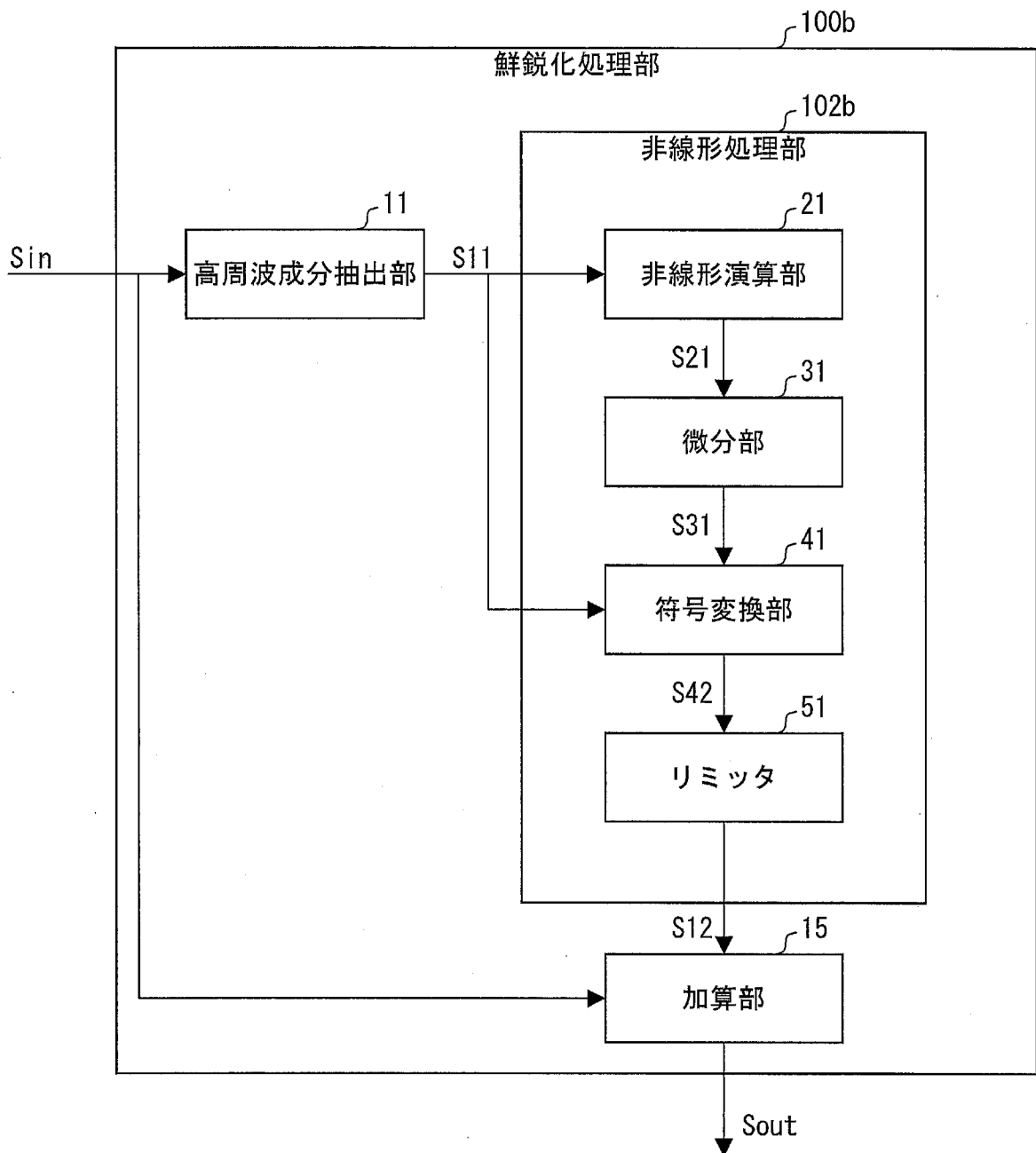
[図8]



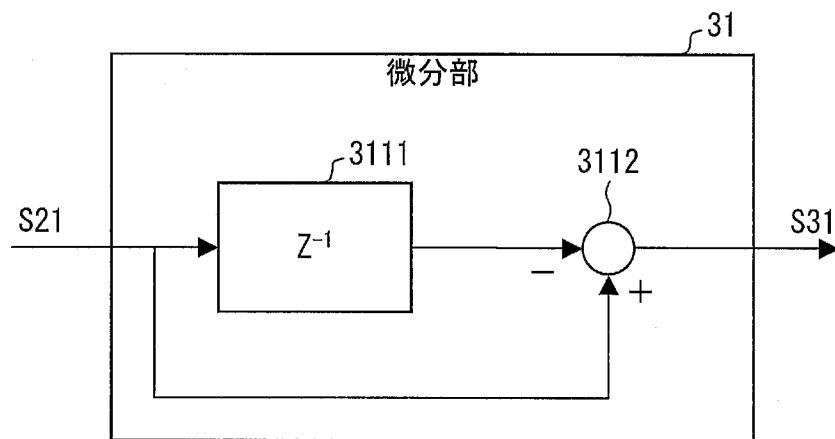
[図9]



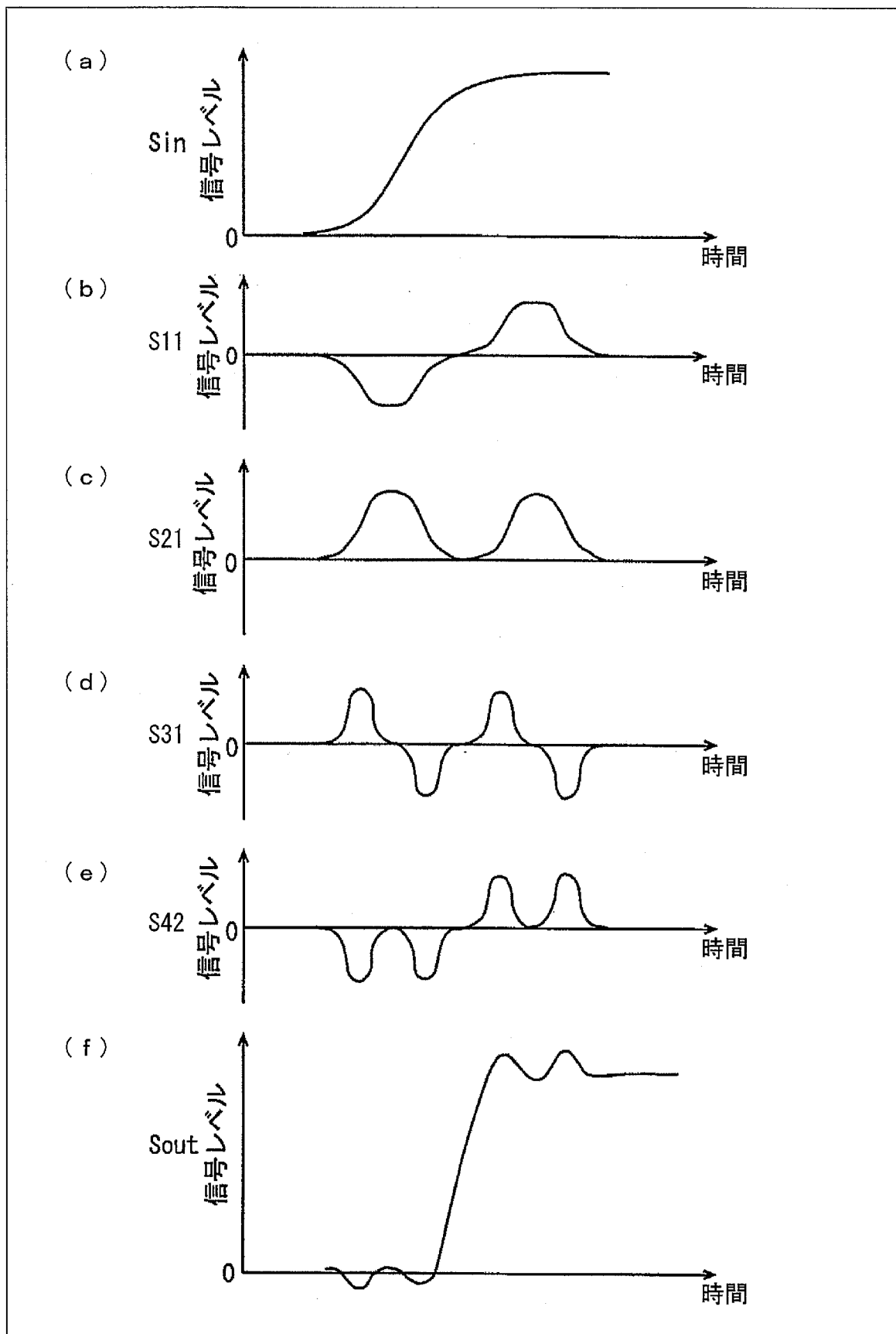
[図10]



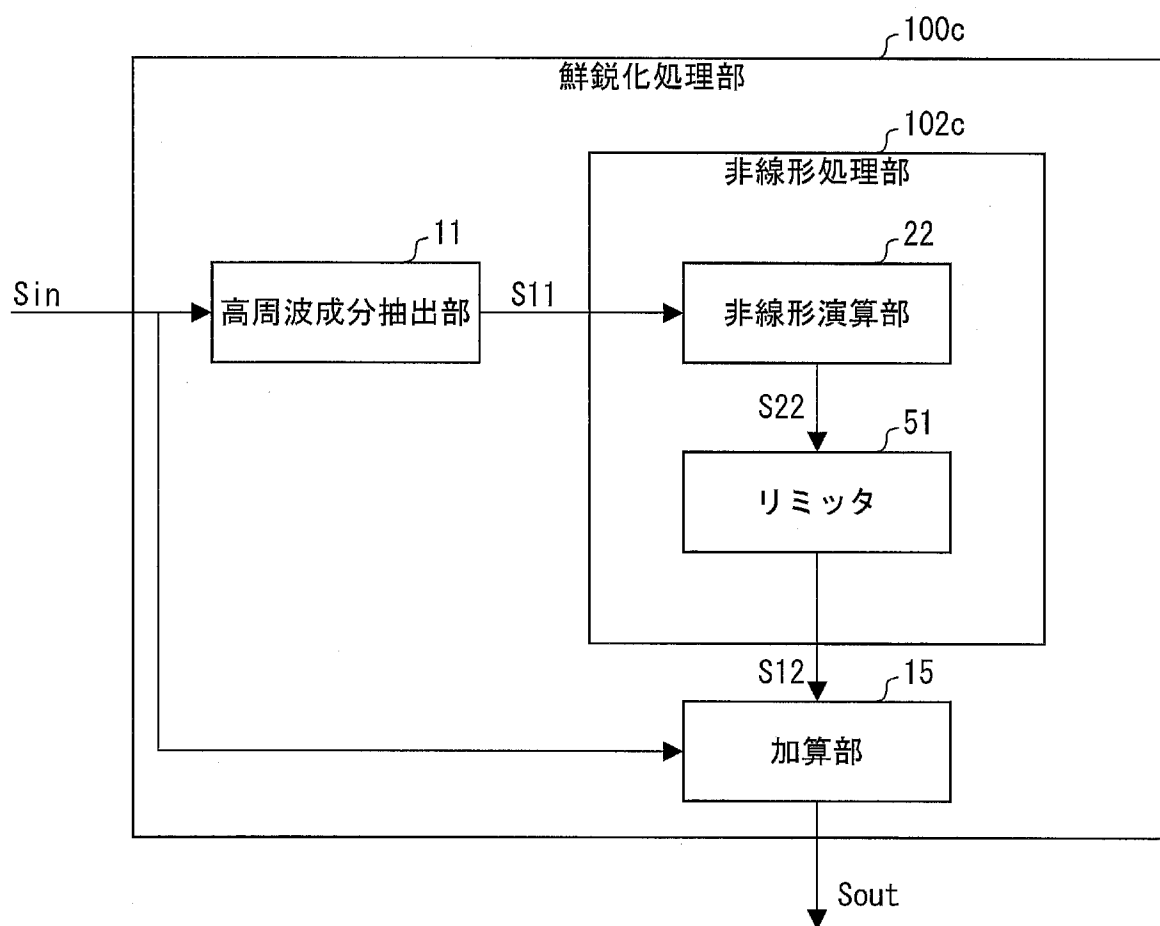
[図11]



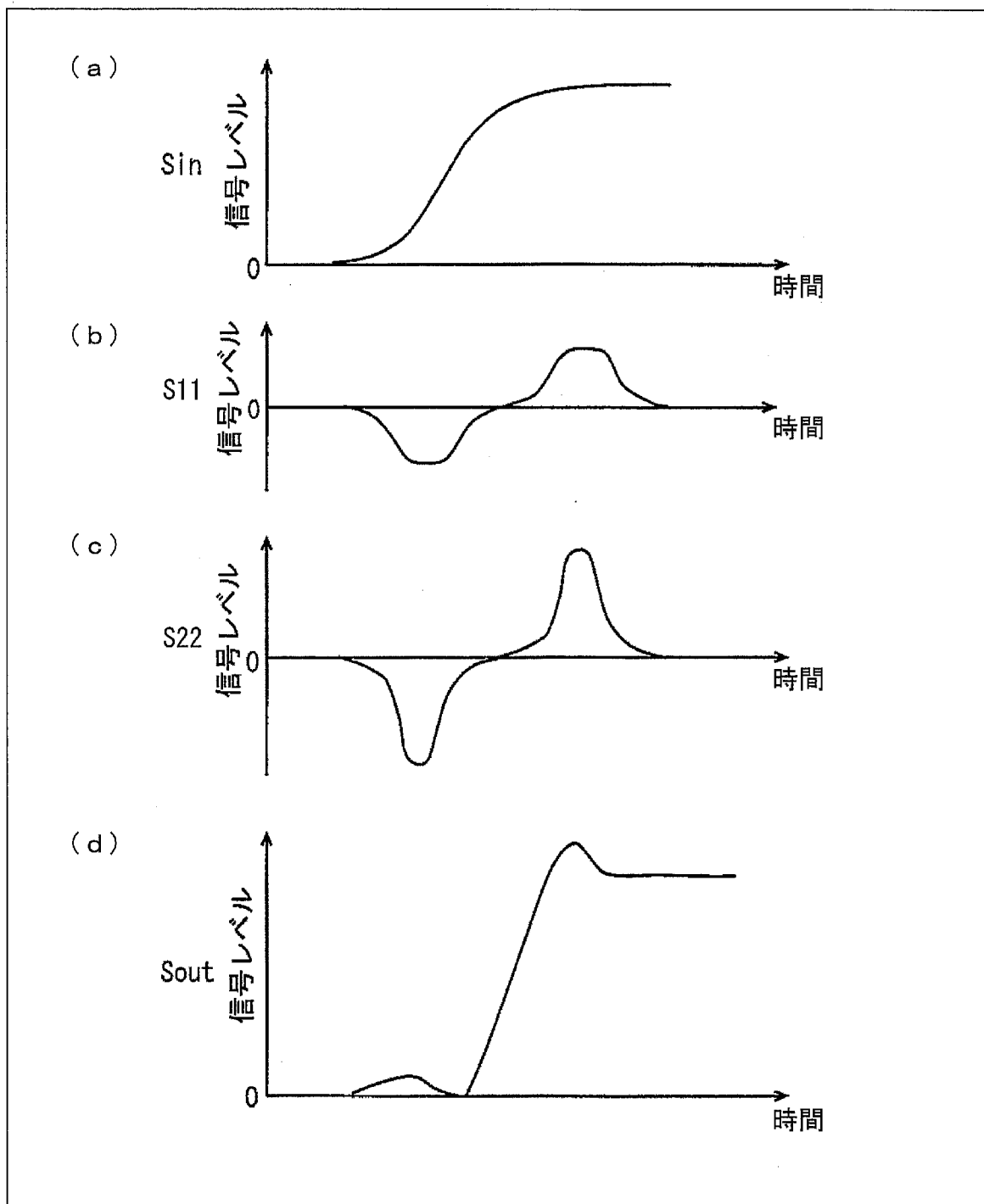
[図12]



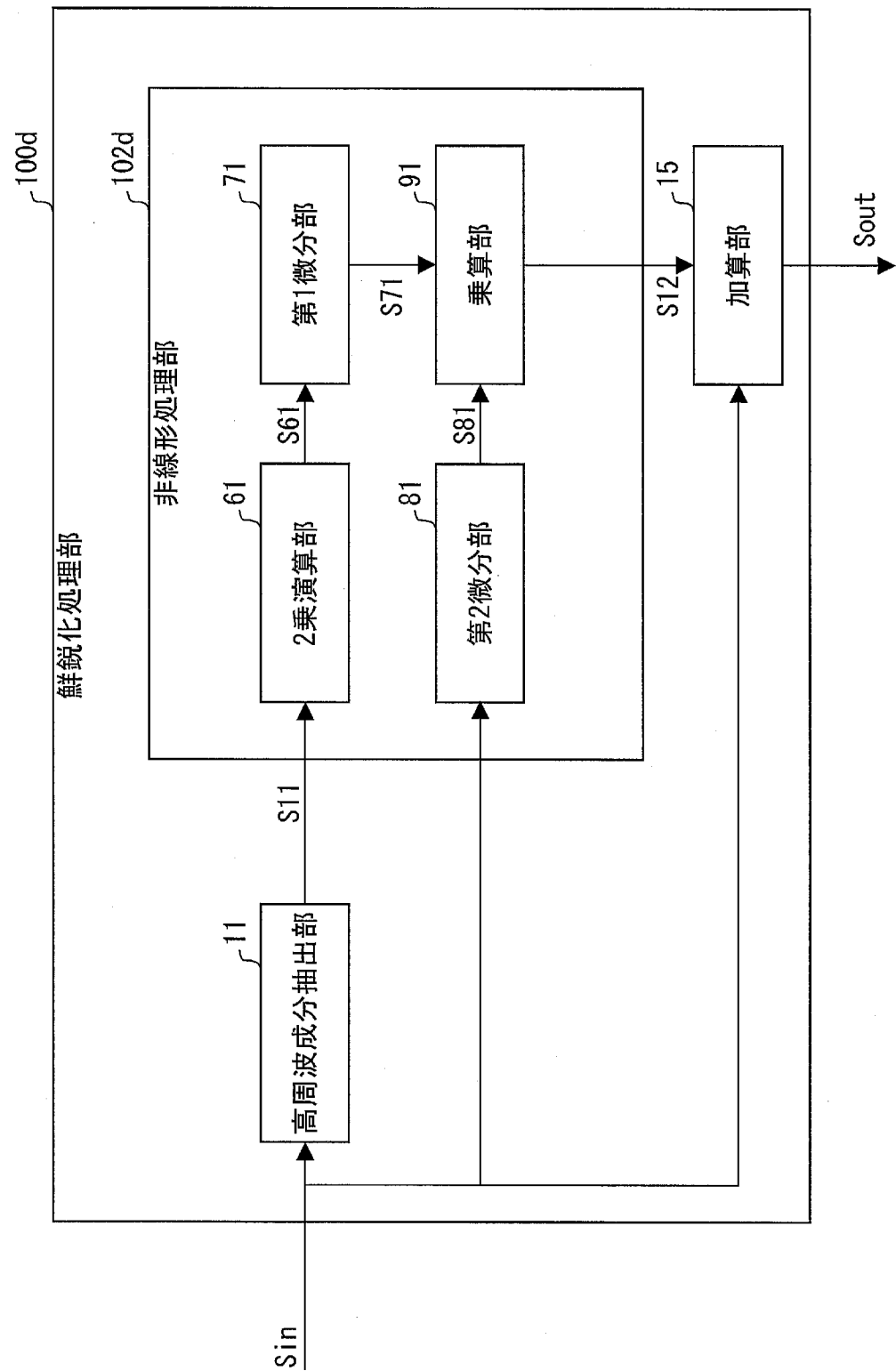
[図13]



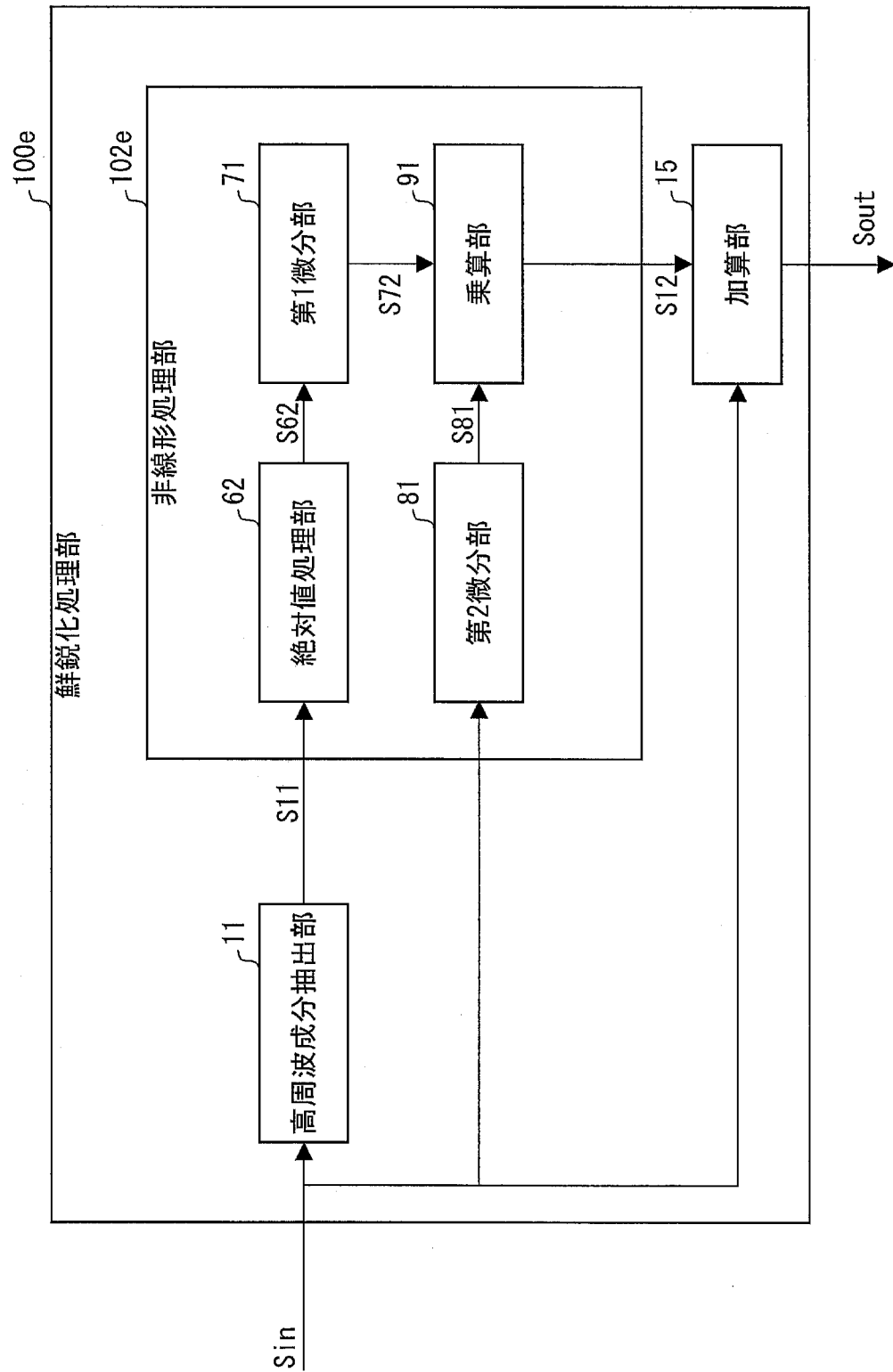
[図14]



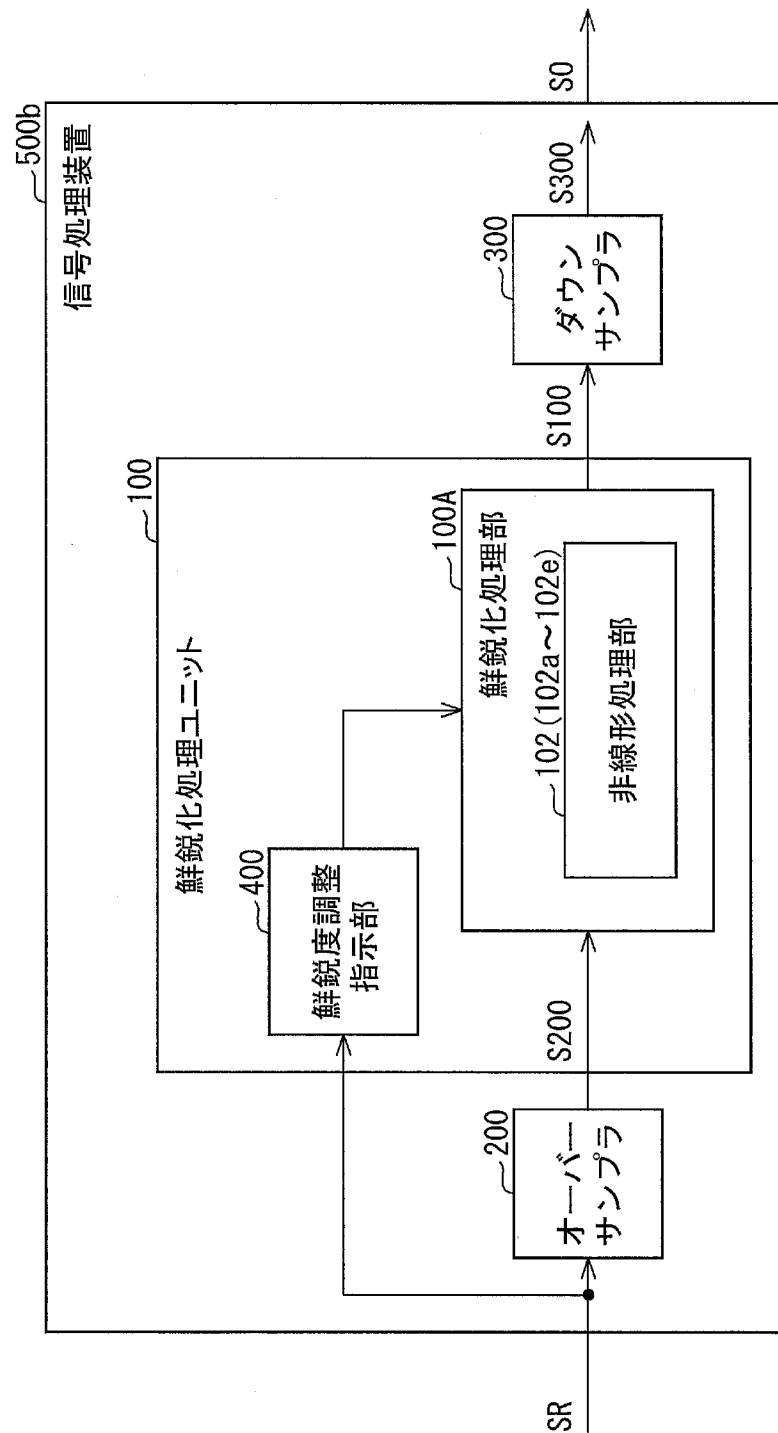
[図15]



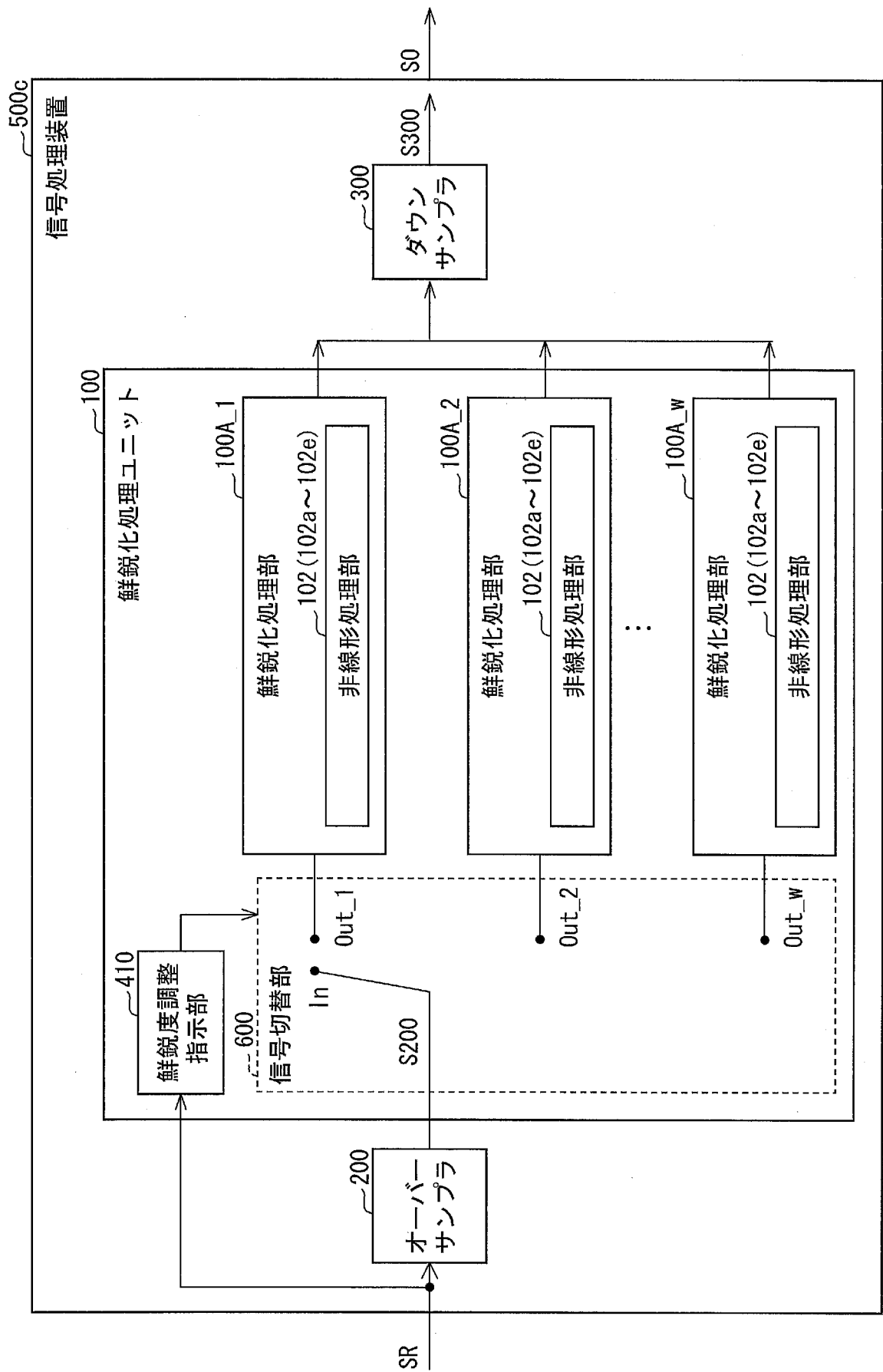
[図16]



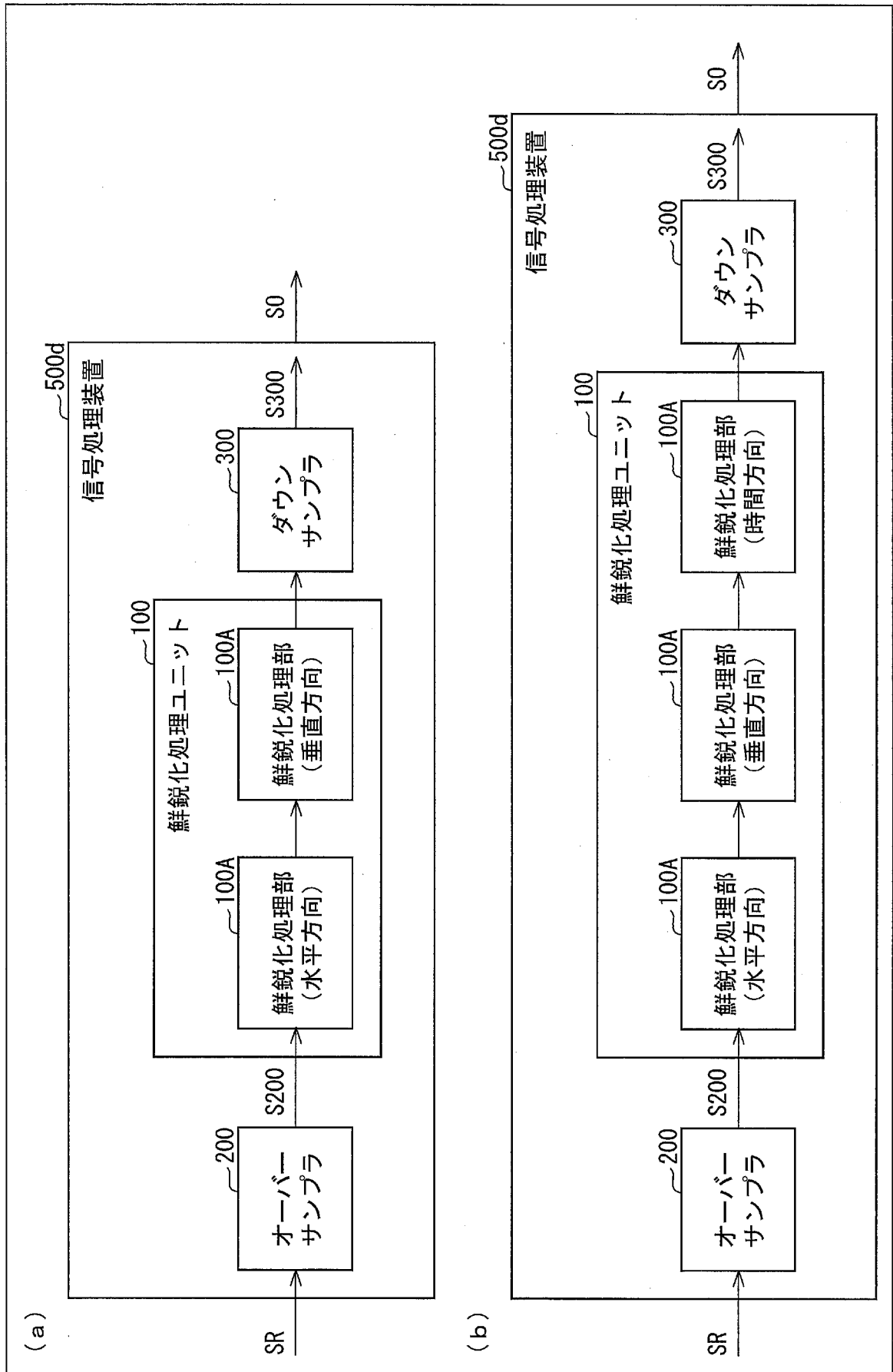
[図17]



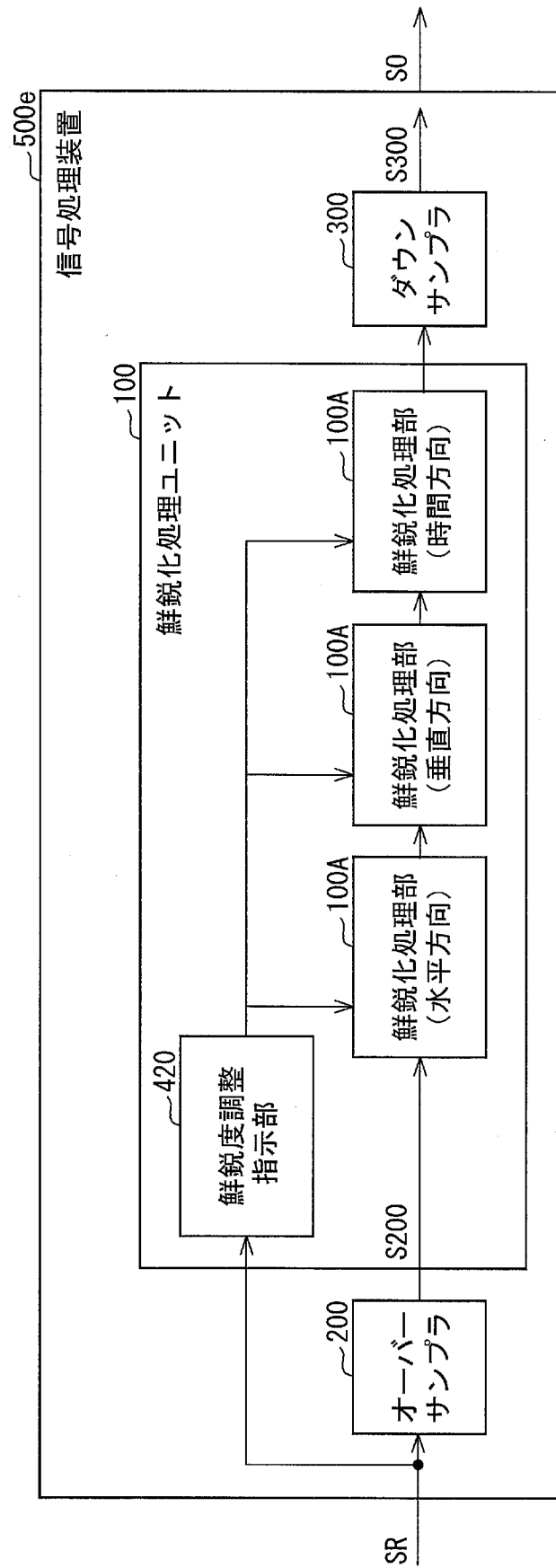
[図18]



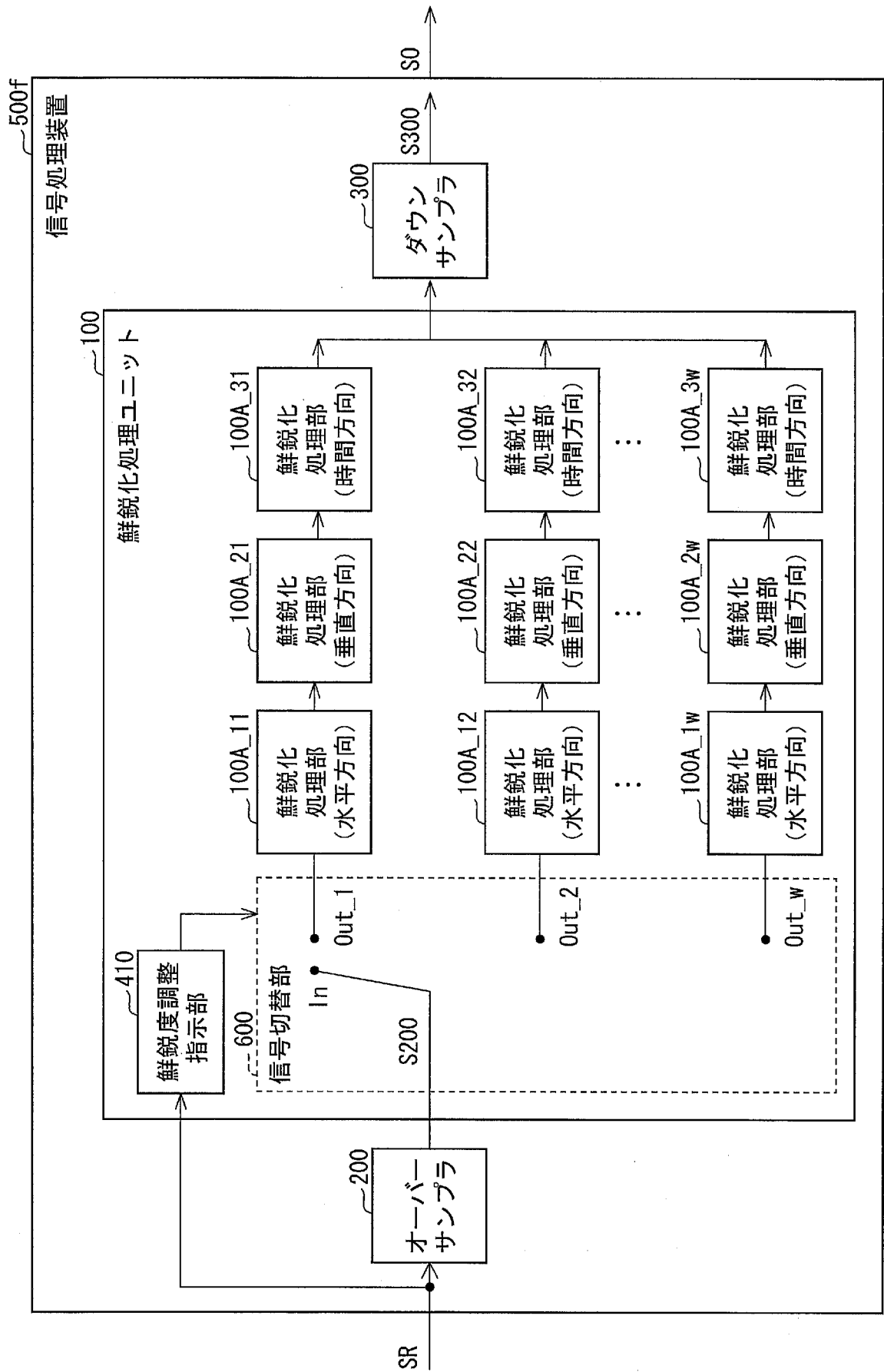
[図19]



[図20]



[図21]



[図22]

(a) 入力信号SRで表される画像
(原画像)

(b) 鮮鋭化信号S100で表される画像

(c) オーバーサンプリング信号S200で
表される画像(d) ダウンサンプリング信号S300で
表される画像

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/055934

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04N5/208(2006.01) i, G06T5/20(2006.01) i

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H04N5/208, G06T5/20

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

Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2012

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2012 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2012

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 Y	WO 2010/113342 A1 (Sharp Corp.), 07 October 2010 (07.10.2010), paragraphs [0041] to [0044], [0054], [0064] to [0066], [0081] to [0083], [0093] to [0095], [0104] to [0106], [0115] to [0119]; fig. 1, 3, 6, 8 to 9, 12, 16, 18 to 19 (Family: none)	1, 4-16 2-3, 12, 14
Y	JP 7-143365 A (Sony Corp.), 02 June 1995 (02.06.1995), paragraph [0043]; fig. 1 (Family: none)	2-3



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

23 May, 2012 (23.05.12)

Date of mailing of the international search report

05 June, 2012 (05.06.12)

Name and mailing address of the ISA/

Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/055934

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2007-295321 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 08 November 2007 (08.11.2007), paragraphs [0025] to [0026], [0018], [0031] (Family: none)	12,14
A	JP 9-284605 A (Sony Corp.), 31 October 1997 (31.10.1997), paragraphs [0009] to [0036]; fig. 1 to 6 (Family: none)	1-16
A	JP 2004-266775 A (Sony Corp.), 24 September 2004 (24.09.2004), paragraphs [0258] to [0289]; fig. 17 (Family: none)	1-16
A	JP 2000-137469 A (Sony Corp.), 16 May 2000 (16.05.2000), paragraphs [0011] to [0014], [0049] to [0051]; fig. 1, 11 (Family: none)	1-16
A	JP 2008-306497 A (Canon Inc.), 18 December 2008 (18.12.2008), paragraphs [0016] to [0070]; fig. 1 to 13 (Family: none)	1-16
A	JP 2006-67406 A (Fuji Photo Film Co., Ltd.), 09 March 2006 (09.03.2006), paragraphs [0083] to [0088] (Family: none)	12,14
A	WO 2010/146728 A1 (Sharp Corp.), 23 December 2010 (23.12.2010), paragraphs [0039] to [0200]; fig. 1 to 18 (Family: none)	1-16
A	WO 2010/140281 A1 (Sharp Corp.), 09 December 2010 (09.12.2010), paragraphs [0031] to [0242]; fig. 1 to 18 (Family: none)	1-16

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/055934

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

Although the matter common to the inventions of claims 1-16 is the matter set forth in claim 1, said matter is disclosed in the document 1: WO 2010/113342 A1 (Sharp Corp.), 07 October 2010 (07.10.2010), paragraphs [0061], [0041], [0115] to [0116], fig. 1, and therefore, the common matter is not a special technical feature within the meaning of PCT Rule 13.2, second sentence.

Consequently, there is no matter common to all of the inventions of claims 1-16 and any technical relationship within the meaning of PCT Rule 13 cannot be found among those different inventions, and therefore, the inventions of claims 1-16 do not comply with the requirement of unity of invention.

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☒ As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- ☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. H04N5/208 (2006.01)i, G06T5/20 (2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. H04N5/208, G06T5/20

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2012年
日本国実用新案登録公報	1996-2012年
日本国登録実用新案公報	1994-2012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 請求項の番号
X	WO 2010/113342 A1 (シャープ株式会社) 2010.10.07,	1, 4-16
Y	段落 0041-0044, 0054, 0064-0066, 0081-0083, 0093-0095, 0104-0106, 0115-0119, 図 1, 3, 6, 8-9, 12, 16, 18-19 (ファミリーなし)	2-3, 12, 14
Y	JP 7-143365 A (ソニー株式会社) 1995.06.02, 段落 0043, 図 1 (ファミリーなし)	2-3
Y	JP 2007-295321 A (松下電器産業株式会社) 2007.11.08, 段落 0025-0026, 0018, 0031 (ファミリーなし)	12, 14

☒ 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

23.05.2012

国際調査報告の発送日

05.06.2012

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)

西谷 憲人

電話番号 03-3581-1101 内線 3581

5P

9187

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 請求項の番号
A	JP 9-284605 A (ソニー株式会社) 1997. 10. 31, 段落 0009-0036, 図 1-6 (ファミリーなし)	1-16
A	JP 2004-266775 A (ソニー株式会社) 2004. 09. 24, 段落 0258-0289, 図 17 (ファミリーなし)	1-16
A	JP 2000-137469 A (ソニー株式会社) 2000. 05. 16, 段落 0011-0014, 0049-0051, 図 1, 11 (ファミリーなし)	1-16
A	JP 2008-306497 A (キヤノン株式会社) 2008. 12. 18, 段落 0016-0070, 図 1-13 (ファミリーなし)	1-16
A	JP 2006-67406 A (富士写真フイルム株式会社) 2006. 03. 09, 段落 0083-0088 (ファミリーなし)	12, 14
A	WO 2010/146728 A1 (シャープ株式会社) 2010. 12. 23, 段落 0039-0200, 図 1-18 (ファミリーなし)	1-16
A	WO 2010/140281 A1 (シャープ株式会社) 2010. 12. 09, 段落 0031-0242, 図 1-18 (ファミリーなし)	1-16

第Ⅱ欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見 (第1ページの2の続き)

法第8条第3項 (PCT 17条(2)(a)) の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. ☐ 請求項 _____ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。
つまり、
2. ☐ 請求項 _____ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
3. ☐ 請求項 _____ は、従属請求の範囲であってPCT規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

第Ⅲ欄 発明の単一性が欠如しているときの意見 (第1ページの3の続き)

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるところこの国際調査機関は認めた。

請求項1-16に係る発明の共通事項は、請求項1に記載された事項であるが、当該事項は、
文献1: WO 2010/113342 A1 (シャープ株式会社) 2010.10.07, 段落 0061, 0041,
0115-0116, 図1

に記載されているから、PCT規則13.2第2文の意味において、上記共通事項は特別な技術的特徴ではない。

したがって、請求項1-16に係る発明全てに共通の事項はなく、それらの相違する発明の間にPCT規則13の意味における技術的な関連を見いだすことができないから、請求項1-16に係る発明は、発明の単一性の要件を満たしていない。

1. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求項について作成した。
2. ☒ 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求項について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったので、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求項のみについて作成した。
4. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったので、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求項について作成した。

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- ☐ 追加調査手数料及び、該当する場合には、異議申立手数料の納付と共に、出願人から異議申立てがあった。
- ☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあったが、異議申立手数料が納付命令書に示した期間内に支払われなかった。
- ☐ 追加調査手数料の納付はあったが、異議申立てはなかった。