

(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
2010 年 3 月 25 日(25.03.2010)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2010/032283 A1

- (51) 国際特許分類:
H03F 1/32 (2006.01) H03F 3/30 (2006.01)
H03F 3/26 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2008/066653
- (22) 国際出願日: 2008 年 9 月 16 日(16.09.2008)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 株式会社 Wave Technology (Wave Technology Inc.) [JP/JP]; 〒6660024 兵庫県川西市久代 3 丁目 1 3 番 2 1 号 Hyogo (JP). 国立大学法人東北大学(TOHOKU UNIVERSITY) [JP/JP]; 〒9808577 宮城県仙台市青葉区片平二丁目 1 番 1 号 Miyagi (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてののみ): 高木 直 (TAKAGI, Tadashi) [JP/JP]; 〒9808577 宮城県仙台市青葉区片平二丁目 1 番 1 号 国立大学法人東北大学内 Miyagi (JP). 亀田 卓(KAMEDA, Suguru) [JP/JP]; 〒9808577 宮城県仙台市青葉区片平二丁目 1 番 1 号 国立大学法人東北大学内 Miyagi (JP). 坪内 和夫(TSUBOUCHI, Kazuo) [JP/JP]; 〒9808577 宮城県仙台市青葉区片平二丁目 1 番 1 号 国立大学法人東北大学内 Miyagi (JP). 園田

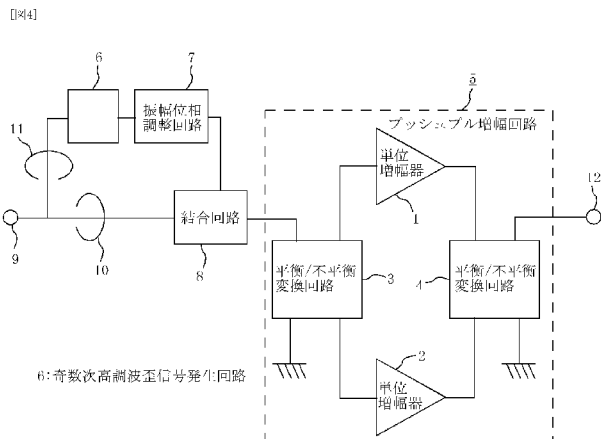
琢二(SONODA, Takuji) [JP/JP]; 〒6660024 兵庫県川西市久代 3 丁目 1 3 番 2 1 号 株式会社 Wave Technology 内 Hyogo (JP). 尾形 敏一(OGATA, Toshikazu) [JP/JP]; 〒6660024 兵庫県川西市久代 3 丁目 1 3 番 2 1 号 株式会社 Wave Technology 内 Hyogo (JP).

- (74) 代理人: 大岩 増雄(OIWA, Masuo); 〒6610012 兵庫県尼崎市南塚口町 2 丁目 1 4 - 1 Hyogo (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, 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, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, 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, LS, MW, MZ, NA, 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 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, NO,

[続葉有]

(54) Title: HARMONIC INJECTION PUSH-PULL AMPLIFIER

(54) 発明の名称: 高調波注入プッシュプル増幅器



- 6 ODD-ORDER HARMONIC DISTORTION SIGNAL GENERATION CIRCUIT
7 AMPLITUDE AND PHASE ADJUSTMENT CIRCUIT
8 COUPLING CIRCUIT
5 PUSH-PULL AMPLIFIER CIRCUIT
1 UNIT AMPLIFIER
3 BALANCE/UNBALANCE CONVERSION CIRCUIT
4 BALANCE/UNBALANCE CONVERSION CIRCUIT
2 UNIT AMPLIFIER

(57) Abstract: In a harmonic injection push-pull amplifier, a push-pull amplifier circuit (5) comprises balance/unbalance conversion circuits (3, 4) and two unit amplifiers (1, 2) connected to the balance/unbalance conversion circuits (3, 4) and operating in reverse phase to each other, and receives a fundamental signal. The push-pull amplifier circuit (5) is equipped with a harmonic distortion amplifier generation circuit that inputs a harmonic distortion signal including an odd-order harmonic distortion signal of the fundamental signal to each of the two unit amplifier (1, 2) from the input side thereof. Consequently, the odd-order harmonic distortion signal is input together with the fundamental signal, thereby reducing the distortion.

(57) 要約: 高調波注入プッシュプル増幅器に関し、平衡/不平衡変換回路 3、4 と、その平衡/不平衡変換回路 3、4 と接続され互いに逆相動作する 2 つの単位増幅器 1、2 とを有し、基本信号が入力されるプッシュプル増幅回路 5 において、2 つの単位増幅器 1、2 のそれぞれに入力側から基本信号の奇数次高調波歪信号を含む高調波歪信号を入力する高調波歪信号発生回路を備え、基本信号と共に奇数次高調波歪信号を入力することにより低歪化を図るようにしたものである。

WO 2010/032283 A1



PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, 添付公開書類:

CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

高調波注入プッシュプル増幅器

技術分野

[0001] 本発明は、通信基地局の送信機などに用いられるプッシュプル増幅器に関し、基本信号と共にその高調波歪信号を入力することにより低歪化を図る高調波注入プッシュプル増幅器に係わるものである。

背景技術

[0002] 従来、増幅器の低歪化を図る手法として、増幅器の入力側から基本信号と共にその偶数次高調波歪信号を入力する方法が報告されている。図10は例えば非特許文献1に示された偶数次高調波注入により低歪化を図る従来の高調波注入増幅器を示す回路構成図である。入力されたI、Qベースバンド信号に対し、基本信号経路31ではI、Qベースバンド信号を搬送波角周波数 ω で直交変調し基本信号を生成する。一方、歪信号経路32では、I、Qベースバンド信号を偶数次ベースバンド歪発生回路34で2次及び4次の偶数次歪相当の歪信号に変換し、次に、搬送波角周波数 2ω を用いて直交変調し偶数次高調波歪信号を生成する。その偶数次高調波歪信号は、結合回路36で前記基本信号と合成されて増幅器37に入力される。増幅素子内部で発生した相互変調歪成分の一部が入力された前記偶数次高調波歪信号により打ち消されることにより増幅器37の低歪化を図るものである。なお、33は直交変調回路、35は直交変調回路である。

[0003] 一般に通信基地局の送信機などに用いられる増幅器では、高出力・高効率性能の要求からバラン(balun)などの平衡/不平衡変換回路(balance-to-unbalance transformer)を用いたプッシュプル増幅器が多く用いられる。しかし、従来の偶数次高調波歪信号を入力して歪補償を行う方式は、下記理由からプッシュプル構成の増幅器に用いることが困難な問題がある。

[0004] 図11は、プッシュプル増幅器の構成、及び基本信号を入力し増幅する場合の信号波形の様子を示す回路構成図である。1は単位増幅器A、2は単位増幅器Bである。3、4はそれぞれ平衡/不平衡変換回路である。各単位増幅器A、Bには

B級バイアスが印加され、飽和領域で動作しているものとして増幅された出力側の信号波形の様子を示している。搬送波角周波数が ω である入力された基本信号はバランにより逆相で各単位増幅器A, Bに入力される。この結果、各単位増幅器A, Bで増幅された信号波形も互いに逆相となっている。

[0005] 図12は、図11で増幅された信号波形をフーリエ級数展開して基本波及び高調波成分に分解したときの様子を示す説明図である。図12では、説明を簡単にするため、偶数次高調波として2次高調波までを、奇数次高調波として3次高調波までを示している。図12から分かるように、各単位増幅器A, Bで増幅された信号成分のうち、基本波及び3次高調波は、各単位増幅器A, Bの出力で互いに逆相になっている。これに対し、2次高調波は同相となっている。

[0006] 次に、前記プッシュプル増幅器の入力側から、基本信号と共に、2次及び3次高調波信号を入力した場合の波形の様子を図13に示す。入力された基本波、2次、及び3次高調波は平衡/不平衡変換回路3により各単位増幅器A, Bに互いに逆相で入力される。一方、各単位増幅器A, Bの出力側の信号波形は、各単位増幅器A, Bに基本信号のみを入力した場合の出力信号波形をフーリエ級数展開して得られたものであり、図12の場合と同じものである。図13から、基本波及び3次高調波については、各単位増幅器A, Bで、入出力の波形の位相関係が等しくなっている。

[0007] 一方、2次高調波については、単位増幅器Aと単位増幅器Bで、図に示すように、入出力の波形の位相関係が逆転している。このため、入力された2次高調波を増幅したものと、増幅器内部で発生した2次高調波とが、一方の単位増幅器A(又はB)では減算され歪が低減されても、他方の単位増幅器B(又はA)では加算され歪が増大することになる。このため、偶数次高調波を入力側より注入する従来の方法をプッシュプル増幅器に適用しても低歪化が図れない。

[0008] 以上のように、通信基地局のような高出力・高効率な性能が要求される送信機用増幅器などに一般に用いられるプッシュプル増幅器では、低歪化を図るため偶数次高調波歪信号を基本信号と共に入力側から注入する従来の構成は適用できない問題がある。

[0009] 非特許文献1:若杉健市, 松原裕, 岩井遼太, 野島俊雄、“偶数次歪発生器を

用いたデジタルプリディストーションの2GHz帯基礎実験”、信学技報、日本国、EM CJ2006-58, MW2006-114(2006-10)、pp. 43-46(プリディストーション:p redistortion)

発明の開示

発明が解決しようとする課題

- [0010] 本発明は、前記問題点に鑑みてなされたものであり、通信基地局のような高出力・高効率な性能が要求される送信機用増幅器などに一般に用いられるプッシュプル増幅回路においても、低歪化を図ることができる高調波注入プッシュプル増幅器を得ることを目的とするものである。

課題を解決するための手段

- [0011] 本発明の高調波注入プッシュプル増幅器は、平衡/不平衡変換回路と、その平衡/不平衡変換回路に接続され互いに逆相動作する2つの単位増幅器とを有し、基本信号が入力されるプッシュプル増幅回路において、2つの前記単位増幅器のそれぞれに入力側から前記基本信号の奇数次高調波歪信号を含む高調波歪信号を入力する高調波歪信号発生回路を備え、前記基本信号と共に前記奇数次高調波歪信号を入力することにより低歪化を図るようにしたものである。

発明の効果

- [0012] 本発明に係る高調波注入プッシュプル増幅器によれば、基本信号と共に奇数次高調波歪信号を入力することによりプッシュプル増幅回路の低歪化を図ることができる。

本発明の前記以外の目的、特徴、観点及び効果は、図面を参照する以下の本発明の詳細な説明から、さらに明らかになるであろう。

図面の簡単な説明

- [0013] [図1]角周波数 ω_1, ω_2 の同相・同振幅の信号が、非線形動作する増幅器に入力された場合の相互変調歪の発生について説明する図である。
- [図2]基本信号と共に奇数次高調波歪信号が、非線形動作する増幅器に入力された場合の相互変調歪の発生について説明する図である。

[図3]基本信号と共に奇数次高調波歪信号が、非線形動作する増幅器に入力された場合の相互変調歪 IM_3 、 IM_5 成分を示す図である。

[図4]本発明の実施の形態1における高調波注入プッシュプル増幅器を示す回路構成図である。

[図5]本発明の実施の形態2における高調波注入プッシュプル増幅器を示す回路構成図である。

[図6]本発明の実施の形態3における高調波注入プッシュプル増幅器を示す回路構成図である。

[図7]本発明の実施の形態4における高調波注入プッシュプル増幅器を示す回路構成図である。

[0014] [図8]本発明の実施の形態5における高調波注入プッシュプル増幅器を示す回路構成図である。

[図9]本発明の実施の形態6における高調波注入プッシュプル増幅器を示す回路構成図である。

[図10]偶数次高調波歪信号注入により低歪化を図る従来の高調波注入増幅器を示す回路構成図である。

[図11]プッシュプル増幅器の構成、及び基本信号を入力し増幅する場合の信号波形の様子を示す回路構成図である。

[図12]図11において、増幅された信号波形をフーリエ級数展開して基本波及び高調波成分に分解したときの様子を示す説明図である。

[図13]プッシュプル増幅器の入力側から、基本信号と共に、2次及び3次高調波信号を入力した場合の波形の様子を示す説明図である。

符号の説明

- | | | |
|--------|--------------|-----------------|
| [0015] | 1,2 単位増幅器 | 3,4 平衡/不平衡変換回路 |
| | 5 プッシュプル増幅回路 | 6 奇数次高調波歪信号発生回路 |
| | 7 振幅位相調整回路 | 8 結合回路 |
| | 9 入力ポート | 10 基本信号経路 |
| | 11 歪信号経路 | 12 出力ポート |

13 てい倍器

14 直交変調器

15 奇数次ベースバンド歪信号生成回路 16 奇数次高調波直交変調回路

17,18 高調波帰還回路

19,20 高調波反射回路

発明を実施するための最良の形態

[0016] 初めに、プッシュプル増幅回路の歪を低減できる原理を説明する。ここでは、奇数次高調波歪信号として特に3次高調波歪信号を考え、3次高調波歪信号に適切な振幅及び位相を与えて基本信号と共に入力することにより、プッシュプル増幅回路の歪を低減できることを説明する。

[0017] このためまず、図1を用いて、角周波数 ω_1, ω_2 の同相・同振幅の信号が、非線形動作する増幅器に入力された場合の、相互変調歪の発生について説明する。

このとき、増幅器の入力電圧 v_{in} 及び出力電圧 v_{out} は以下のように表せる。

$$v_{out} = g_1 v_{in} + g_2 v_{in}^2 + g_3 v_{in}^3 + g_4 v_{in}^4 + g_5 v_{in}^5 + \Lambda \quad \text{-----}$$

(1)

ここで、 g_1 は、基本信号に対する増幅率を表し、 g_i ($i=2,3,4,5, \Lambda$)は非線形歪の成分を表す。一般に g_i ($i=2,3,4,5, \Lambda$)は i が増加するのに伴い小さくなる微小量である。

[0018] ここで、入力電圧 v_{in} を次式で与える。

$$v_{in} = x + y \quad \text{-----} \quad (2)$$

x, y は角周波数 ω_1, ω_2 の基本信号電圧で、それぞれ以下で与えられる。

$$x = \cos \omega_1 t \quad \text{-----} \quad (3)$$

$$y = \cos \omega_2 t \quad \text{-----} \quad (4)$$

[0019] 式(2)を式(1)に代入すると、右辺の各項の成分は以下となる。

$$g_1 v_{in} = g_1 (x + y) \quad \text{-----} \quad (5)$$

$$g_2 v_{in}^2 = g_2 (x^2 + 2xy + y^2) \quad \text{-----}$$

(6)

$$g_3 v_{in}^3 = g_3 (x^3 + 3x^2y + 3xy^2 + y^3) \quad \text{-----} \quad (7)$$

$$g_4 v_{in}^4 = g_4 (x^4 + 4x^3y + 6x^2y^2 + 4xy^3 + y^4) \quad \text{-----}$$

(8)

$$g_5 v_{in}^5 = g_5 (x^5 + 5x^4y + 10x^3y^2 + 10x^2y^3 + 5xy^4 + y^5) \quad (9)$$

[0020] 式(5)は基本信号の増幅を示す。

式(6)～(9)の残りの項は、増幅器の非線形により発生するものである。このうち、増幅器の出力に設けたフィルタにより除去できない3次の相互変調歪 IM_3 や5次の相互変調歪 IM_5 などの奇数次相互変調歪が、帯域外スプリアス(spurious)の増大や信号品質の劣化などの問題を引き起こすため、その低減が必要となる。

ここで、 IM_3 、 IM_5 は、式(6)～(9)において、特に以下の成分により生じる。

$$IM_3 \text{ 成分; } g_3 3x^2y, g_3 3xy^2, g_5 5x^4y, \\ g_5 10x^3y^2, \\ g_5 10x^2y^3, g_5 5xy^4 \quad \text{-----} \quad (10)$$

$$IM_5 \text{ 成分; } g_5 10x^3y^2, g_5 10x^2y^3 \quad \text{-----} \quad (11)$$

[0021] 次に、図2に示すように、基本信号と共に奇数次高調波歪信号を入力側から注入した場合について述べる。図2では、説明を簡単にするため、奇数次高調波歪信号を、3次の高調波としている。増幅器の入力電圧 v_{in3} 及び出力電圧 v_{out3} は以下のように表せる。

$$v_{out3} = g_1 v_{in3} + g_2 v_{in3}^2 + g_3 v_{in3}^3 + g_4 v_{in3}^4 + g_5 v_{in3}^5 + \Lambda \quad (12)$$

このとき、入力電圧 v_{in3} は次式で与えられる。

$$v_{in3} = x + y + bx_3 + by_3 \quad \text{-----} \quad (13)$$

x_3 、 y_3 は角周波数 $3\omega_1$ 、 $3\omega_2$ の高調波成分の電圧で、それぞれ以下で与えられる。

$$x_3 = \cos 3\omega_1 t \quad \text{-----} \quad (14)$$

$$y_3 = \cos 3\omega_2 t \quad \text{-----} \quad (15)$$

[0022] 式(13)を式(12)に代入し、前述と同様の方法で IM_3 、 IM_5 成分を求めると、図3に示す結果が得られる。係数の大きな項に着目すると、 b が次式を満足するように選ぶことにより IM_3 の低減が可能である。

$$g_3 3x^2y + g_3 6bxx_3y \doteq 0 \quad g_3 3xy^2 + g_3 6byy_3x \doteq 0 \quad (16)$$

また、 b が次式を満足するように選ぶことにより IM_5 の低減が可能である。

$$g_5 10x^3y^2 + g_3 3by^2x_3 \doteq 0 \\ g_5 10x^2y^3 + g_3 3bx^2y_3 \doteq 0 \quad \text{-----}$$

(17)

すなわち、奇数次高調波歪信号を入力することにより、 IM_3 、 IM_5 などの相互変調歪を低減することが可能である。

[0023] 実施の形態1.

図4は本発明の実施の形態1における高調波注入プッシュプル増幅器を示す回路構成図である。プッシュプル増幅回路5は、単位増幅器1,2、及びそれらの入力側と出力側にそれぞれ接続されたバランなどの入力側平衡/不平衡変換回路3,出力側平衡/不平衡変換回路4で構成される。換言すれば、プッシュプル増幅回路5は、入力側平衡/不平衡変換回路3、その入力側平衡/不平衡変換回路3にそれぞれ接続された単位増幅器1,2、及びそれらの単位増幅器1,2のそれぞれの出力側が接続されその単位増幅器1,2の出力が合成される出力側平衡/不平衡変換回路4で構成される。プッシュプル増幅回路5の入力側には、プッシュプル増幅回路5へ入力される基本信号の一部を取り出して、基本信号の奇数次高調波歪信号を生成する奇数次高調波歪信号発生回路6、その奇数次高調波歪信号に適切な振幅と位相を与える振幅位相調整回路7、及び基本信号と前記奇数次高調波歪信号とを合成する結合回路8を設けている。

[0024] 以下動作について説明する。入力ポート9から入力された基本信号は、基本信号経路10及び歪信号経路11の2つの経路に分割される。基本信号経路10を通る基本信号はそのまま通過する。他方、歪信号経路11では、奇数次高調波歪信号発生回路6及び振幅位相調整回路7により、適切な振幅と位相を有する奇数次高調波歪信号が生成される。生成された奇数次高調波歪信号と前記基本信号とは結合回路8で合成され、プッシュプル増幅回路5の平衡/不平衡変換回路3に入力される。平衡/不平衡変換回路3を経て、各単位増幅器1,2に互いに逆相の基本信号とその奇数次高調波歪信号とが入力され増幅される。あらかじめ奇数次高調波歪信号の振幅と位相特性を適切に選ぶことにより(換言すれば、歪を低減するように設定された所望な振幅と位相を選ぶことにより)、各単位増幅器1,2の内部で発生した歪信号成分を打ち消すことができ、出力ポート12に現れる歪信号を低減することができる。なお、奇数次高調波歪信号発生回路6、振幅位相調整回路7及び結合回路8で高調波歪

信号発生回路が構成される。奇数次高調波歪信号の適切な振幅と位相は、前述の式(16)(17)より奇数次高調波歪信号について求めることができる。

[0025] このように、実施の形態1の高調波注入プッシュプル増幅器は、入力側平衡/不平衡変換回路3と、その入力側平衡/不平衡変換回路3にそれぞれ接続され互いに逆相動作する2つの単位増幅器1,2と、それらの単位増幅器1,2のそれぞれの出力側が接続されその単位増幅器1,2の出力が合成される出力側平衡/不平衡変換回路4とを有し、基本信号が入力されるプッシュプル増幅回路、及び、前記プッシュプル増幅回路の2つの単位増幅器のそれぞれに入力側から前記基本信号の奇数次高調波歪信号を含む高調波歪信号を入力する高調波歪信号発生回路を備え、前記基本信号と共に前記奇数次高調波歪信号を2つの前記単位増幅器1,2にそれぞれ入力することにより低歪化を図るようにしたものである。

なお、本発明の基本信号の奇数次高調波歪信号を含む高調波歪信号を入力する高調波歪信号発生回路、換言すれば、奇数次高調波歪信号発生回路における奇数次高調波歪信号を含む高調波歪信号は、具体的に言うと、例えば、基本入力信号を3てい倍した場合に発生する3次高調波歪信号がそれに相当し、少なくとも奇数次高調波を含んだ信号である。一方、従来の偶数次高調波歪信号を含む高調波歪信号は、具体的に言うと、例えば、基本入力信号を2てい倍した場合に発生する2次高調波歪信号がそれに相当する。従来技術では、シングルエンド増幅器に、偶数次高調波歪信号を入力することにより、増幅器内部で発生する相互変調歪成分を打ち消し歪を抑圧することができるが、これをプッシュプル増幅器に適用しようとするとは原理的にそれができない。これに対して、奇数次高調波歪信号を用いる場合には、プッシュプル増幅器の相互変調歪成分を打ち消し歪を抑圧することが可能となる。

[0026] 実施の形態2.

図5は本発明の実施の形態2における高調波注入プッシュプル増幅器を示す回路構成図である。なお、各図中において、同一符号は同一又は相当部分を示し、説明を省略する。図4の実施の形態1による奇数次高調波歪信号発生回路6の部分に、3次高調波を発生するてい倍器13を用いて、入力される基本信号の一部を取り出してその奇数次高調波歪信号を生成するもので、その動作、及び効果は図4の実施の形

態1の場合と同じである。

[0027] 実施の形態3.

図6は本発明の実施の形態3における高調波注入プッシュプル増幅器を示す回路構成図である。ここでは、入力ポート9にI, Qベースバンド信号が印加される。基本信号経路10には直交変調器14が装荷され、I, Qベースバンド信号は基本信号周波数搬送波 ω で直交変調され基本信号が生成される。一方、歪信号経路11では、入力したI, Qベースバンド信号から奇数次ベースバンド歪成分を生成する奇数次ベースバンド歪信号生成回路15と、その奇数次ベースバンド歪信号を入力基本信号周波数搬送波 ω の奇数次倍周波数搬送波 3ω を用いて直交変調する奇数次高調波直交変調回路16が装荷されている。奇数次ベースバンド歪成分は、奇数次高調波直交変調回路16で直交変調され、これにより、奇数次高調波歪信号が生成される。前記基本信号と前記奇数次高調波歪信号とは結合回路8で合成され、プッシュプル増幅回路5へ入力される。このような構成にしても、図4に示す実施の形態1の場合と同様な効果を得ることができる。

[0028] 実施の形態4.

図7は本発明の実施の形態4における高調波注入プッシュプル増幅器を示す回路構成図である。プッシュプル増幅回路5の2つの単位増幅器1,2のそれぞれの入出力間に奇数次高調波歪信号を含む高調波歪信号を適切な振幅と位相で帰還する高調波帰還回路17,18を装荷している。これにより、単位増幅器1,2の出力側に発生した高調波歪信号を適切な振幅と位相を与えて(換言すれば、歪を低減するように設定された所望な振幅と位相を与えて)、再び単位増幅器1,2に入力している。この場合、偶数次及び奇数次高調波歪信号のいずれについても、各単位増幅器1,2の歪を同時に低減でき、この結果、出力ポート12に現れる歪信号を低減することができる。なお、高調波帰還回路17,18で帰還される適切な振幅と位相は、前述の式(16)(17)より奇数次高調波歪信号について求めることができる。

[0029] 実施の形態5.

図8は本発明の実施の形態5における高調波注入プッシュプル増幅器を示す回路構成図である。図4に示す実施の形態1に対して異なる部分を主に説明する。プッシュ

プッシュプル増幅器5の2つの単位増幅器1,2のそれぞれの出力側に、奇数次高調波及び偶数次高調波の一方又は両方を設定された所望で適切な振幅及び位相で反射させる高調波反射回路19,20を装荷している。各単位増幅器1,2からの出力のうち、基本信号成分はそのまま出力側平衡/不平衡変換回路4で合成され出力ポート12に出力される。一方、各単位増幅器1,2から出力された高調波歪信号成分はそれぞれ適切な振幅と位相で反射され、各単位増幅器1,2で発生した高調波歪信号成分と再び結合されることにより、歪を打ち消すことができる。入力側から高調波を注入する場合と異なり、この場合、偶数次及び奇数次高調波歪信号のいずれについても、各単位増幅器1,2の歪を同時に低減でき、この結果、出力ポート12に現れる歪信号を低減することができる。なお、高調波反射回路19,20で反射される適切な振幅と位相は、前述の式(16)(17)より奇数次高調波歪信号について求めることができる。

[0030] 実施の形態6.

図9は本発明の実施の形態6における高調波注入プッシュプル増幅器を示す回路構成図である。図8に示す実施の形態5の構成における奇数次高調波歪信号発生回路6、振幅位相調整回路7、結合回路8、及び高周波反射回路19,20と、図7の実施形態4の構成における高調波帰還回路17,18とを同時に設ける構成としたものである。このような構成でも、偶数次及び奇数次高調波歪信号のいずれについても、各単位増幅器1,2の歪を同時に低減でき、この結果、出力ポート12に現れる歪信号を低減することができる。

[0031] 以上の説明において、単位増幅器は1段増幅器に限らず多段構成であってもよい。また、単位増幅器は並列に増幅素子を配置して電力合成を図った電力合形成増幅器であってもよい。また、本発明による高調波注入マイクロ波プッシュプル増幅器は、フィードフォワードやデジタルプリディストータなどの他の歪補償回路と組み合わせることもできる。

また、各実施の形態の部分構成は、その動作原理から、プッシュプル構成の増幅器だけでなく、平衡/不平衡変換回路を用いないシングルエンド形増幅器、バランス形増幅器、コーポレート電力合形成増幅器などにも応用することもできる。

[0032] 本発明の各種の変形又は変更は、関連する熟練技術者が、この発明の範囲と精神

を逸脱しない中で実現可能であり、この明細書に記載された各実施の形態には制限されないことと理解されるべきである。

請求の範囲

- [1] 平衡/不平衡変換回路と、その平衡/不平衡変換回路とそれぞれ接続され互いに逆相動作する2つの単位増幅器とを有し、基本信号が入力されるプッシュプル増幅回路、
及び、前記プッシュプル増幅回路の2つの単位増幅器のそれぞれに入力側から前記基本信号の奇数次高調波歪信号を含む高調波歪信号を入力する高調波歪信号発生回路を備え、
前記基本信号と共に前記奇数次高調波歪信号を入力することにより低歪化を図るようにしたことを特徴とする高調波注入プッシュプル増幅器。
- [2] 請求項1記載の高調波注入プッシュプル増幅器であって、
前記高調波歪信号発生回路は、入力される前記基本信号の一部を取り出してその奇数次高調波歪信号を生成する奇数次高調波歪信号発生回路、生成されたその奇数次高調波歪信号に適切な振幅と位相を与える振幅位相調整回路、及び前記基本信号と前記振幅位相調整回路の出力である前記奇数次高調波歪信号とを合成する結合回路で構成され、
前記結合回路で合成された前記基本信号と前記奇数次高調波歪信号とを前記プッシュプル増幅回路の入力側から入力することを特徴とする高調波注入プッシュプル増幅器。
- [3] 請求項1記載の高調波注入プッシュプル増幅器であって、
前記高調波歪信号発生回路は、入力される前記基本信号の一部を取り出してその奇数次高調波歪信号を生成する倍器、生成されたその奇数次高調波歪信号に適切な振幅と位相を与える振幅位相調整回路、及び前記基本信号と前記振幅位相調整回路の出力である前記奇数次高調波歪信号とを合成する結合回路で構成され、
前記結合回路で合成された前記基本信号と前記奇数次高調波歪信号とを前記プッシュプル増幅回路の入力側から入力することを特徴とする高調波注入プッシュプル増幅器。
- [4] 請求項1記載の高調波注入プッシュプル増幅器であって、

前記高調波歪信号発生回路は、

入力されるベースバンド信号が基本信号周波数搬送波で直交変調され基本信号が生成される直交変調器、

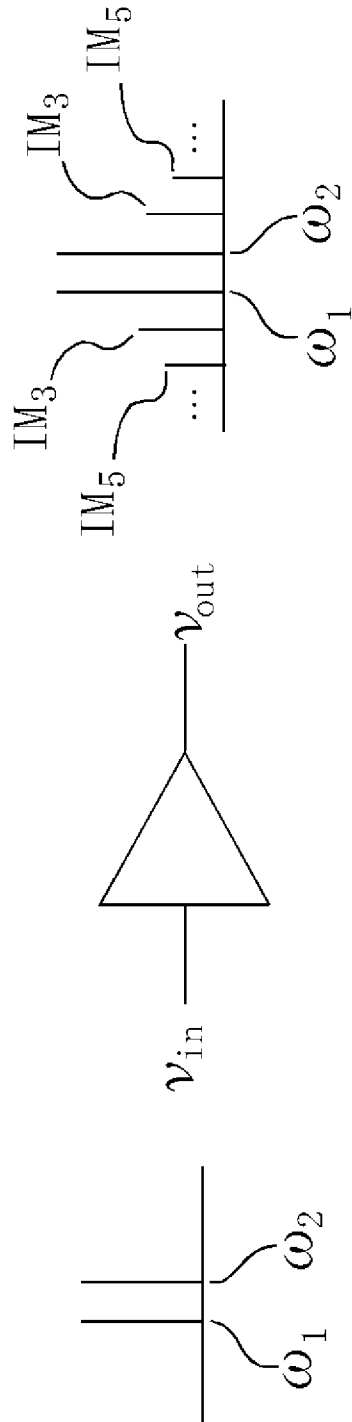
入力される前記ベースバンド信号から奇数次ベースバンド歪成分を生成する奇数次ベースバンド歪信号生成回路、

前記奇数次ベースバンド歪信号生成回路で生成された奇数次ベースバンド歪信号が前記基本信号周波数搬送波の奇数次倍周波数搬送波を用いて直交変調され奇数次高調波歪信号が生成される奇数次高調波直交変調回路、

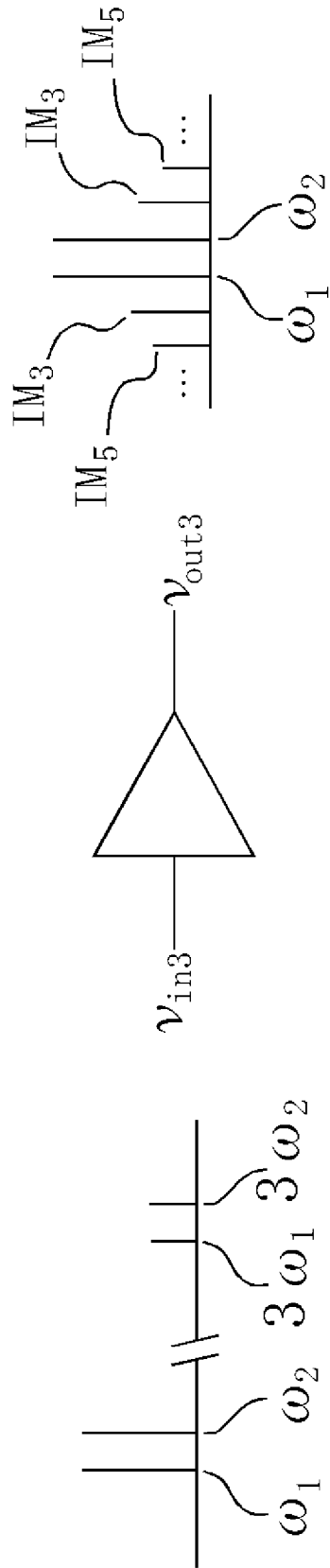
及び前記直交変調器で生成された前記基本信号と前記奇数次高調波直交変調回路で生成された前記奇数次高調波歪信号とを合成する結合回路で構成され、合成された前記結合回路の出力を前記プッシュプル増幅回路に入力するようにしたことを特徴とする高調波注入プッシュプル増幅器。

- [5] 請求項1記載の高調波注入プッシュプル増幅器であって、前記高調波歪信号発生回路は、前記単位増幅器のそれぞれの出力側に発生した高調波を適切な振幅と位相で前記単位増幅器のそれぞれの入力側に帰還させる高調波帰還回路で構成されたことを特徴とする高調波注入プッシュプル増幅器。
- [6] 請求項1～請求項5のいずれか1項に記載の高調波注入プッシュプル増幅器であって、2つの前記単位増幅器のそれぞれの出力側に、奇数次高調波歪信号及び偶数次高調波歪信号の少なくともいずれか一方を適切な振幅と位相で反射させる高調波歪反射回路を備えたことを特徴とする高調波注入プッシュプル増幅器。

[図 1]



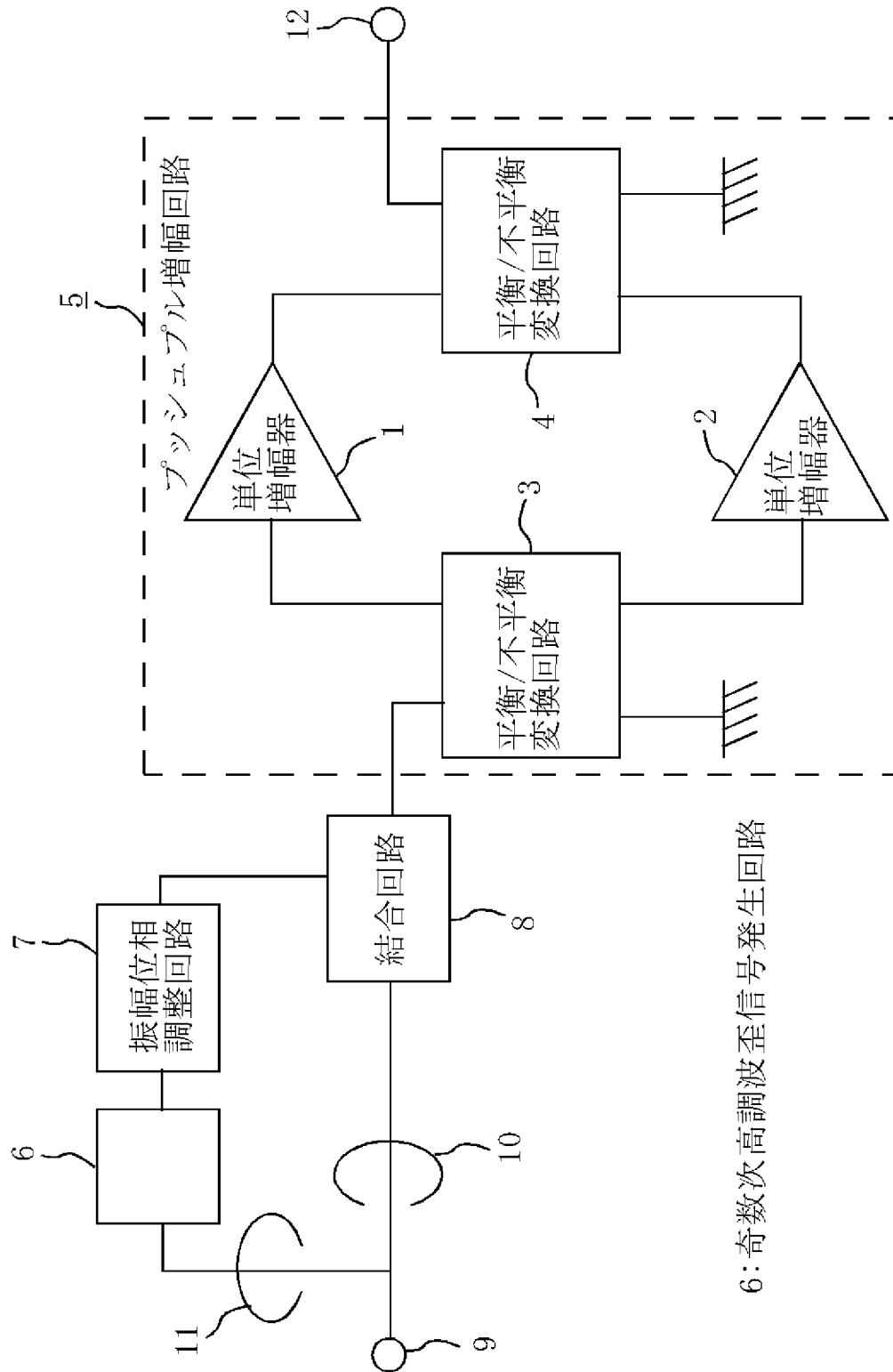
[図2]



[図3]

	注入なし	3ω 注入寄与分
IM ₃	$\frac{g_3 3x^2 y, g_3 3xy^2}{g_5 5x^4 y, g_5 5xy^4}$ $g_5 10x^3 y^2, g_5 10x^2 y^3$ $\vdots$	$\frac{g_3 6bxx_3 y, g_3 6byy_3 x}{\vdots}$
IM ₅	$\frac{g_5 10x^3 y^2, g_5 10x^2 y^3}{\vdots}$	$\frac{g_3 3bx^2 y_3, g_3 3by^2 x_3}{g_3 6b^2 xx_3 y_3, g_3 6b^2 xx_3 y_3}$ $\vdots$

[図4]



6: 奇数次高調波歪信号発生回路

[図5]

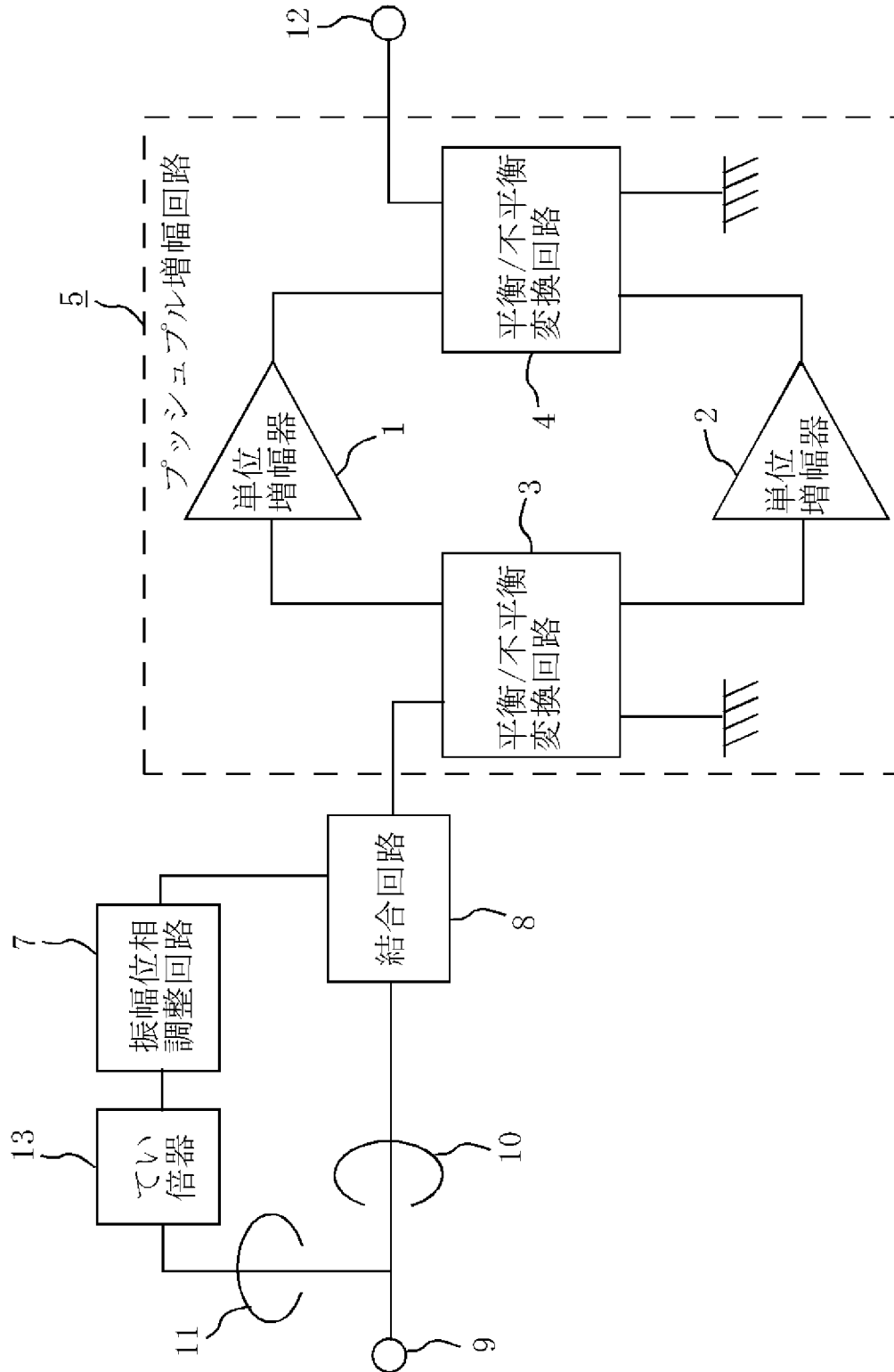
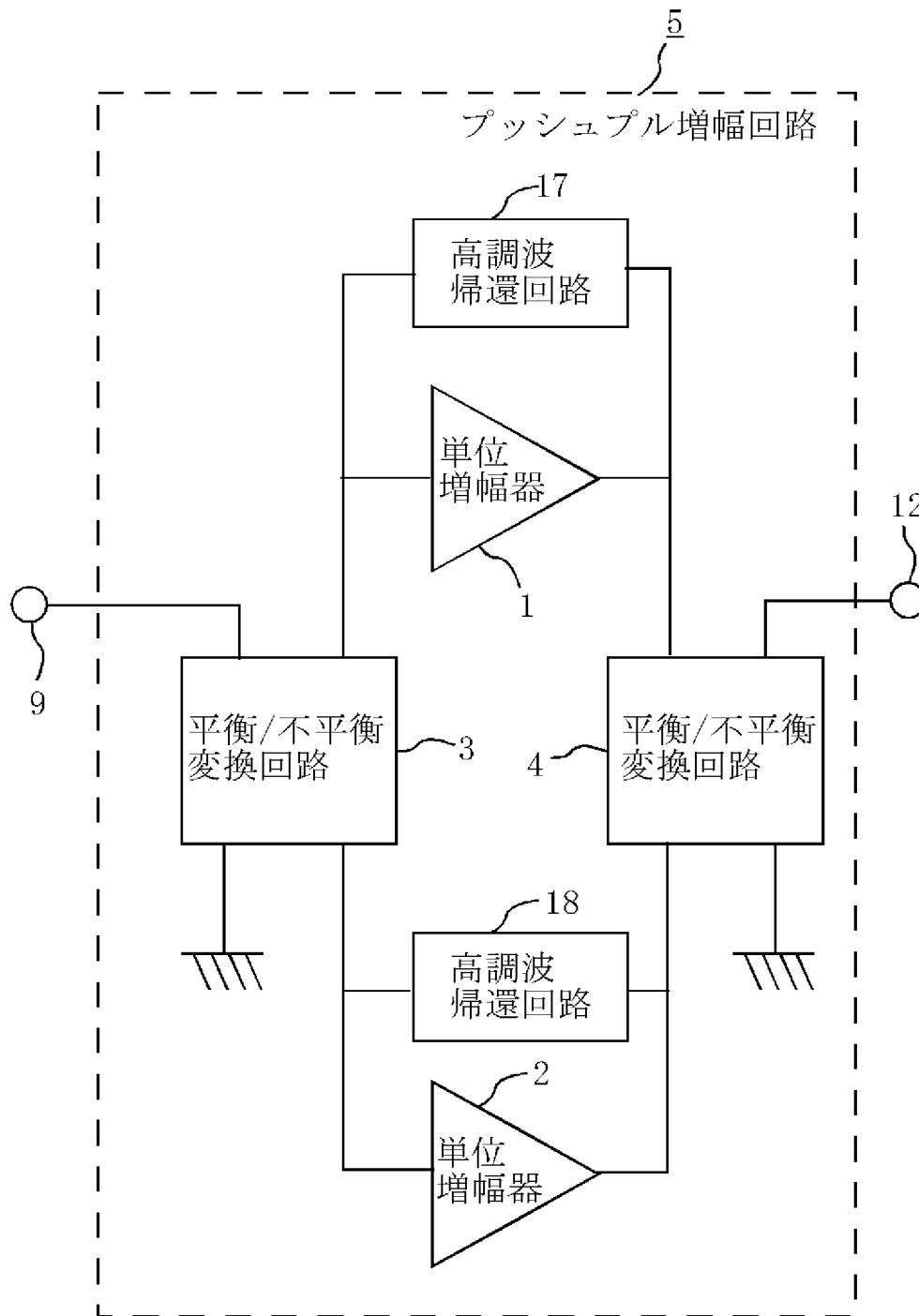


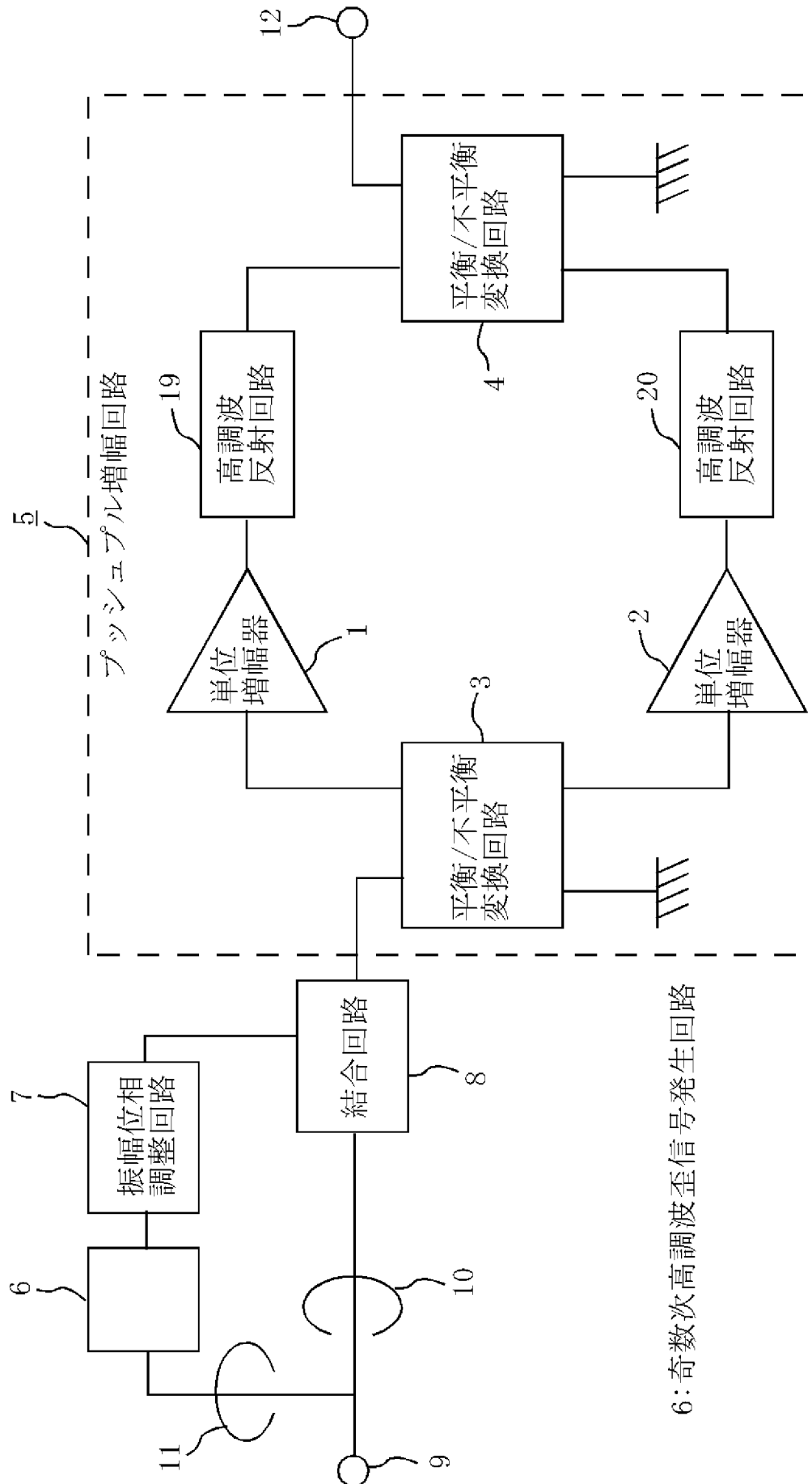
Figure 1 is a block diagram of a push-pull amplifier circuit (5). The circuit includes an input stage (9, 10) with I and Q inputs, a summing junction (11), and a feedback loop (12). The signal path goes through a combination circuit (8), a 3ω oscillator (15), a DC/AC converter (14), and a 3ω oscillator (16) before reaching the push-pull amplifier (1, 2, 3, 4).

15: 奇数次バースバンド歪信号生成回路
16: 奇数次高調波直交変調回路

[図7]

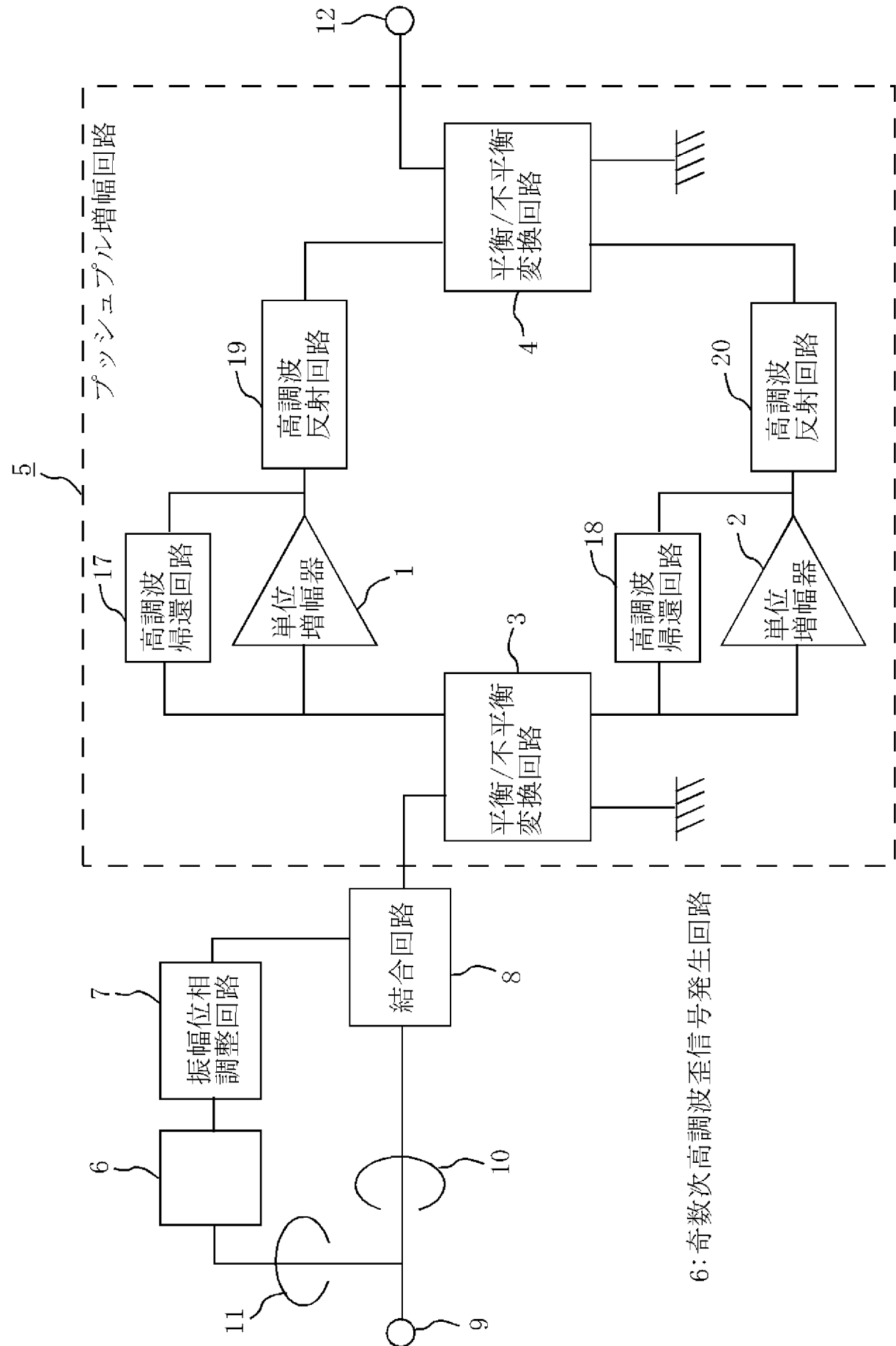


[図8]



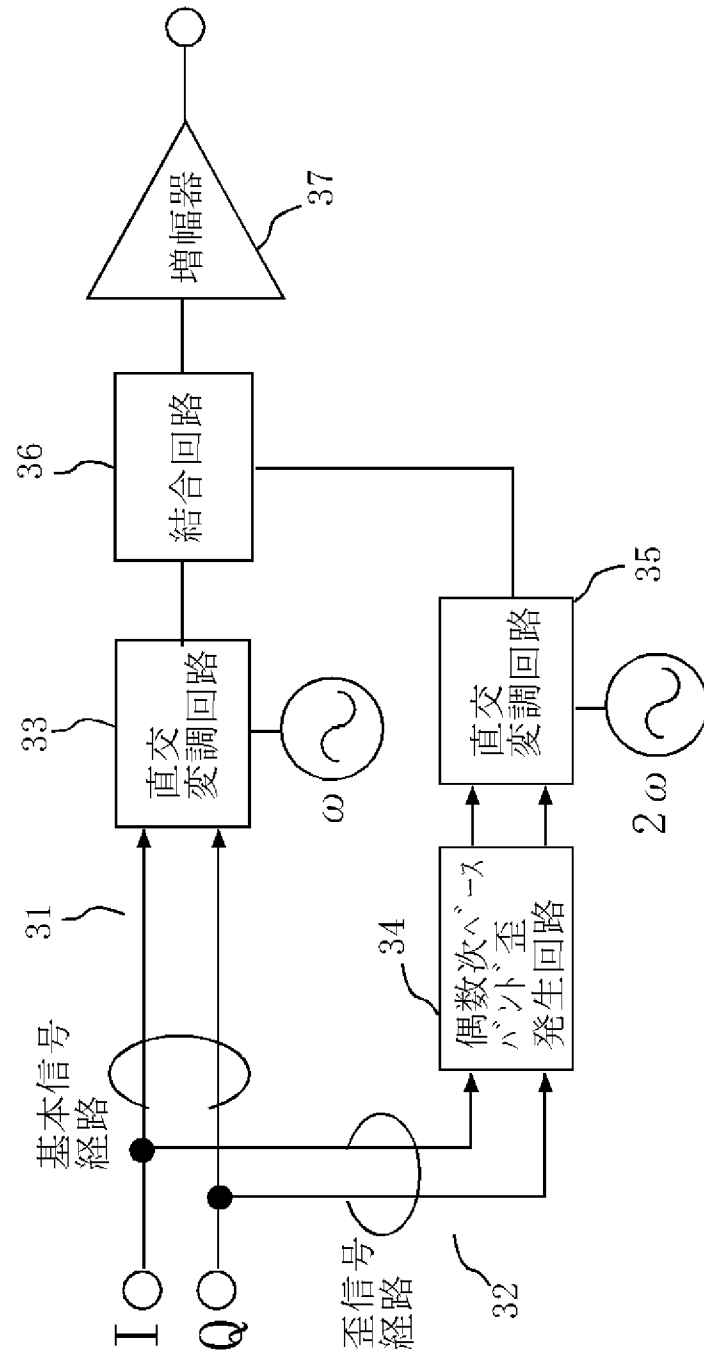
6: 奇数次高調波歪信号発生回路

[図9]

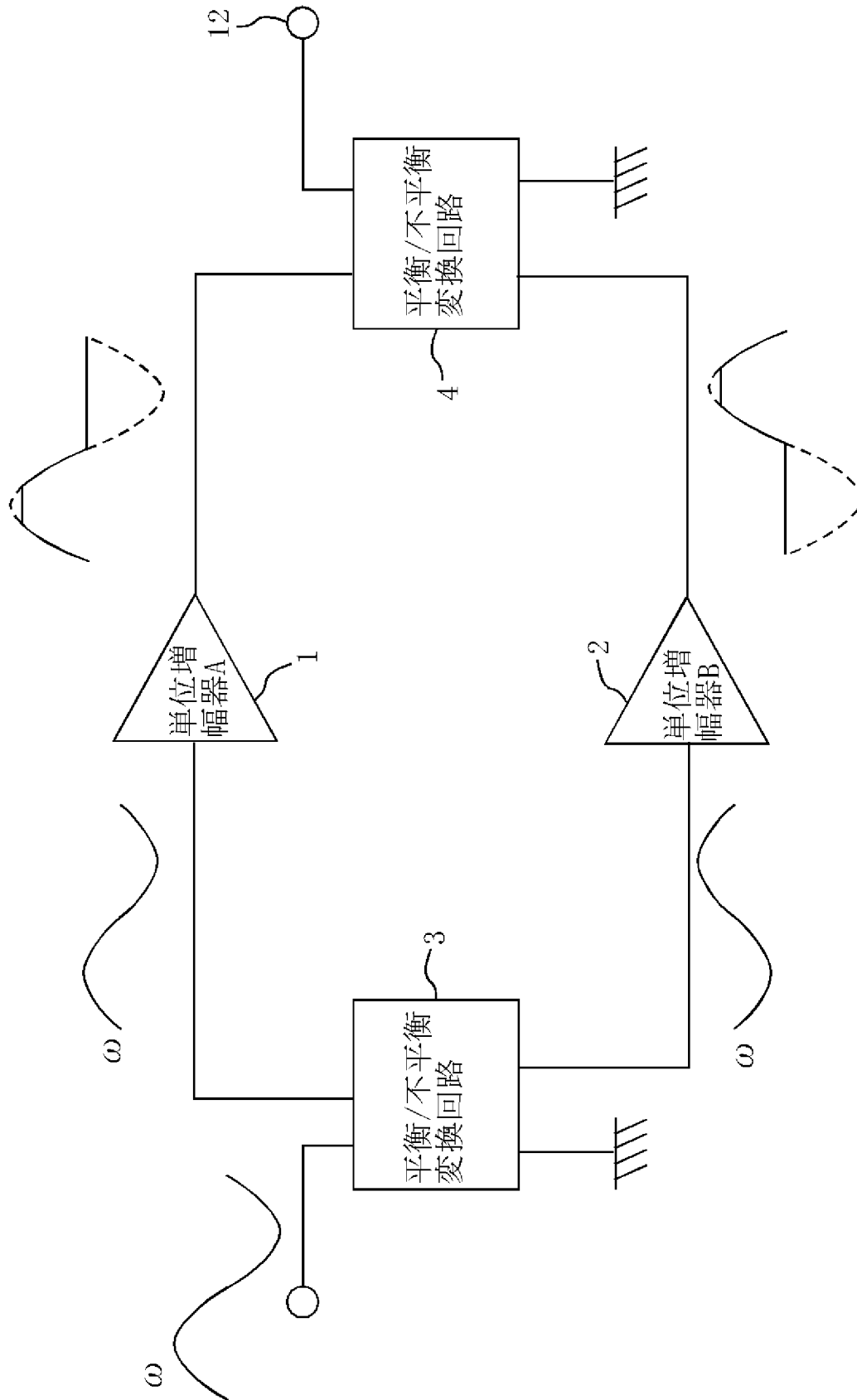


6: 奇数次高調波歪信号発生回路

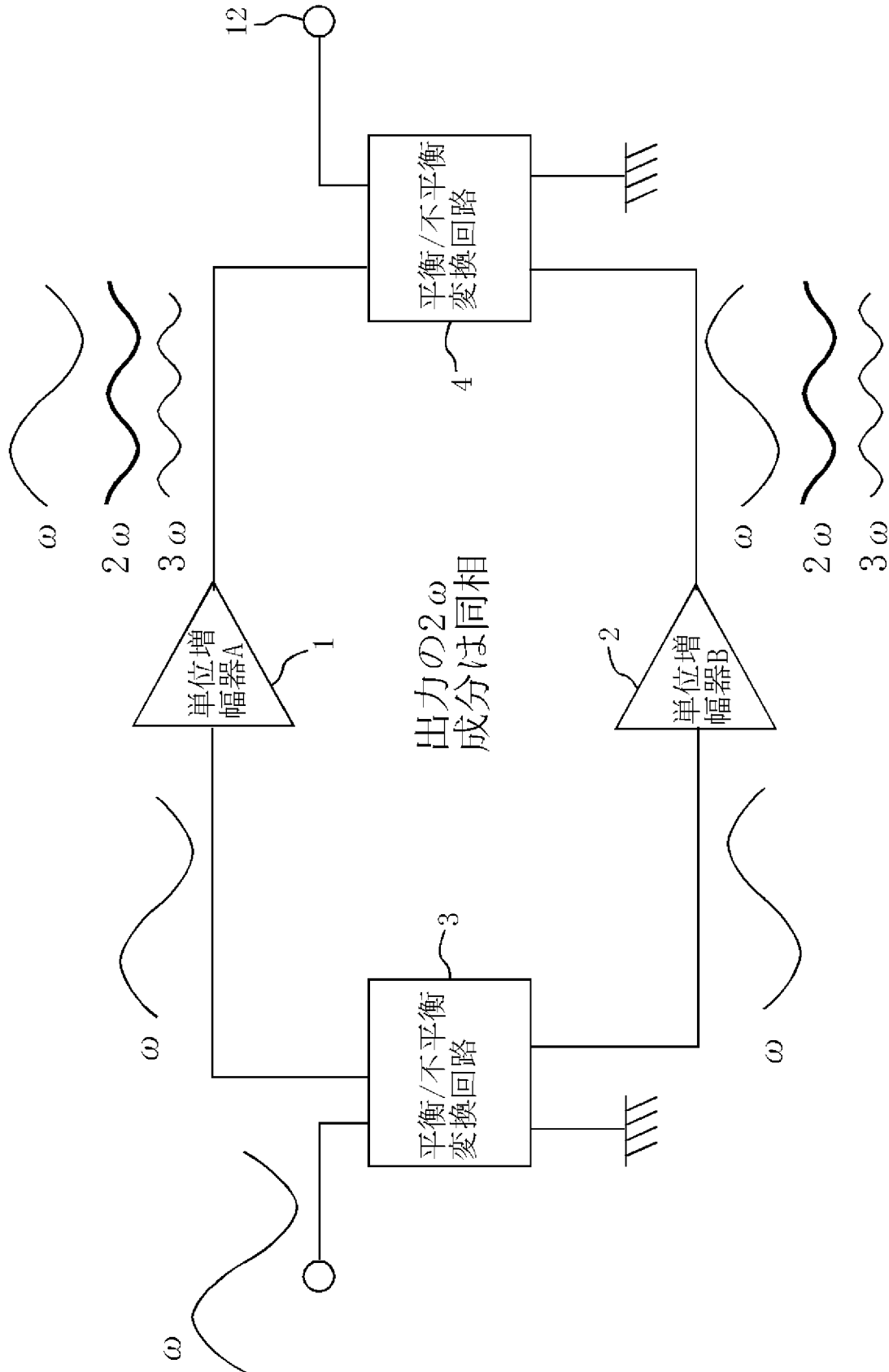
[図10]



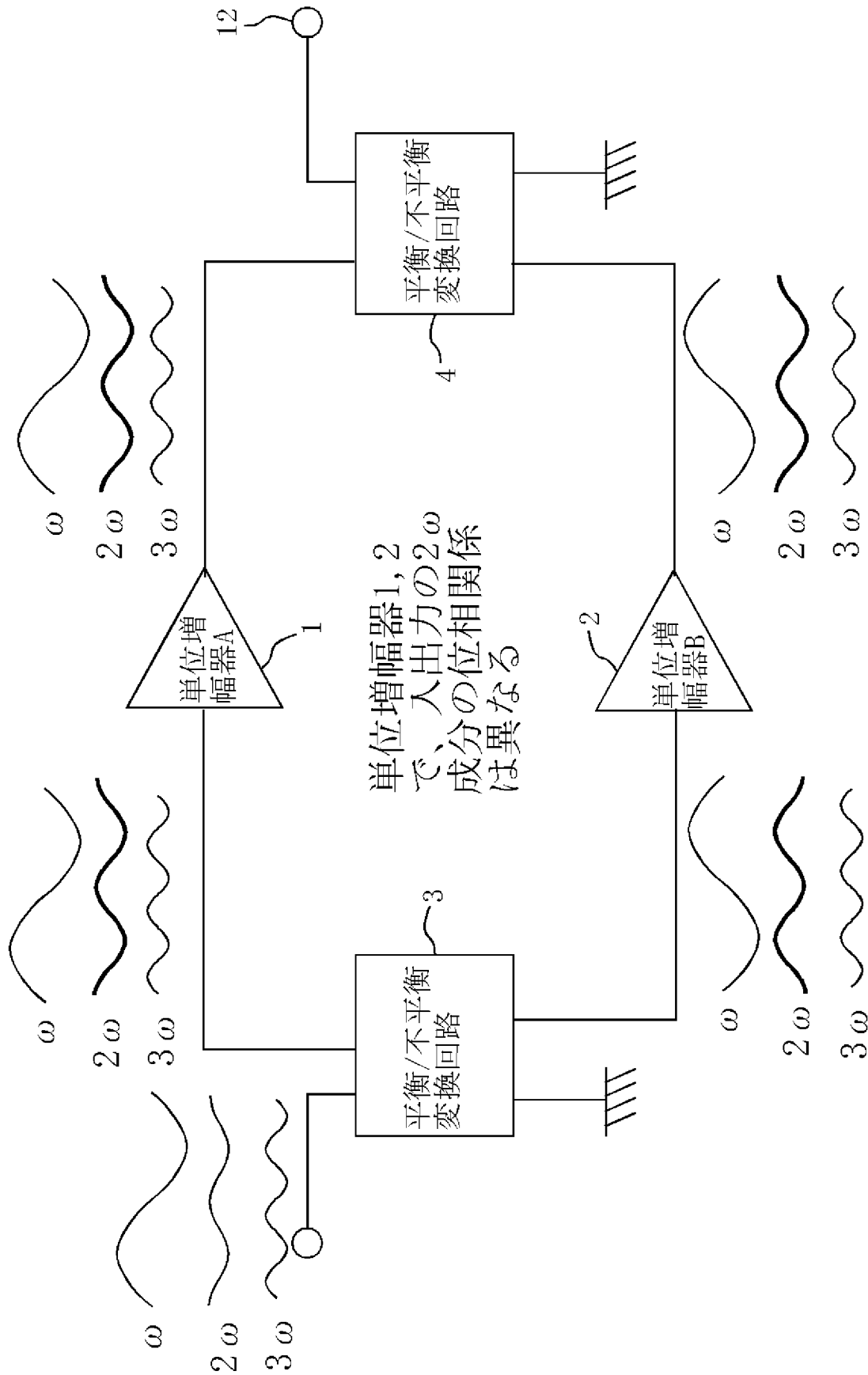
[图11]



[図12]



[図13]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2008/066653

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H03F1/32(2006.01) i, H03F3/26(2006.01) i, H03F3/30(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)

H03F1/32, H03F3/26, H03F3/30

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	1996-2008
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2008	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2008

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	JP 9-102718 A (Yagi Antenna Inc.),	1-3, 5
Y	15 April, 1997 (15.04.97),	6
A	Fig. 5 (Family: none)	4
Y	JP 8-139535 A (Fujitsu Ltd.), 31 May, 1996 (31.05.96), Fig. 3 (Family: none)	6

☐ 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
09 December, 2008 (09.12.08)

Date of mailing of the international search report
22 December, 2008 (22.12.08)

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（I P C））

Int.Cl. H03F1/32(2006.01)i, H03F3/26(2006.01)i, H03F3/30(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（I P C））

Int.Cl. H03F1/32, H03F3/26, H03F3/30

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 0 8 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 0 8 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 0 8 年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X Y A	JP 9-102718 A（八木アンテナ株式会社），1997.4.15，図5， （ファミリーなし）	1-3, 5 6 4
Y	JP 8-139535 A（富士通株式会社），1996.5.31，図3， （ファミリーなし）	6

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

0 9 . 1 2 . 2 0 0 8

国際調査報告の発送日

2 2 . 1 2 . 2 0 0 8

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / 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）

儀同 孝信

電話番号 03-3581-1101 内線 3568

5 T

3 5 6 6