

(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
2014年6月19日(19.06.2014)



(10) 国際公開番号
WO 2014/091693 A1

- (51) 国際特許分類:
H03B 28/00 (2006.01) G06G 7/26 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/006931
- (22) 国際出願日: 2013年11月26日(26.11.2013)
- (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 2012-272523 2012年12月13日(13.12.2012) JP
- (71) 出願人: 日本電気株式会社(NEC CORPORATION) [JP/JP]; 〒1088001 東京都港区芝五丁目7番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 井倉 裕之(IGURA, Hiroyuki); 〒1088001 東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 家入 健(IEIRI, Takeshi); 〒2210835 神奈川県横浜市神奈川区鶴屋町三丁目3番8号 アサヒビルディング10階 響国際特許事務所 Kanagawa (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, BN, 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, IR, IS, JP, KE, KG, 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, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, 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, 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, KM, 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 GENERATOR, SIGNAL GENERATION METHOD, AND NUMERICALLY CONTROLLED OSCILLATOR

(54) 発明の名称: 信号生成装置、信号生成方法及び数値制御発振器

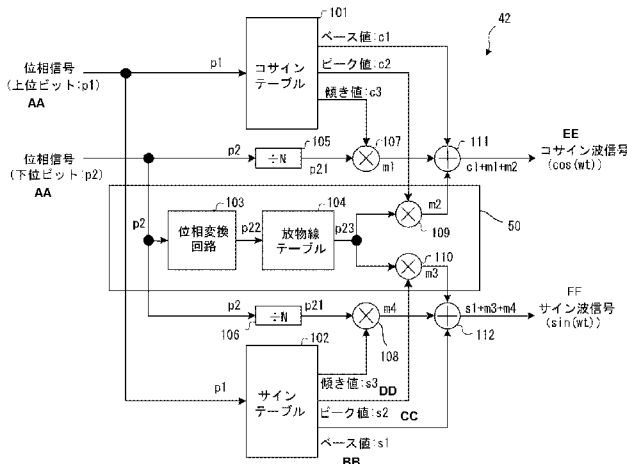


FIG. 6.
 101 Cosine table
 102 Sine table
 103 Phase conversion circuit
 104 Parabola table
 AA Phase signal (high-order bit: p1), Phase signal (low-order bit: p2)
 BB Base value
 CC Peak value
 DD Gradient value
 EE Cosine wave signal
 FF Sine wave signal

(57) Abstract: A waveform conversion unit (42) of a numerically controlled oscillator has a cosine table (101) and a sine table (102) in which parameters for cosine wave and sine wave signal are stored, a correction mechanism (50) for generating correction values according to the phase of an inputted phase signal, an adder (111) for generating a cosine wave signal from a parameter in the cosine table (101) and a correction value, and an adder (112) for generating a sine wave signal from a parameter in the sine table (102) and a correction value. The correction mechanism (50) uses waveform data which is a kind of parabolic data and whose phase interval is more minute than the phase interval of the parameters in each table (101), (102) to generate correction values for correcting cosine wave and sine wave signals to be found by linear interpolation.

(57) 要約: 数値制御発振器の波形変換部(42)は、コサイン波及びサイン波信号発生用のパラメータが格納されたコサインテーブル(101)及びサインテーブル(102)と、入力位相信号の位相に応じて補正値を生成する補正機構(50)と、コサインテーブル(101)のパラメータと補正値とからコサイン波信号を生成する加算器(111)と、サインテーブル(102)のパラメータと補正値とからサイン波信号を生成する加算器(112)とを有する。補正機構(50)は、一の放物線データであって、各テーブル(101)、(102)のパラメータの位相間隔より更に細かい位相間隔の波形データを使用し、直線

補間で求めるコサイン波及びサイン波信号を補正する補正値を生成する。

WO 2014/091693 A1

明 細 書

発明の名称： 信号生成装置、信号生成方法及び数値制御発振器

技術分野

[0001] 本発明は、信号生成装置、信号生成方法及び数値制御発振器に関し、特に、波形テーブルを用いて信号生成する信号生成装置、信号生成方法及び数値制御発振器に関する。

背景技術

[0002] 従来、無線信号処理では、中間周波数信号（IF信号）に対して直交復調処理することによりベースバンド信号を生成したり、ベースバンド信号に対して直交変調処理することにより中間周波数信号（IF信号）を生成したりする処理が行われている（図1参照）。従来、この直交復調処理及び直交変調処理は、アナログ回路により処理されていたが、近年、LSIの高速化等に伴い、デジタル回路を用いて直交復調処理及び直交変調処理を行うケースが増えている。

[0003] 直交復調処理では、図2に示すように、中間周波数信号に対して、コサイン波信号を掛けることで、ベースバンド信号のI成分を生成し、サイン波信号を掛けることで、ベースバンド信号のQ成分を生成する。また、直交変調処理では、図3に示すように、ベースバンド信号のI成分にコサイン波信号を、Q成分にサイン波信号を掛け、その2つの信号を加算することで、中間周波数信号を生成する。

[0004] デジタル回路で、これらの直交復調処理及び直交変調処理を行うためには、コサイン波信号及びサイン波信号を同時に生成する数値制御発振器（NCO：Numerically Controlled Oscillators）が必要になる。

[0005] 通常、数値制御発振器は、位相生成部と波形変換部とからなる（図4参照）。位相生成部は、波形変換部が生成すべきサイン波及びコサイン波の時間変動する位相を生成する。波形変換部は、位相生成部から入力された位相を、対応するサイン値及びコサイン値に変換し、それぞれサイン波信号（s i

$n(wt)$) 及びコサイン波信号 ($\cos(wt)$) として出力する。このような数値制御発振器では、波形変換部の回路規模が大きな割合を示すため、回路規模の省面積化のためにその構成が重要となる。

[0006] 従来の波形変換部の実装には、主に以下の4種類の方法が用いられている。

1. 波形テーブル方式 (例えば、特許文献1、2及び3等)

ROM (Read Only Memory) に格納された波形テーブルを引くことによって、サイン値及びコサイン値を算出する方法である。特徴としては、高速処理が可能となる点があげられる。

2. 直線補間方式 (例えば、特許文献1等)

上述の波形テーブルに対し、直線補間を付加する方法である。波形テーブル方式よりROMテーブルを小さくすることが可能である。図14は、直線補間方式を適用した従来の数値制御発振器の波形変換部を示す図である。図14に示すように、従来の波形変換部1342は、コサインテーブル1301、サインテーブル1302、除算器1303、1304、乗算器1305、1306、及び加算器1307、1308を有する。コサインテーブル1301及びサインテーブル1302には、所定位相間隔でコサイン波信号、サイン波信号を生成するためのパラメータが格納されており、この位相間隔より細かい位相間隔における信号は直線補間して求めるものである。

3. CORDIC方式 (例えば、特許文献4等)

直交座標系の差分テーブルを用いて、目的とする角度に徐々に近づくことにより、座標を求める方法である。特徴としては、誤差が小さいことが挙げられる。

4. マクローリン展開方式

三角関数をマクローリン展開した高次式を使用して、コサイン波及びサイン波を直接求める方法である。

先行技術文献

特許文献

[0007] 特許文献1：特開2000-252750号公報

特許文献2：特開2011-193304号公報

特許文献3：特許2998684号公報

特許文献4：特開2004-153376号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0008] しかしながら、波形テーブル方式においては、ポイント数が増えると波形テーブルが大きくなり、回路規模が増大するという問題点がある。また、波形テーブルの削減のために、360度(2 π ラジアン)位相区間を8個に分割して、入力位相及び出力データを変換することでテーブルを圧縮する方法が提案されている。ただし、この方法であっても、精度を高くしようとすると、波形テーブルがかなり大きくなってしまいう問題点がある。

[0009] また、CORDIC方式においては、繰り返し演算が必要となるため、処理時間が大きくなる。同様に、マクローリン展開方式においても、精度を高くするためには、高次の乗算を行う必要があるため、処理時間及び回路規模が大きくなってしまふ。このように、COEDIC方式及びマクローリン展開方式は、処理時間が増大するという問題点があり、あまり採用されていない。

[0010] 一方、直線補間方式においては、直線補間を付加するために乗算器が必要となることや、補間の間隔が広くなると誤差が大きくなる点を勘案しても、処理速度及び回路規模の点では比較的バランスがとれた方法である。そのため、直線補間方式は、従来からよく用いられている。ただし、この直線補間方式には、誤差が大きいという問題点がある。この問題点を改善するべく、2次補間やスプライン補間等の高次の補間方法を使用することが考えられる。ただし、これらの高次補間方法を単純に適用する場合、ビット幅が大きい乗算器が必要となるため、回路規模が増大するという問題点がある。

[0011] 本発明は、このような問題点を解決するためになされたものであり、誤差を小さくしつつ回路規模の拡大を抑制することができる信号生成装置、信号

生成方法及び数値制御発振器を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

- [0012] 本発明に係る信号生成装置は、第1の周波数信号発生用のパラメータが格納された第1のパラメータテーブルと、前記第1の周波数信号とは位相が異なる第2の周波数信号発生用のパラメータが格納された第2のパラメータテーブルと、第1の位相間隔で生成された位相信号が入力され、前記第1及び第2の周波数信号を、当該位相信号が示す位相に応じて補正するそれぞれ第1及び第2の補正値を生成する補正値生成部と、前記位相信号、前記第1のパラメータテーブルのパラメータ、及び前記補正値生成部が生成した前記第1の補正値に基づき、前記第1の位相間隔の前記第1の周波数信号を生成する第1の信号生成部と、前記位相信号、前記第2のパラメータテーブルのパラメータ、及び前記補正値生成部が生成した前記第2の補正値に基づき、前記第1の位相間隔の前記第2の周波数信号を生成する第2の信号生成部とを有するものである。
- [0013] 本発明に係る信号生成方法は、第1の周波数信号及び前記第1の周波数信号とは位相が異なる第2の周波数信号を発生する信号生成方法であって、第1の位相間隔で生成された位相信号を入力し、前記第1及び前記第2の周波数信号を、当該位相信号が示す位相に応じて補正するそれぞれ第1及び第2の補正値を生成する補正値生成工程と、前記位相信号、前記第1の周波数信号発生用のパラメータ、及び前記補正値生成工程にて生成された前記第1の補正値に基づき、前記第1の位相間隔の前記第1の周波数信号を生成する第1の信号生成工程と、前記位相信号、前記第2の周波数信号発生用のパラメータ、及び前記補正値生成工程にて生成された前記第2の補正値に基づき、前記第1の位相間隔の前記第2の周波数信号を生成する第2の信号生成工程とを有し、前記補正値生成工程では、一の放物線波形データを使用して前記第1及び第2の補正値を生成するものである。
- [0014] 本発明に係る数値制御発振器は、第1の位相間隔の位相信号を生成する位相信号生成部と、前記位相信号に基づき第1の周波数信号、及び前記第1の

周波数信号とは位相が異なる第2の周波数信号を生成する信号生成部とを備え、前記信号生成部は、前記第1の周波数信号発生用のパラメータが格納された第1のパラメータテーブルと、前記第2の周波数信号発生用のパラメータが格納された第2のパラメータテーブルと、前記位相信号生成部で生成された位相信号が入力され、前記第1及び第2の周波数信号を、当該位相信号が示す位相に応じて補正するそれぞれ第1及び第2の補正値を生成する補正値生成部と、前記位相信号、前記第1のパラメータテーブルのパラメータ、及び前記補正値生成部が生成した前記第1の補正値に基づき、前記第1の位相間隔の前記第1の周波数信号を生成する第1の信号生成部と、前記位相信号、前記第2のパラメータテーブルのパラメータ、及び前記補正値生成部が生成した前記第2の補正値に基づき、前記第1の位相間隔の前記第2の周波数信号を生成する第2の信号生成部と有するものである。

発明の効果

[0015] 本発明によれば、誤差を小さくしつつ回路規模を抑制した信号生成装置、信号生成方法及び数値制御発振器を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0016] [図1]一般的な無線信号処理部の一例を示す図である。

[図2]直交復調処理部の一例を示す図である。

[図3]直交変調処理部の一例を示す図である。

[図4]本発明の実施の形態1にかかる数値制御発振器を示す図である。

[図5]本発明の実施の形態1にかかる位相生成部を示すブロック図である。

[図6]本発明の実施の形態1にかかる数値制御発振器における波形変換部を示す図である。

[図7]波形変換部で生成されるコサイン波信号 $\cos(wt)$ 及びサイン波信号 $\sin(wt)$ を示す図である。

[図8]ベース値、ピーク値及び傾き値を説明するための図である。

[図9]位相変換回路の入力位相信号 p_2 と出力位相信号 p_{22} との関係を示すグラフ図である。

[図10]放物線波形を示すグラフ図である。

[図11]本発明の実施の形態2にかかる数値制御発振器における波形変換部の一具体例を示すブロック図である。

[図12]本発明の実施の形態2にかかる波形変換コア部を示すブロック図である。

[図13]本発明の実施の形態2にかかる位相変換回路を示す図である。

[図14]従来の直線補間方式を適用した数値制御発振器の波形変換部を示す図である。

発明を実施するための形態

[0017] 以下、本発明を適用した具体的な実施の形態について、図面を参照しながら詳細に説明する。上述したように、数値演算発振器において、従来の構成では、処理速度が遅い、回路規模が大きい及び演算誤差が大きい等の欠点があった。これに対し、本発明の実施の形態にかかる数値制御発振器においては、従来の直線補間方式の数値演算発振器に対し、共通の放物線テーブルを利用し補正を加えることにより、演算誤差を削減するものである。

[0018] 本実施の形態にかかる数値演算発振器は、デジタル回路を用いて直交復調処理及び直交変調処理を行う無線信号処理部（無線信号処理回路）等に用いられるものである。ここでは先ず、本実施の形態1にかかる数値演算発振器に先立ち、無線信号処理部、直交復調処理部、及び直交変調処理部の一例について説明しておく。

[0019] 図1は、一般的な無線信号処理部の一例を示す図である。図1に示すように、無線信号処理部1は、直交復調処理部11及び直交変調処理部12を有する。直交復調処理部11は、中間周波数信号が入力され、ベースバンド信号のI成分、Q成分を出力する。直交変調処理部12は、反対に、ベースバンド信号のI成分、Q成分が入力され、これを中間周波数信号として出力する。

[0020] 図2及び図3は、直交復調処理部11及び直交変調処理部12の一例を示す図である。図2に示すように、直交復調処理部11は、乗算器202、2

03、フィルタ204、205、及び数値制御発振器40を有している。入力される中間周波数信号は、それぞれの乗算器202、203に入力される。乗算器202は、数値制御発振器40から入力されるコサイン波信号 $\cos(\omega t)$ と中間周波数信号とを乗算し、フィルタ204がこの乗算結果をベースバンド信号のI成分として出力する。一方、乗算器203は、数値制御発振器40から入力されるサイン波信号 $\sin(\omega t)$ と中間周波数信号とを乗算し、フィルタ205がこの乗算結果をベースバンド信号のQ成分として出力する。

[0021] 図3に示すように、直交変調処理部12は、乗算器302、303、加算器304、及び数値制御発振器40を有する。この直交変調処理部12においては、ベースバンド信号のI成分、Q成分がそれぞれ乗算器302、302に入力される。乗算器302は、数値制御発振器40から入力されるコサイン波信号 $\cos(\omega t)$ とベースバンド信号のI成分とを乗算して出力する。乗算器302は、数値制御発振器40から入力されるコサイン波信号 $\sin(\omega t)$ とベースバンド信号のQ成分とを乗算して出力する。加算器304は、2つの乗算器乗算器302、303の乗算結果を加算し、中間周波数信号として出力する。

[0022] 図4は、本発明の実施の形態1にかかる数値制御発振器を示す図である。図4に示すように、数値制御発振器40は、位相生成部41及び信号生成装置としての波形変換部42からなり、この点は従来と同様である。位相生成部41は、波形変換部42が生成すべきサイン波及びコサイン波の時間変動する位相を生成し、位相信号として波形変換部42に出力する。波形変換部42は、位相生成部41から入力される位相を、対応するサイン値及びコサイン値に変換し、それぞれサイン波信号($\sin(\omega t)$)及びコサイン波信号($\cos(\omega t)$)として出力する。

[0023] 図5は、本実施の形態にかかる位相生成部を示すブロック図である。図5に示すように、位相生成部41は、位相レジスタ901、位相回転速度レジスタ902及び加算器903を有する。この位相生成部41においては、位

相レジスタ901に現在の位相値(DIF)が格納されており、位相回転速度レジスタ902に格納された位相回転速度値と現在の位相値とを加算器903が格納し、次のサイクルで位相レジスタ901に格納する。位相レジスタ901は、各タイミングで順次位相回転速度値分が加算された位相値の位相信号(ANGLE)を出力する。位相レジスタ901は、360度(2πラジアン)で0度(0ラジアン)に巡回するようなビット幅のレジスタとなっており、例えば16ビット([15:0])とすることができる。

[0024] [実施の形態1：波形変換部の構成]

図6は、本発明の実施の形態1にかかる数値制御発振器における波形変換部を示す図である。図6に示すように、本実施の形態にかかる数値制御発振器40における波形変換部42は、第1の周波数信号としてのコサイン波信号を発生するためのパラメータが格納された第1のパラメータテーブルとしてのコサインテーブル101と、コサイン波信号とは位相が異なる第2の周波数信号、すなわちサイン波信号を発生するためのパラメータが格納された第2のパラメータテーブルとしてのサインテーブル102とを有する。また、第1の位相間隔で生成された位相信号が入力され、サイン波及びコサイン波信号を、この位相信号が示す位相に応じて補正するそれぞれ第1及び第2の補正値を生成する補正値生成部としての補正機構50を有する。さらに、位相信号、コサインテーブル101のパラメータ、及び補正機構50が生成した第1の補正値に基づき、第1の位相間隔のコサイン波信号を生成する第1の信号生成部としての加算器111と、位相信号、サインテーブル102のパラメータ、及び補正機構50が生成した第2の補正値に基づき、第1の位相間隔のサイン波信号を生成する第2の信号生成部としての加算器112とを有する。さらにまた、除算器105、106、乗算器107、108を有する。また、補正機構50は、位相変換回路103、放物線(波形)テーブル104、及び第1及び第2の補正値出力部としての乗算器109及び乗算器110を有する。

[0025] この波形変換部42には、上述したように、位相生成部11から位相信号

の上位ビットと下位ビットとが別々に入力され、この位相信号の位相値に応じたコサイン波信号及びサイン波信号を生成して出力する。図14の従来の直線補間方式の数値制御発振器の波形変換部と比較すると、位相変換回路103、放物線テーブル104、及び乗算器109、110からなる補正機構50が追加され、コサインテーブル101及びサインテーブル102が後述するベース値及び傾き値に加えピーク値を保持している。そして、補正機構50がこのピーク値を使用してサイン波、コサイン波信号を補正するための補正值を生成する。

[0026] 以下、各構成について更に詳細に説明する。図7は、波形変換部42で生成されるコサイン波信号 $\cos(wt)$ 及びサイン波信号 $\sin(wt)$ を示す図である。図7に示すように、コサイン波信号 $\cos(wt)$ 及びサイン波信号 $\sin(wt)$ は、ともに 2π ラジアン周期であり、 $(3/2)\pi$ ラジアンだけ位相が異なる波形信号である。

[0027] ここで、本実施の形態においては、位相信号は、コサイン波信号 $\cos(wt)$ 及びサイン波信号 $\sin(wt)$ の1周期の単位である360度(2π ラジアン)区間を2のべき乗で分割して表現するものである。例えば、360度(2π ラジアン)区間を2の16乗で分割した場合は、0度は0で、180度は32768で表現される。この場合、この位相信号を2進数で表現し、下位8ビットと上位8ビットとに分割したとき、入力した位相信号は、上位8ビット $\times 256$ + 下位8ビットで表すことができる。このとき、位相信号の上位8ビットは、位相が上位8ビット $\times 256$ 乃至上位8ビット $\times 256 + 255$ の位相区間を表現することになる。

[0028] 次に、コサインテーブル101には、コサイン波信号に関する第1乃至第3パラメータ(ベース値、ピーク値及び傾き値)が保存されている。そして、位相信号の上位ビットが示す位相値に応じた、コサイン波のベース値、ピーク値及び傾き値が、それぞれ加算器111、乗算器109、及び乗算器107へ出力される。また、サインテーブル102には、サイン波信号に関する第1乃至第3パラメータ(ベース値、ピーク値及び傾き値)が保存されて

いる。そして、コサインテーブル101と同じく、位相信号の上位ビットが示す位相値に応じた、サイン波のベース値、ピーク値及び傾き値が、それぞれ加算器112、乗算器110、及び乗算器108へ出力される。

[0029] ここで、コサインテーブル101及びサインテーブル102は、それぞれコサイン波及びサイン波信号生成のためのパラメータを、位相生成部41が生成する位相信号の位相間隔（第1の位相間隔） G_1 より大きな間隔（第2の位相間隔） G_2 で保持するものである。

[0030] 図8は、ベース値、ピーク値及び傾き値を説明するための図である。コサインテーブル101及びサインテーブル102に格納されているこれらのパラメータは、図8に示すように、各位相区間の波形の特徴を現している。

[0031] すなわち、ベース値 c_1 、 s_1 は、位相間隔 G_2 の位相区間における最小位相値 p_{h1} におけるそれぞれコサイン波及びサイン波信号の値（左端の高さ）を示す。傾き値 c_2 、 s_2 は、その位相区間における最小位相値 p_{h1} の値（ベース値）と最大位相値 p_{h3} におけるそれぞれコサイン波及びサイン波信号の値（右端の高さ）の差を示す。ピーク値 c_3 、 s_3 は、その位相区間の中央である中央位相値 p_{h2} において、最小位相値と最大位相値との間を補間直線 L で結んだときの値 L_1 と、中央位相値 p_{h2} における実際のコサイン波及びサイン波の波形の値 L_2 との差を示している。ここで、従来の直線補間方式においては、位相間隔 G_2 の位相区間内のコサイン波、サイン波信号を求める場合には、直線補間により、この補間直線 L 上の値を使用していたのに対し、本実施の形態においては、中央位相値 p_{h2} におけるピーク値 c_3 、 s_3 を、位相間隔 G_2 の位相区間内の位相値に応じたピーク値に変換し、加算する。すなわち、このピーク値パラメータの変換値分が、従来の直線補間の値からの改善分となっている。なお、これらのパラメータは小数点以下の数値を表す数値表現を利用する。

[0032] 位相変換回路103には、位相信号の下位ビットが入力され、この下位ビットが示す位相値を、放物線テーブル104が有する放物線波形データの位相に応じた値に変換する変換する。図9は、位相変換回路103の入力位相

信号 p_2 と出力位相信号 p_{22} との関係を示すグラフ図である。位相変換回路 103 における変換では、例えば、位相信号の下位ビットのビット数を n とすると、位相信号の下位ビットで指定できる位相は 2^n 乗となる。この 2^n 乗を N とすると、入力位相信号が $N/2$ 未満のときは、そのままの値を出力位相信号 p_{22} ($= p_2$) として出力し、入力位相信号 p_2 が $N/2$ 以上のときは、 N から入力位相信号の値を引いた値を出力位相信号 p_{22} ($= N - p_2$) として出力する。

[0033] 放物線テーブル 104 には、左右対称の放物線波形であって、少なくとも第 2 の位相間隔 G_2 未満の位相間隔の波形データが保持されている。放物線波形は左右対称であるため、左半分のみ格納していればよい。図 10 は、放物線波形を示すグラフ図である。放物線テーブル 104 には、左右対称の放物線波形を縦軸 0 乃至 1、横軸 0 乃至 N とした場合の左半分、すなわち 0 乃至 $N/2$ の間の放物線波形データが少なくとも第 2 の位相間隔 G_2 未満で格納されている。ここでは、位相生成部 41 で生成される位相信号の位相間隔 G_1 の間隔で放物線波形データが格納されているものとする。位相間隔 G_1 は、例えば、位相間隔 $G_2/256$ 等とすることができる。

[0034] 除算器 105、106 は、位相信号の下位ビットを 0 から 1 の間の値に変換する。乗算器 107 は、コサインテーブル 101 から出力されるコサイン波の傾き値 c_3 と、除算器 105 から出力される位相信号の下位ビット p_2 とを乗算する。乗算器 108 は、サインテーブル 102 から出力されるサイン波の傾き値 s_3 と、除算器 106 から出力される位相信号の下位ビット p_2 とを乗算する。

[0035] 乗算器 109 は、コサインテーブル 101 から出力されるコサイン波のピーク値 c_3 と、放物線テーブル 104 から読み出された放物線データ p_{23} とを乗算する。乗算器 110 は、サインテーブル 102 から出力されるサイン波のピーク値 s_2 と、放物線テーブル 104 から読み出された放物線データ p_{23} とを乗算する。

[0036] 加算器 111 は、コサインテーブル 101 から出力されるコサイン波のベ

ーす値 c_1 、乗算器 107 の出力値 m_1 、及び乗算器 109 の出力値（第 1 の補正值） m_2 を加算してコサイン波信号 $\cos(\omega t)$ を生成する。加算器 112 は、サインテーブル 102 から出力されるサイン波のベース値 s_1 、乗算器 108 の出力値 m_4 、及び乗算器 110 の出力値（第 2 の補正值） m_3 を加算してサイン波信号 $\sin(\omega t)$ を生成する。

[0037] 本実施の形態の波形変換部 42 においては、コサイン波信号 $\cos(\omega t)$ 及びサイン波信号 $\sin(\omega t)$ を生成する際に、従来の直線補間型の波形変換部に対し、放物線データ p_{23} とピーク値 c_2 、 S_2 とをそれぞれ乗算した補正值 m_3 、 m_4 を算出する補正機構 50 を追加することにより、回路規模の増加及び処理遅延を抑えつつ、演算精度を高めた数値制御発振器を実現することが可能になる。

[0038] [実施の形態 1：波形変換部の動作]

次に、本発明の実施の形態にかかる数値制御発振器 1 における波形変換部 42 の動作について説明する。位相生成部 41 で生成された位相信号 p_0 が波形変換部 42 に入力されると、上位ビット p_1 と下位ビット p_2 とに分解される。

[0039] 先ず、位相信号を分割して得られた、位相信号の上位ビット p_1 を用いて、コサインテーブル 101 から、その位相区間のベース値（ベース値パラメータ） c_1 、ピーク値（ピーク値パラメータ） c_2 、及び傾き値（傾き値パラメータ） c_3 の 3 種類のパラメータを読み出す。同様に、サインテーブル 102 から、その位相区間のベース値 s_1 、ピーク値 s_2 、及び傾き値 s_3 の 3 種類のパラメータを読み出す。

[0040] 次に、位相変換回路 103 を用いて位相信号の下位ビット（入力位相信号） p_2 を出力位相信号 p_{22} に変換する。そして、位相変換回路 103 で変換された位相信号（出力位相信号）を用いて、放物線テーブル 104 からその位相に相当する放物線データ p_{23} を取得する。

[0041] 次いで、放物線テーブル 104 から読み出した放物線データ p_{23} とコサインテーブル 101 から読み出したコサイン波用のピーク値 c_2 を乗算器 1

09で乗算して補正值 m_2 を求める。同様に、放物線テーブル104から読み出した放物線データ p_{23} とサインテーブル102から読み出したサイン波用のピーク値 s_2 を乗算器110で乗算して補正值 m_3 を求める。このとき、コサイン波及びサイン波共に、同一の放物線データ p_{23} を使用して補正值 m_2 、 m_3 を求める。すなわち、放物線テーブル104を共有することで、テーブルの縮小を図っている。

[0042] 一方、除算器105により、位相信号の下位ビット p_2 を上記位相区間のデータ数 N で除することにより、0から1の間の値 p_{21} に変換する。そして、乗算器107により、除算器105により変換した値 p_{21} と、コサインテーブル101から読み出した傾き値 c_3 とを乗算する。このとき、位相区間は2のべき乗となり、位相信号は、2のべき乗で除算するので、実際には、除算器105は不要である。

[0043] 同様にして、除算器106により、位相信号の下位ビット p_{21} を0から1の間の値 p_{21} に変換し、乗算器108により、除算器106により変換した値 p_{21} と、サインテーブル102から読み出した傾き値 s_3 とを乗算する。この場合もコサイン波信号生成時と同様に、実際には、除算器106は不要である。

[0044] そして、コサインテーブル101から読み出したベース値 c_1 と、乗算器107の乗算結果 m_1 と、乗算器109からの補正值 m_3 とを加算器111で加算する($c_1 + m_1 + m_3$)ことによって、コサイン波信号 $\cos(\omega t)$ を生成する。同様に、サインテーブル102から読み出したベース値 s_1 と、乗算器108の乗算結果 m_2 と、乗算器110からの補正值 m_4 とを加算器112で加算する($s_1 + m_2 + m_4$)ことによって、サイン波信号 $\sin(\omega t)$ を生成する。以上のような処理を行うことで、位相信号から、コサイン波信号及びサイン波信号を生成することが可能になる。

[0045] 本実施の形態においては、サイン波及びコサイン波を生成する際に、サンプル間隔が細かい放物線テーブル104の値を使用し、サンプル間隔が粗いコサインテーブル101、サインテーブル102のパラメータを当該粗いサ

ンプル間隔で直線補間した値に補正値を加算することで補間値を補正するものである。このことにより、コサインテーブル101、サインテーブル102のパラメータのパラメータ間隔を従来の単純な直線補間と同一とした場合、補正値で補正するため演算誤差を小さくすることができる。また、従来の直線補間と同様の精度とした場合は、放物線テーブル104をコサイン波及びサイン波で共通で使用するため数値制御発振器40の回路規模を縮小することができる。

[0046] [実施の形態2：波形変換部の他の例]

次に、本発明の実施の形態2にかかる数値制御発振器について説明する。なお、図1乃至10に示す実施の形態1にかかる数値制御発振器と同一の構成要素には同一の符号を付しその詳細な説明は省略する。図11は、本発明の実施の形態2にかかる数値制御発振器における波形変換部の一具体例を示すブロック図である。なお、数値制御発振器における位相生成部41の構成は実施の形態1と同様とすることができる。なお、位相生成部41の構成はこれに限るものではない。

[0047] 本実施の形態においては、各テーブルのデータ点数削減、すなわち回路規模削減のために、360度(2 π ラジアン)位相区間を8個に分割して、入力位相、出力データを変換し組み合わせることで、テーブルを圧縮する方法を示している。本実施の形態においては、45度($\pi/4$ ラジアン)位相区間のみに対応する波形変換コア部を使用した例を取って説明するが、90度($\pi/2$ ラジアン)や180度(π ラジアン)の位相区間に対応する波形変換コア部を使用しても回路規模縮小効果を奏する。なお、本実施の形態においても、位相生成部41で生成する位相信号は16ビット(ANGLE[15:0])とする。

[0048] 図11に示すように、波形変換部1042は、波形変換コア部1001、コントローラ部1002、符号反転回路(NEG)1003、1006、1007、セレクタ(SEL)1004、1005を有する。すなわち、実施の形態1にかかる波形変換部42を0乃至 $\pi/4$ ラジアン位相区間のコサ

イン波信号及びサイン波信号を生成する構成（波形変換コア部1001）とし、この0乃至 $\pi/4$ ラジアン位相区間のコサイン波、サイン波信号を符号反転し、組み合わせることで、0乃至 2π ラジアン位相区間のコサイン波及びサイン波信号波形を生成する。このため、位相信号からコサイン波信号及びサイン波信号を生成する波形変換コア部1001に対し、符号反転回路1003、1006、1007及びセクタ1004、1005を追加し、更にこれらを制御するコントローラ部1002を追加した構成となっている。

[0049] 本実施の形態においては、 2π ラジアンを8分割した $\pi/4$ ラジアン位相分のコサイン波、サイン波信号を、8区間の各区間に応じた信号波形に変換する。したがって、入力位相信号が、 2π ラジアン位相を8分割したいずれの区間の位相信号であるかに応じて、符号反転回路1003、1006、1007及びセクタ1004、1005を制御する必要がある。このため、よって、コントローラ部1002は、入力位相信号の上位3ビット（ANGLE[15:13]）を使用し、入力位相信号が $0\sim\pi/4$ 、 $\pi/4\sim\pi/2$ 、 $\pi/2\sim3\pi/4$ 、 $3\pi/4\sim\pi/2$ 、 $\pi/2\sim5\pi/4$ 、 $5\pi/4\sim3\pi/2$ 、 $3\pi/2\sim7\pi/4$ 、 $7\pi/4\sim2\pi$ ラジアン位相区間のいずれの区間であるかを判定し、制御信号C0、C1、C2、C3、C4を生成する。これらの制御信号C0乃至C4は、それぞれ符号反転回路1003、セクタ1004、セクタ1005、符号反転回路1006、符号反転回路1007に入力され、その符号反転又は選択を制御することにより、45度（ $\pi/4$ ラジアン）位相区間の波形信号のみを生成する波形変換コア部を使用して、360度（ 2π ラジアン）位相区間の波形信号を生成する波形変換部1042を構成する。

[0050] なお、波形変換コア部1001は、8区間のいずれの信号を生成してもよいが、本実施の形態においては、0乃至 $\pi/4$ の位相区間のコサイン波信号、サイン波信号を生成するものとする。ここで符号反転回路1003は、波形信号の左右を反転するものであり、符号反転回路1006、符号反転回路1007は、波形信号の上下を反転するものである。

- [0051] 入力位相信号 (ANGLE[15:0]) が 0 乃至 $\pi/4$ ラジアンの間は、符号反転回路 1003、1006、1007 は符号反転せず、セレクタ 1004 は、コサイン波信号 (DC[18:0]) を選択し、セレクタ 1005 は、サイン波信号 (DS[18:0]) を選択し、これがそのままそれぞれコサイン波信号 (DCOS[18:0])、サイン波信号 (DSIN[18:0]) として出力される。
- [0052] 入力位相信号 (ANGLE[15:0]) が $\pi/4$ 乃至 $\pi/2$ ラジアンの間は、符号反転回路 1003 で左右反転し、セレクタ 1004 は、サイン波信号 (DS[18:0]) を選択し、符号反転回路 1006 では反転はせず、このサイン波信号 (DS[18:0]) がコサイン波信号 (DCOS[18:0]) として出力される。一方、セレクタ 1005 は、コサイン波信号 (DC[18:0]) を選択し、符号反転回路 1007 では反転はせず、このコサイン波信号 (DC[18:0]) がサイン波信号 (DSIN[18:0]) として出力される。
- [0053] 入力位相信号 (ANGLE[15:0]) が $\pi/2$ 乃至 $3\pi/4$ ラジアンの間は、符号反転回路 1003 では反転せず、セレクタ 1004 は、サイン波信号 (DS[18:0]) を選択し、符号反転回路 1006 がこれを符号反転し、上下反転した信号がコサイン波信号 (DCOS[18:0]) として出力される。一方、セレクタ 1005 は、コサイン波信号 (DC[18:0]) を選択し、符号反転回路 1007 で符号反転はせず、コサイン波信号 (DC[18:0]) がそのままサイン波信号 (DSIN[18:0]) として出力される。
- [0054] 入力位相信号 (ANGLE[15:0]) が $3\pi/4$ 乃至 π ラジアンの間は、符号反転回路 1003 で左右反転し、セレクタ 1004 は、コサイン波信号 (DC[18:0]) を選択し、符号反転回路 1006 では符号反転し、この上下反転された信号がコサイン波信号 (DCOS[18:0]) として出力される。一方、セレクタ 1005 は、サイン波信号 (DS[18:0]) を選択し、符号反転回路 1007 では反転はせず、サイン波信号 (DS[18:0])

])がそのままサイン波信号(DSIN[18:0])として出力される。

[0055] 以下、上下反転、左右反転、サイン波、コサイン波を組み合わせることで、 π 乃至 2π ラジアンの中の波形信号も同様に生成することができる。なお、波形変換部1042の構成は、図11に示す構成に限るものではない。例えば、本実施の形態においては、符号反転回路1006、1007をそれぞれセクタ1004、1005の後段に配置する構成としているが、波形変換コア部1001のすぐ直後、すなわちセクタ1004の前段に設ける構成等としてもよいことは言うまでもない。

[0056] 次に、波形変換コア部1001について詳細に説明する。図12は、波形変換コア部1001を示すブロック図である。この波形変換コア部1001には、入力位相信号(ANGLE[15:0])のうち、下位14ビットの信号(ANGLE[13:0])が入力される。

[0057] 波形変換コア部1001は、コサインテーブル1101、サインテーブル1102、位相変換回路1103、放物線テーブル1104、乗算器1107、乗算器1108、乗算器1109、乗算器1110、及び加算器1111を有し、除算器105、106を除いた図6に示す各構成と対応しており、加算器1111、1112がコサイン波信号、サイン波信号を出力する信号生成部となる。また、位相変換回路1103、放物線テーブル1104、及び乗算器1109、1110から補正機構1050が構成され、乗算器1109、1110が補正值出力部となっている。

[0058] 上述したように、本実施の形態においては、0乃至45度($\pi/4$ ラジアン)の位相区間のコサイン波信号(DC[18:0])及びサイン波信号(DS[18:0])を生成するものである。入力位相信号ANGLEが0のとき0度、ANGLEが8192のとき45度($\pi/4$ ラジアン)を示す。

[0059] この波形変換部1042には、位相生成部41で生成された16ビットの位相信号のうち、下位14ビットが入力位相信号(ANGLE[13:0])として入力される。この入力位相信号(ANGLE[13:0])は、上位6ビット(ANGLE[13:8])と下位8ビット(ANGLE[7:0])

)に分解され、上位6ビット (ANGLE [13 : 8]) は、コサインテーブル1101、サインテーブル1102に入力される。ここで、コサインテーブル1101は、ベース値 (CBASE[17 : 0]) として18ビット、ピーク値 (CPEAK[7 : 0]) として8ビット、傾き値 (CSLANT[11 : 0]) として12ビットの全部で38ビットの信号を出力する。なお、本実施の形態におけるベース値、ピーク値、傾き値のそれぞれのビット幅は、各パラメータとして必要な精度を維持するためのビット数の目安であって、これに限定されるものではない。精度、回路規模等の要求に応じたビット幅とすればよい。

[0060] ここで、本実施の形態においては、コサインテーブル1101、サインテーブル1102は、0乃至 $\pi/4$ ラジアンの間を32に分割した位相値に応じたパラメータを有しているものとする。すなわち、図8に示す位相間隔 $G2 = (\pi/4) / 32$ ラジアン $= \pi/128$ ラジアンとなる。32個の位相区間のベース値、ピーク値、傾き値を格納するため、33のテーブルが必要となり、よって、本例においては、コサインテーブル1101は合計38バイト \times 33の大きさとなっている。33個のテーブルを選択するためには6バイト以上が必要となるため、上位6ビット (ANGLE [13 : 8]) が使用される。

[0061] サインテーブル1102についても同様である。ここで、傾き値 (SSLANT [11 : 0]) は12ビットでコサインテーブル1101と同様であるが、ベース値 (SBASE [16 : 0]) が17ビット、ピーク値 (SPEAK [6 : 0]) が7ビットで、コサインテーブル1101とは異なるが、サイン波信号の場合は、このビット幅で必要な精度を実現できるためである。なお、上述したように、各パラメータのビット幅はこれに限るものではない。コサインテーブル1101と同様に0乃至 $\pi/4$ ラジアンを32個の区間に分割した位相間隔のパラメータが格納されるため33のテーブルが必要であるため、サインテーブル1102は36ビット \times 33の大きさとなっている。

- [0062] 位相変換回路 1103 には、後述するように、例えば下位 7 ビットの位相信号を入力し、6 ビットの位相変換された位相信号を出力する。位相変換回路 1103 は、0 乃至 2π ラジアンの入力位相信号を 0 乃至 $\pi/4$ ラジアンの位相信号に変換する。
- [0063] 放物線テーブル 1104 の放物線波形データも 0 乃至 $\pi/4$ ラジアンに相当する放物線波形データのみを有する。実施の形態 1 においては、左右対称の放物線の左半分 (0 ~ $N/2$) を有するものとして説明したが、本実施の形態においては、更にその左半分 (0 ~ $N/4$) のみのデータでよい。ここでは、この区間を 32 分割 (位相間隔 G_2) し、さらにこの位相間隔 G_2 をさらに 128 分割した区間を位相間隔 G_1 とし、この位相間隔 G_1 の放物線波形データを有するものとして説明する。すなわち、位相間隔 $G_1 = ((\pi/4) / 32) / 128 = \pi / 16384$ ラジアンとなる。放物線波形データ (PARA[4:0]) は 5 ビットで出力される。
- [0064] 乗算器 1107、1108 は、12 ビットの傾き値と下位 8 ビットの位相信号とを乗算し、正規化のため下位 5 ビットを削除した信号 ([15:6]) を出力する。乗算器 1109、1110 の乗算結果である各補正值も 5 ビットで出力される。加算器 1111、1112 は、ベース値と、乗算器 1107、1108 の乗算結果と、補正值とをそれぞれ加算して、コサイン波信号 (DC[18:0])、サイン波信号 (DS[18:0]) を出力する点等は実施の形態 1 と同様である。なお、各演算器のビット幅は、回路規模及び演算精度の観点から適宜決定すればよい。
- [0065] 図 13 は、本実施の形態にかかる位相変換回路を示す図である。図 13 に示すように、位相変換回路 1103 は、減算器 1201 及びセクタ 1202 を有する。入力位相信号 (ANGLE[6:0]) の最上位ビット (ANGLE[6]) が 0 のときは、下位 5 ビットをそのまま出力し、最上位ビットが 1 のときは、128 から入力位相信号を引いた値の下位 5 ビットを出力する。
- [0066] このように構成された波形変換コア部 1001 では、まず、6 ビットの入

力信号 (ANGLE [13 : 8]) を使用してコサインテーブル 1101 から、ベース値 (CBASE [17 : 0])、ピーク値 (CPEAK [7 : 0])、傾き値 (CSLANT [11 : 0]) の値を出力させる。同様に 6 ビットの入力信号 (ANGLE [13 : 8]) を使用して、サインテーブル 1102 から、ベース値 (SBASE [17 : 0])、ピーク値 (SPEAK [7 : 0])、傾き値 (SSLANT [11 : 0]) を出力させる。

[0067] 次に、入力位相信号の下位ビット (ANGLE [6 : 0]) を位相変換回路 1103 により位相変換し、その結果を用いて、放物線テーブル 1104 から放物線データ (PARA [4 : 0]) を引く。

[0068] 次に、コサイン波用の傾き値パラメータ (CSLANT [11 : 0]) と入力位相の下位ビット (ANGLE [7 : 0]) を乗算器 1105 で符号反転乗算する。符号反転乗算するのは、コサイン波の場合、0 乃至 $\pi/4$ ラジアン位の位相区間では、傾き値が負となるからである。符号反転乗算の結果は、下位 5 ビットを削除して出力する。入力位相の下位ビット分を正規化するためである。同様に、サイン波用の傾き値パラメータ (SSLANT [11 : 0]) と入力位相の下位ビット (ANGLE [7 : 0]) を乗算器 1106 で乗算する。乗算の結果は、同様に正規化のため下位 5 ビットを削除して出力する。

[0069] さらに、コサイン波用のピーク値パラメータ (CPEAK [7 : 0]) と放物線データ (PARA [4 : 0]) とを乗算器 1109 で乗算し、位相区間の中央位相値におけるピーク値を位相区間内の位相に応じた値に変換し補正值を生成する。同様に、サイン波用のピーク値パラメータ (SPEAK [6 : 0]) と放物線データ (PARA [4 : 0]) とを乗算器 1110 で乗算し、位相区間の中央位相値におけるピーク値を位相区間内の位相に応じた値に変換し補正值を生成する。

[0070] 次に、加算器 1111 にて、コサイン波用のベース値 (CBASE [17 : 0]) と、乗算器 1107 の演算結果と、乗算器 1109 の演算結果 (補正值) とを加算して、コサイン波信号 (DC [18 : 0]) を生成する。同様に、加

算器 1110 にて、サイン波用のベース値 (S B A S E [1 7 : 0]) と、乗算器 1108 の演算結果と、乗算器 1110 の演算結果 (補正值) とを加算して、サイン波信号 (D S [1 8 : 0]) を生成する。

[0071] ここで、放物線データの乗算を行う乗算器 1109、1110 は、演算ビット数が小さいため、乗算器が小さく、通常の直線補間手法に対して追加される回路規模は小さい。したがって、実施の形態 1 と同様に、共通の放物線データを使用し、直線補間の値を補正することで、同一の位相間隔幅 G 1 であれば直線補間方式より演算誤差、処理遅延が小さく、同程度の精度とする場合は、回路規模を削減した数値制御発振器を実現することができる。また、0 乃至 $\pi/4$ ラジアン の波形信号を組合せ、変換することで、実施の形態 1 に比して、精度は同様のまま回路規模を大きく削減することができる。

[0072] なお、本発明は上述した実施の形態のみに限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲において種々の変更が可能であることは勿論である。

[0073] 例えば、上述の実施の形態では、ハードウェアの構成として説明したが、これに限定されるものではなく、一部又は全部の任意の処理を、C P U (Central Processing Unit) にコンピュータプログラムを実行させることにより実現することも可能である。この場合、コンピュータプログラムは、様々なタイプの非一時的なコンピュータ可読媒体 (non-transitory computer readable medium) を用いて格納され、コンピュータに供給することができる。非一時的なコンピュータ可読媒体は、様々なタイプの実体のある記録媒体 (tangible storage medium) を含む。非一時的なコンピュータ可読媒体の例は、磁気記録媒体 (例えばフレキシブルディスク、磁気テープ、ハードディスクドライブ)、光磁気記録媒体 (例えば光磁気ディスク)、C D - R O M (Read Only Memory)、C D - R、C D - R / W、半導体メモリ (例えば、マスク R O M、P R O M (Programmable R O M)、E P R O M (Erasable P R O M)、フラッシュ R O M、R A M (random access memory)) を含む。また、プログラムは、様々なタイプの一時的なコンピュータ可読媒体 (transitory comput

er readable medium) によってコンピュータに供給されてもよい。一時的なコンピュータ可読媒体の例は、電気信号、光信号、及び電磁波を含む。一時的なコンピュータ可読媒体は、電線及び光ファイバ等の有線通信路、又は無線通信路を介して、プログラムをコンピュータに供給できる。

[0074] 以上、実施の形態を参照して本願発明を説明したが、本願発明は上記によって限定されるものではない。本願発明の構成や詳細には、発明のScope内で当業者が理解し得る様々な変更をすることができる。

[0075] この出願は、2012年12月13日に提出された日本出願特願2012-272523を基礎とする優先権を主張し、その開示の全てをここに取り込む。

符号の説明

- [0076]
- 1 無線信号処理部
 - 1 1 直交復調処理部
 - 1 2 直交変調処理部
 - 4 0 数値制御発振器
 - 4 1 位相生成部
 - 4 2 波形変換部
 - 5 0 補正機構
 - 1 0 1 コサインテーブル
 - 1 0 2 サインテーブル
 - 1 0 3 位相変換回路
 - 1 0 4 放物線テーブル
 - 1 0 5、1 0 6 除算器
 - 1 0 7、1 0 8、1 0 9、1 1 0 乗算器
 - 1 1 1、1 1 2 加算器
 - 2 0 2、2 0 3 乗算器
 - 2 0 4、2 0 5 フィルタ
 - 3 0 2、3 0 2 乗算器

- 304 加算器
- 901 位相レジスタ
- 902 位相回転速度レジスタ
- 903 加算器
- 1001 波形変換コア部
- 1002 コントローラ部
- 1003 符号反転回路
- 1004、1005 セレクタ
- 1006、1007 符号反転回路
- 1042 波形変換部
- 1050 補正機構
- 1101 コサインテーブル
- 1102 サインテーブル
- 1103 位相変換回路
- 1104 放物線テーブル
- 1107、1108、1109、1110 乗算器
- 1111、1112 加算器
- 1201 減算器
- 1202 セレクタ
- 1301 コサインテーブル
- 1302 サインテーブル
- 1303、1304 除算器
- 1305、1306 乗算器
- 1307、1308 加算器

請求の範囲

- [請求項1] 第1の周波数信号発生用のパラメータが格納された第1のパラメータテーブルと、
- 前記第1の周波数信号とは位相が異なる第2の周波数信号発生用のパラメータが格納された第2のパラメータテーブルと、
- 第1の位相間隔で生成された位相信号が入力され、前記第1及び第2の周波数信号を、当該位相信号が示す位相に応じて補正するそれぞれ第1及び第2の補正値を生成する補正値生成手段と、
- 前記位相信号、前記第1のパラメータテーブルのパラメータ、及び前記補正値生成手段が生成した前記第1の補正値に基づき、前記第1の位相間隔の前記第1の周波数信号を生成する第1の信号生成手段と、
- 前記位相信号、前記第2のパラメータテーブルのパラメータ、及び前記補正値生成手段が生成した前記第2の補正値に基づき、前記第1の位相間隔の前記第2の周波数信号を生成する第2の信号生成手段と有する、信号生成装置。
- [請求項2] 前記第1及び第2のパラメータテーブルは、前記第1及び第2の周波数信号を直線補間して生成するためのパラメータを、前記第1の位相間隔より大きな間隔である第2の位相間隔で保持する、請求項1記載の信号生成装置。
- [請求項3] 前記補正値生成手段は、左右対称の放物線波形であって前記第2の位相間隔未満の位相間隔の波形データを有する放物線波形テーブルを有し、
- 前記補正値生成手段は、当該放物線波形テーブルを参照して、前記第1の位相間隔以上第2の位相間隔未満の位相間隔に応じた前記第1及び第2の補正値を生成する、請求項2記載の信号生成装置。
- [請求項4] 前記第1及び第2のパラメータテーブルは、それぞれ第1乃至第3パラメータを有し、

前記第1パラメータは、前記第1の位相間隔より大きな間隔である第2の位相間隔において最小位相における対応する前記第1又は第2の周波数信号のデータ値を示し、

前記第2パラメータは、前記第2の位相間隔において最小位相及び最大位相における対応する前記第1又は第2の周波数信号のデータ値を直線で結んだ補間直線の傾き値を示し、

前記第3パラメータは、前記第2の位相間隔の位相区間の中間位相値における、前記補間直線上の値と、対応する前記第1又は第2の周波数信号上の値との差を示す、請求項1乃至3のいずれか1項記載の信号生成装置。

[請求項5] 前記放物線波形テーブルは、前記放物線波形の右又は左半分のみ前の記波形データを有する、請求項3項記載の信号生成装置。

[請求項6] 前記補正值生成手段は、左右対称の放物線波形であって、前記第1の位相間隔より大きな間隔である第2の位相間隔未満の位相間隔の波形データを有する放物線波形テーブルと、前記位相信号を前記放物線波形テーブルが格納する前記波形データの位相に応じた値に変換する位相変換回路と、位相変換された位相に応じて前記放物線波形テーブルから読み出された波形データと前記第3パラメータとに基づき、前記第2の位相間隔未満の位相間隔のそれぞれ前記第1及び第2の補正值を生成するそれぞれ第1及び第2の補正值出力手段とを有する請求項4に記載の信号生成装置。

[請求項7] 前記第1及び第2の周波数信号は、それぞれサイン波信号及びコサイン波信号である、請求項1乃至6のいずれか1項記載の信号生成装置。

[請求項8] 前記第1及び第2の周波数信号の周期を 2π とし、前記第1の位相間隔の位相信号を $2^{2^n} = 2N$ ビット ($N \geq 0$ 、 n は0以上の整数) で表現としたとき、

前記第1及び第2のパラメータテーブルには、0乃至 $\pi/4$ におけ

る、それぞれ前記第1及び第2の周波数信号を発生するための、前記第2の位相間隔のパラメータが保持され、

前記放物線波形テーブルには、縦軸0乃至1、横軸0乃至Nの左右対称の放物線のうち、横軸0乃至 $N/4$ における前記第1の位相間隔の値が保持しされたものである、請求項6記載の信号生成装置。

[請求項9]

第1の周波数信号及び前記第1の周波数信号とは位相が異なる第2の周波数信号を発生する信号生成方法であって、

第1の位相間隔で生成された位相信号を入力し、前記第1及び前記第2の周波数信号を、当該位相信号が示す位相に応じて補正するそれぞれ第1及び第2の補正値を生成する補正値生成工程と、

前記位相信号、前記第1の周波数信号発生用のパラメータ、及び前記補正値生成工程にて生成された前記第1の補正値に基づき、前記第1の位相間隔の前記第1の周波数信号を生成する第1の信号生成工程と、

前記位相信号、前記第2の周波数信号発生用のパラメータ、及び前記補正値生成工程にて生成された前記第2の補正値に基づき、前記第1の位相間隔の前記第2の周波数信号を生成する第2の信号生成工程とを有し、

前記補正値生成工程では、一の放物線波形データを使用して前記第1及び第2の補正値を生成する、信号生成方法。

[請求項10]

第1の位相間隔の位相信号を生成する位相信号生成手段と、

前記位相信号に基づき第1の周波数信号、及び前記第1の周波数信号とは位相が異なる第2の周波数信号を生成する信号生成手段とを備え、

前記信号生成手段は、

前記第1の周波数信号発生用のパラメータが格納された第1のパラメータテーブルと、

前記第2の周波数信号発生用のパラメータが格納された第2のパラ

メータテーブルと、

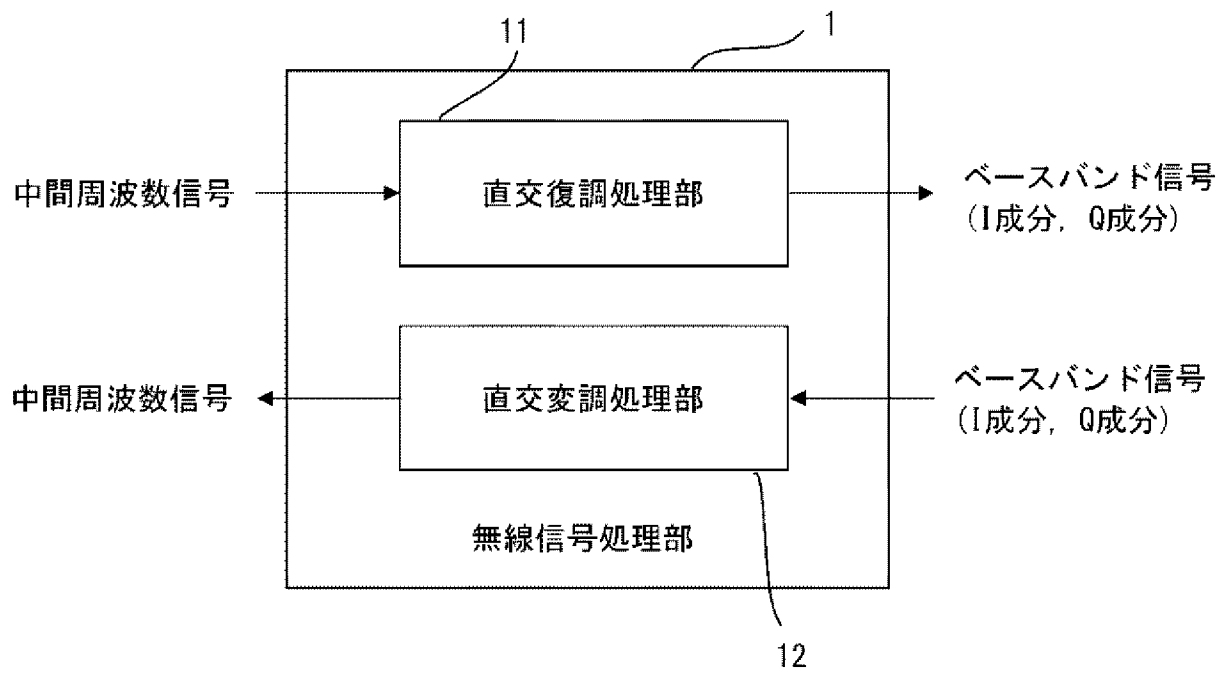
前記位相信号生成手段で生成された位相信号が入力され、前記第1及び第2の周波数信号を、当該位相信号が示す位相に応じて補正するそれぞれ第1及び第2の補正値を生成する補正値生成手段と、

前記位相信号、前記第1のパラメータテーブルのパラメータ、及び前記補正値生成手段が生成した前記第1の補正値に基づき、前記第1の位相間隔の前記第1の周波数信号を生成する第1の信号生成手段と

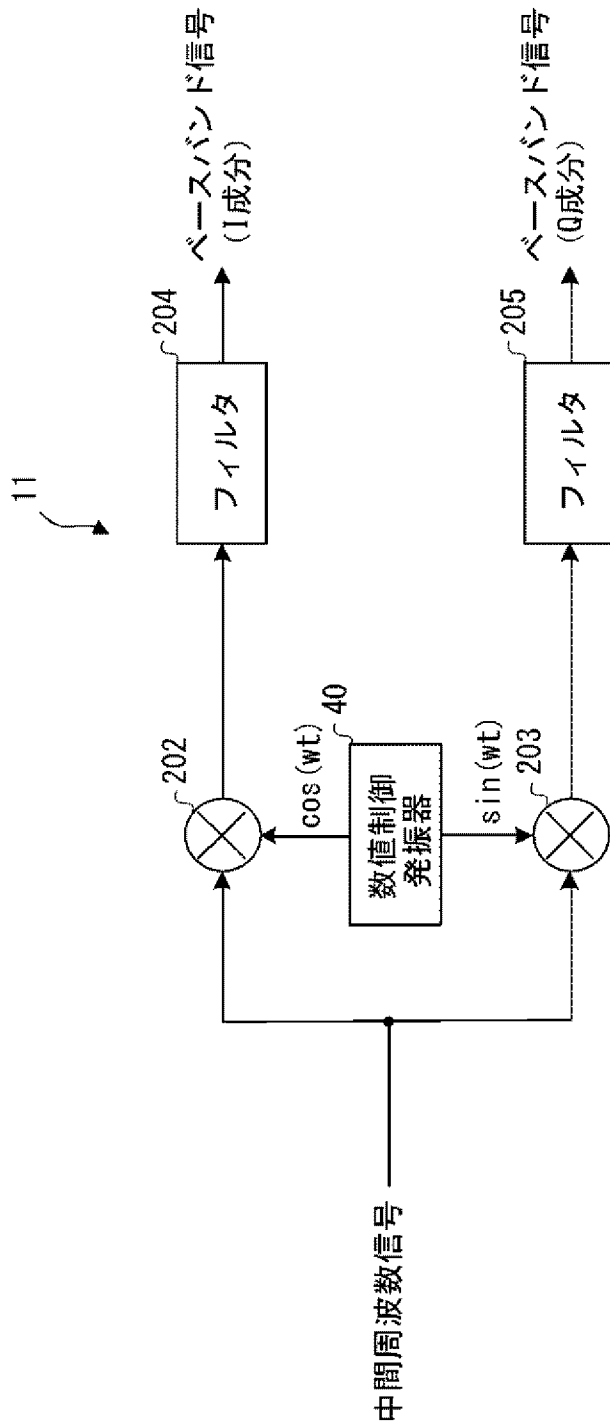
、

前記位相信号、前記第2のパラメータテーブルのパラメータ、及び前記補正値生成手段が生成した前記第2の補正値に基づき、前記第1の位相間隔の前記第2の周波数信号を生成する第2の信号生成手段と有する、数値制御発振器。

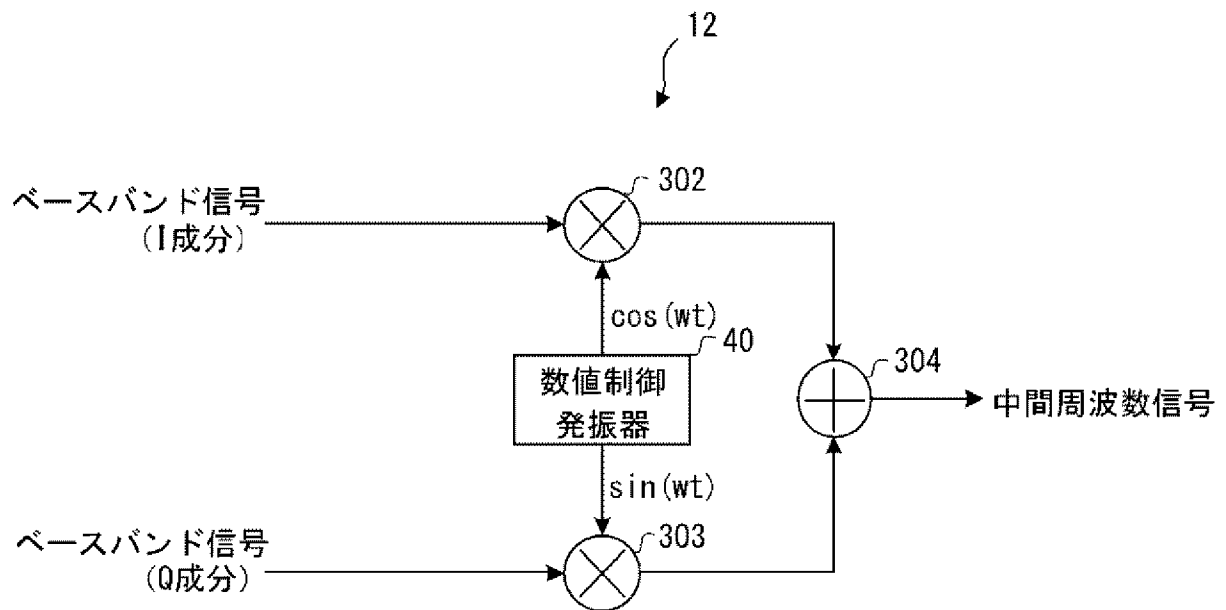
[図1]



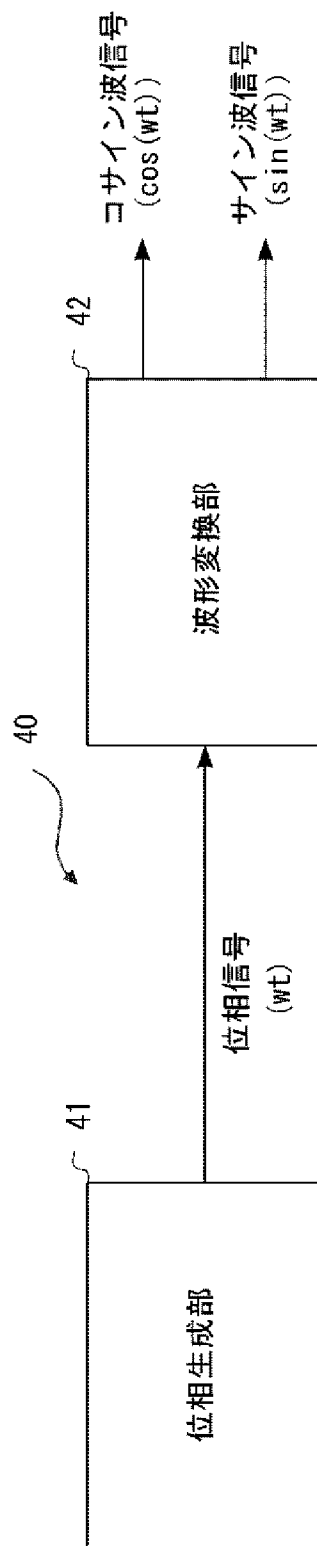
[図2]



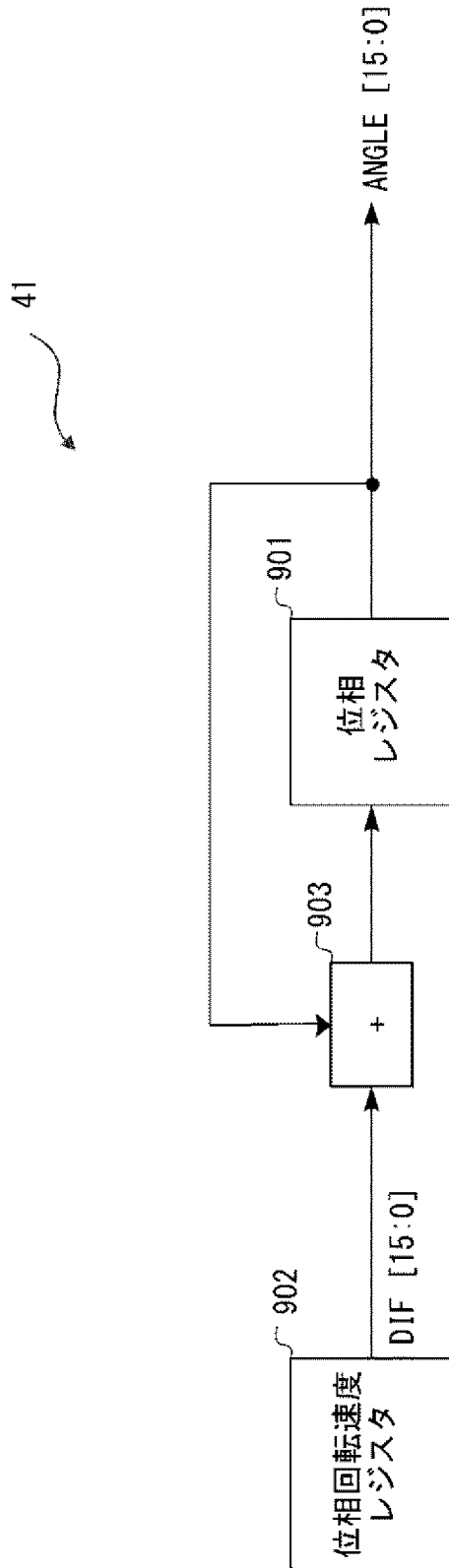
[図3]



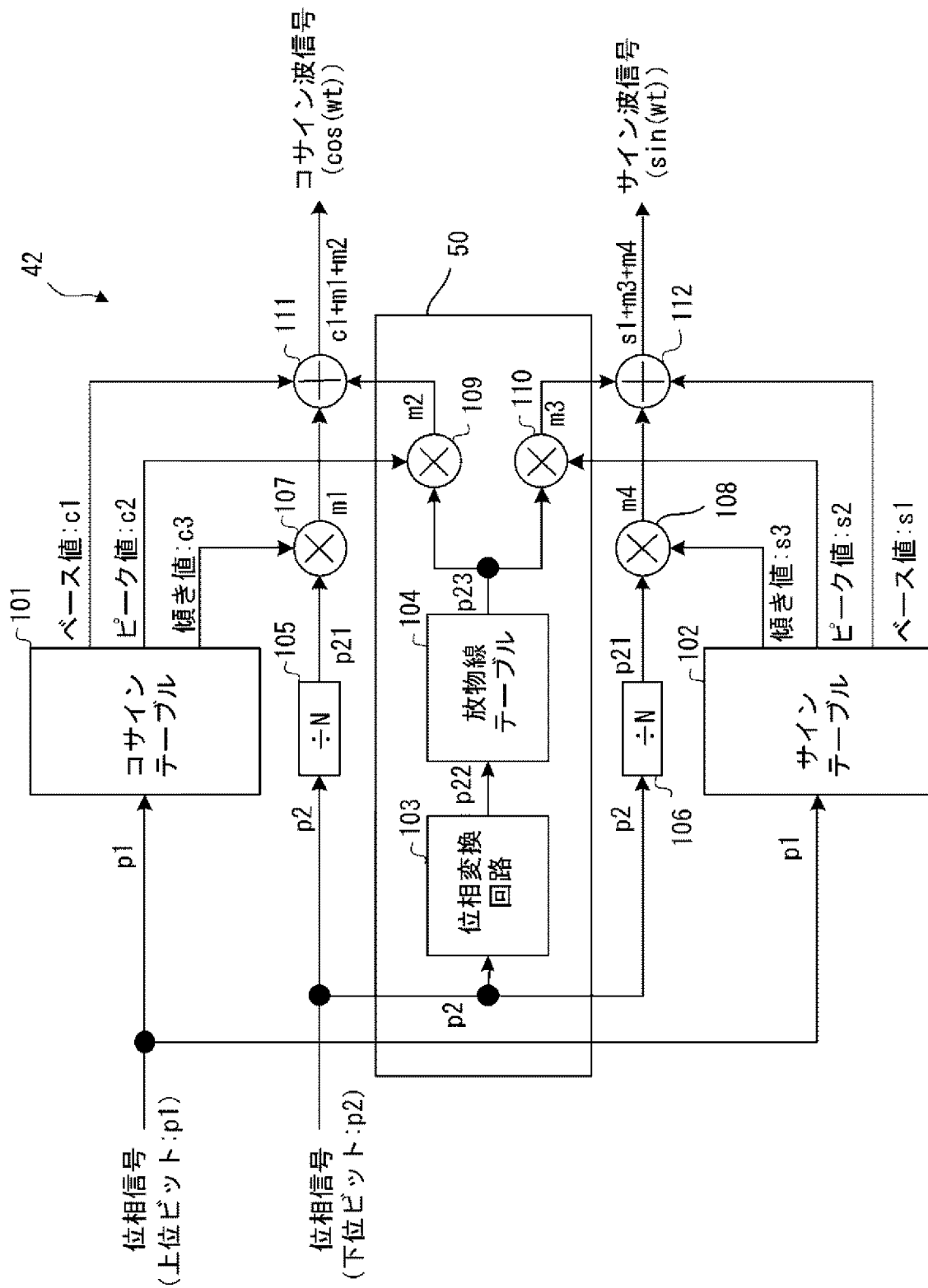
[図4]



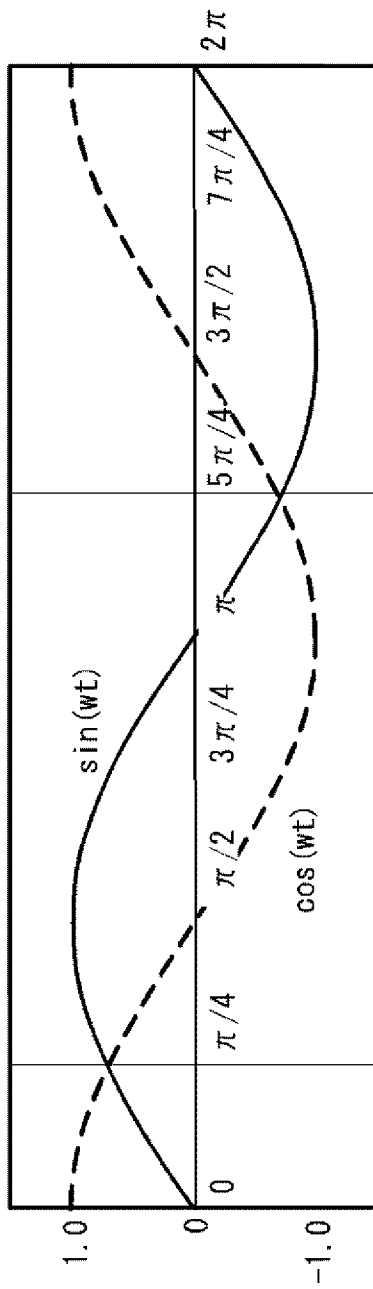
[図5]



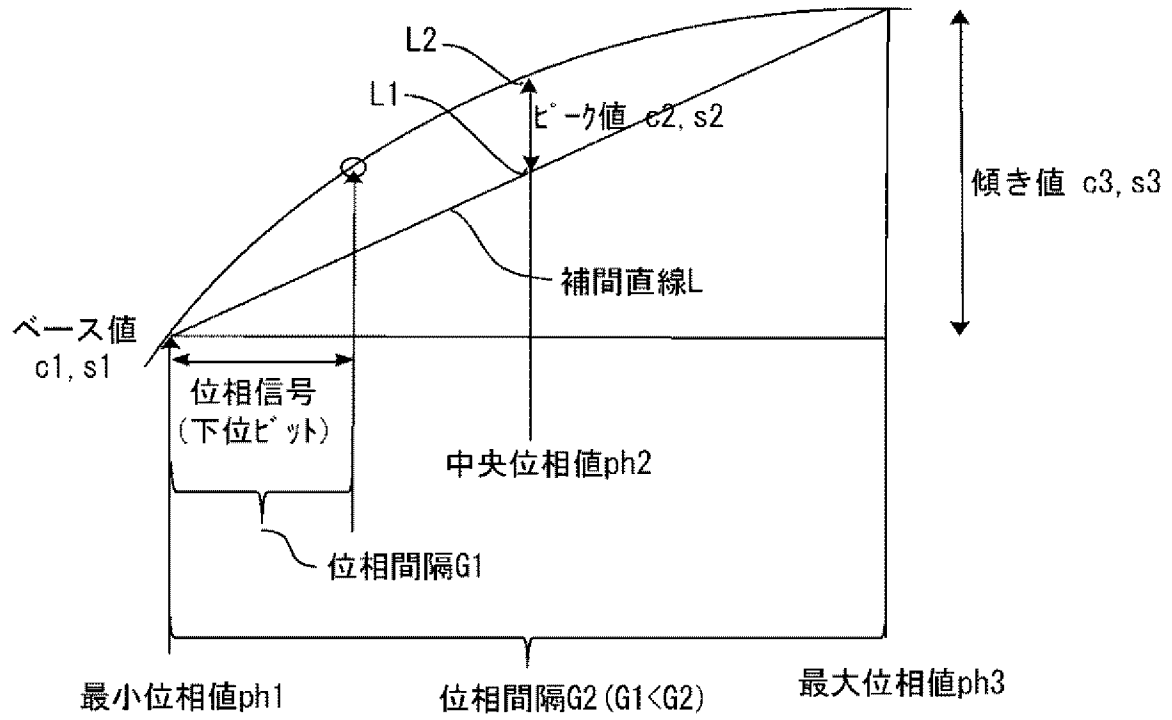
[図6]



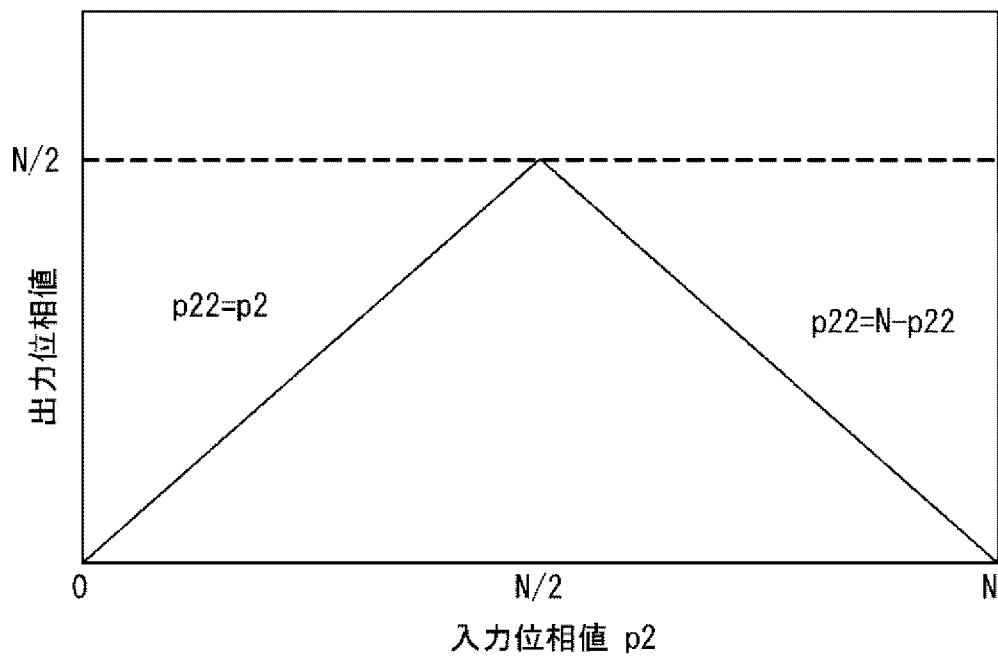
[7]



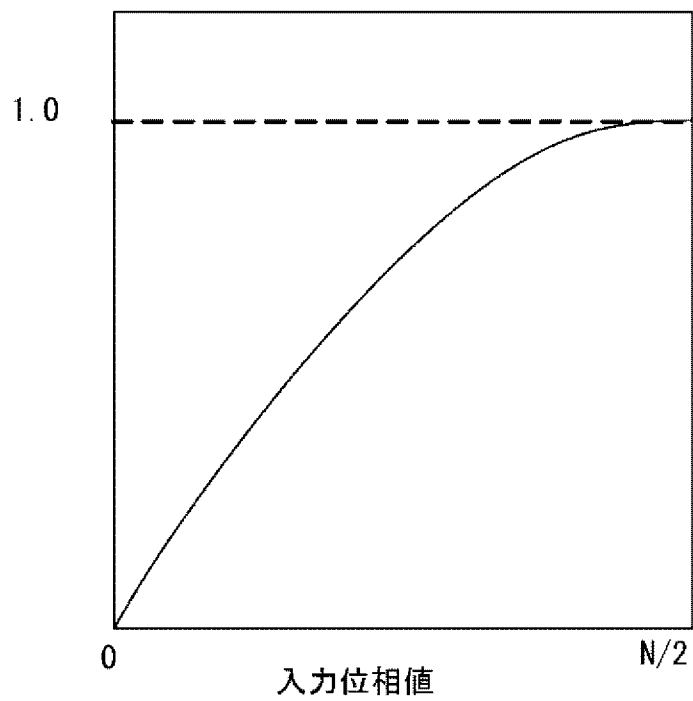
[図8]



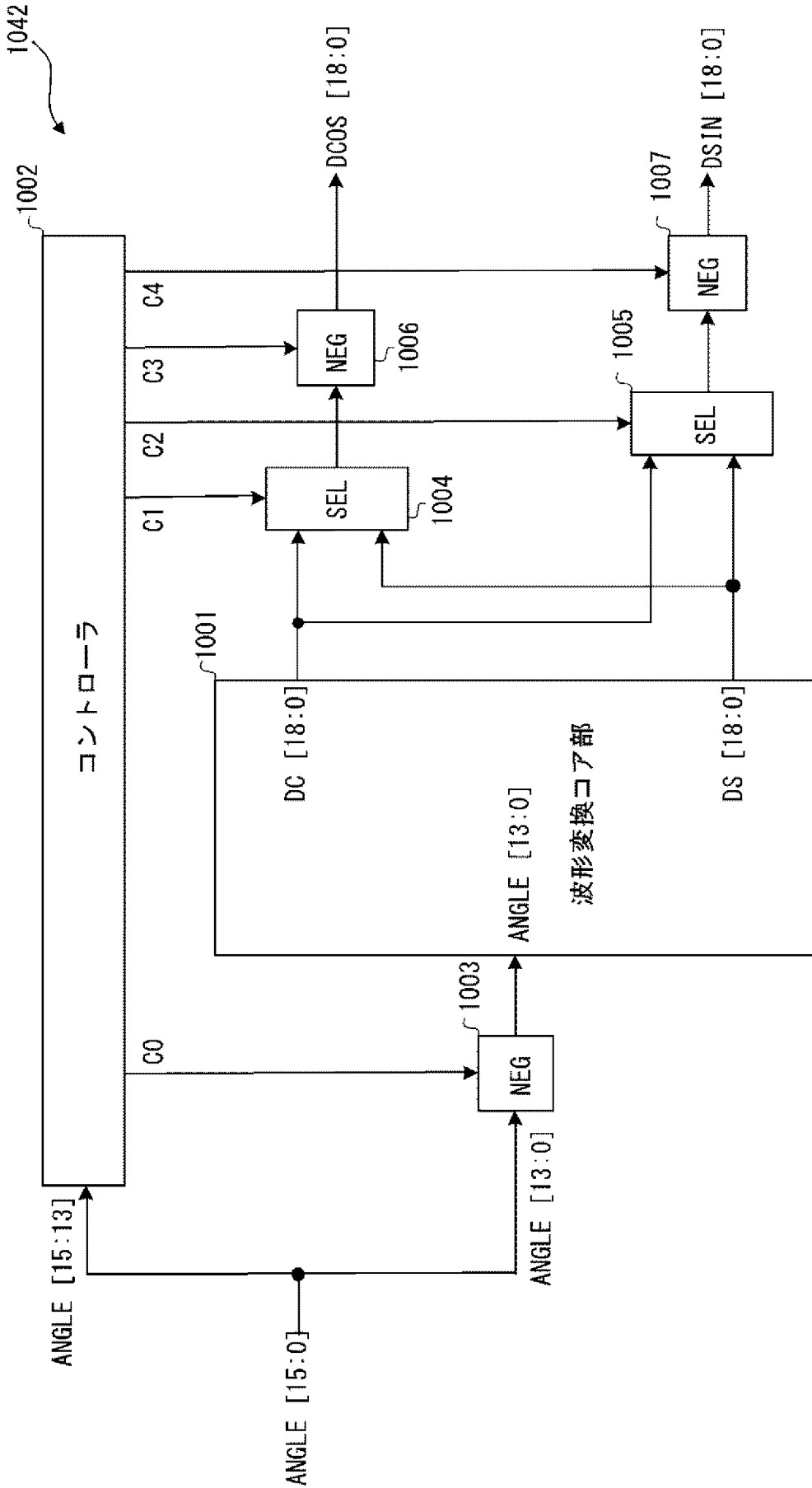
[图9]



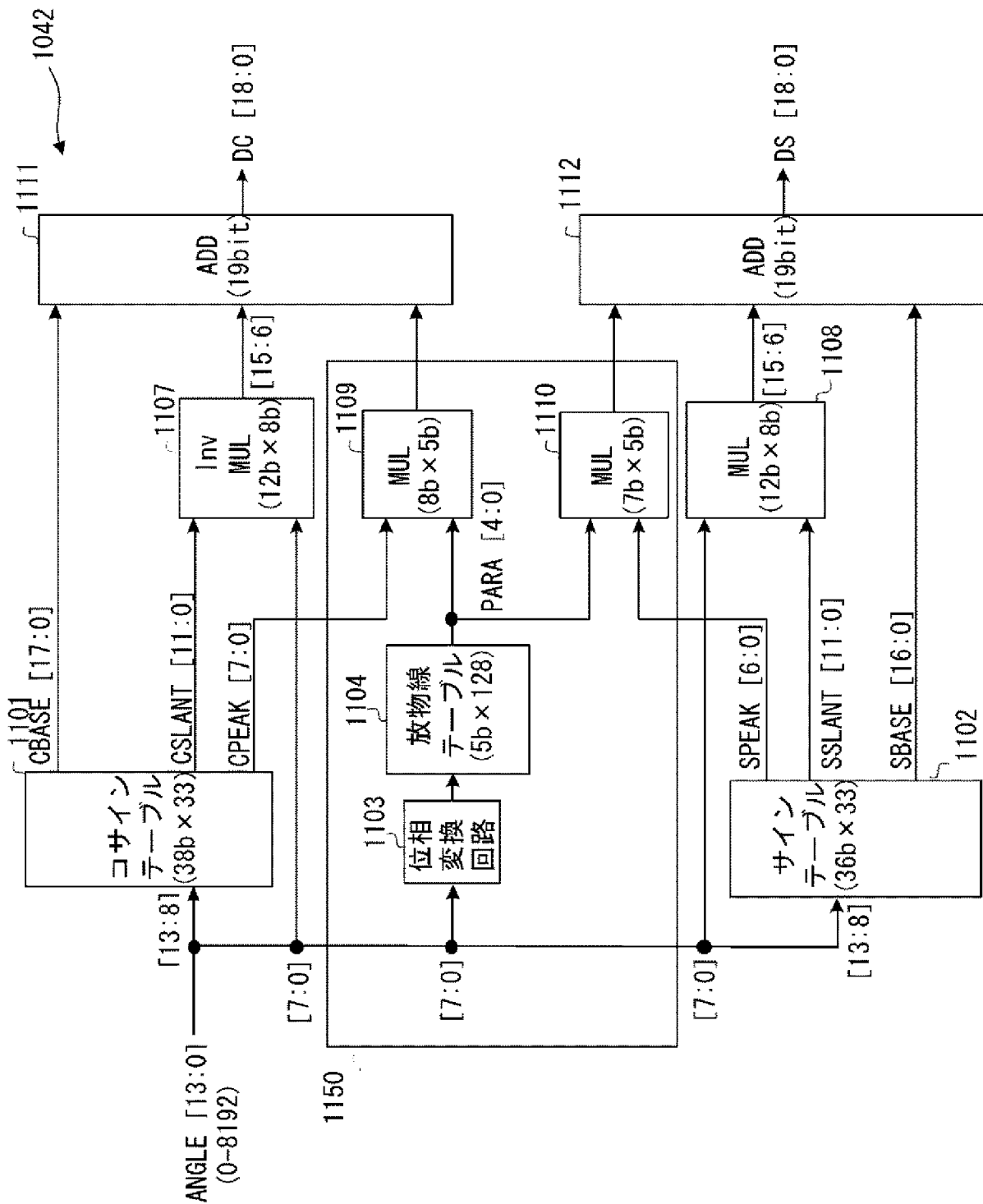
[图10]



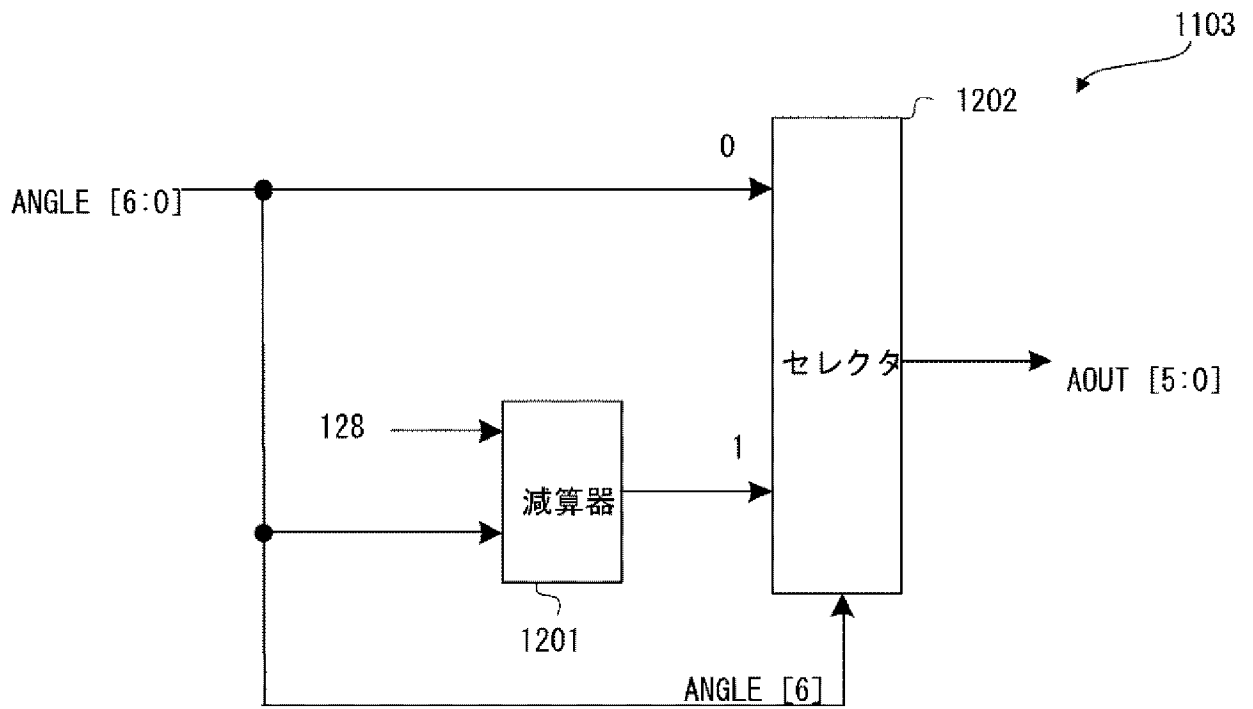
[図11]



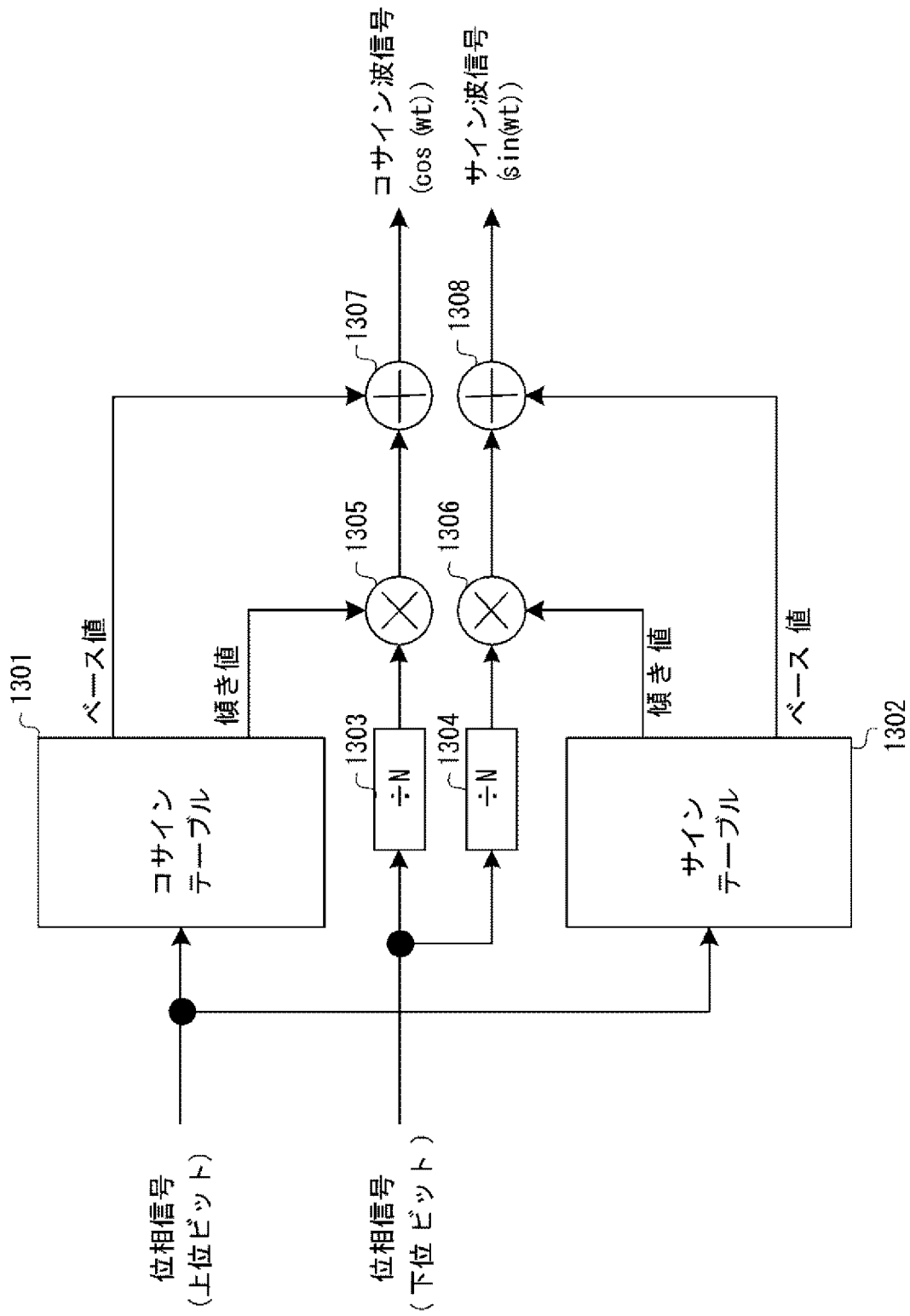
[図12]



[図13]



[図14]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2013/006931

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
H03B28/00(2006.01)i, G06G7/26(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)
H03B28/00, G06G7/26

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	1996-2014
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2014	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2014

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2010-522496 A (Telefonaktiebolaget LM Ericsson (publ)), 01 July 2010 (01.07.2010), paragraphs [0019] to [0084]; fig. 1 to 7 & US 2010/0109715 A1 & EP 2126659 A & WO 2008/115107 A1	1-10
Y	JP 07-175636 A (Fujifilm Microdevices Co., Ltd.), 14 July 1995 (14.07.1995), paragraphs [0001] to [0131]; fig. 1 to 5 (Family: none)	1-10
Y	JP 2005-208845 A (Toshiba Corp.), 04 August 2005 (04.08.2005), paragraphs [0011] to [0024]; fig. 1 to 5 & US 2005/0160129 A1	4, 6-8

Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search 18 February, 2014 (18.02.14)	Date of mailing of the international search report 04 March, 2014 (04.03.14)
---	---

Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） Int.Cl. H03B28/00(2006.01)i, G06G7/26(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. H03B28/00, G06G7/26		
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 1971-2014年 日本国実用新案登録公報 1996-2014年 日本国登録実用新案公報 1994-2014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
Y	J P 2 0 1 0 - 5 2 2 4 9 6 A (テレフオンアクチーボラゲッ ト エル エム エリクソン (パブル)) 2 0 1 0 . 0 7 . 0 1 , 第 0 0 1 9 - 0 0 8 4 段落, 図 1 - 7 & U S 2 0 1 0 / 0 1 0 9 7 1 5 A 1 & E P 2 1 2 6 6 5 9 A & W O 2 0 0 8 / 1 1 5 1 0 7 A 1	1-10
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。		
<input type="checkbox"/> 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 18.02.2014	国際調査報告の発送日 04.03.2014	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（ISA/J P） 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官（権限のある職員） 白井 孝治 電話番号 03-3581-1101 内線 3576	5W 8843

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
Y	JP 07-175636 A (富士フイルムマイクロデバイス株式会社) 1995.07.14, 第0001-0131段落, 図1-5 (ファミリーなし)	1-10
Y	JP 2005-208845 A (株式会社東芝) 2005.08.04, 第0011-0024段落, 図1-5 & US 2005/0160129 A1	4, 6-8