

(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2月2日(02.02.2012)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2012/014395 A1

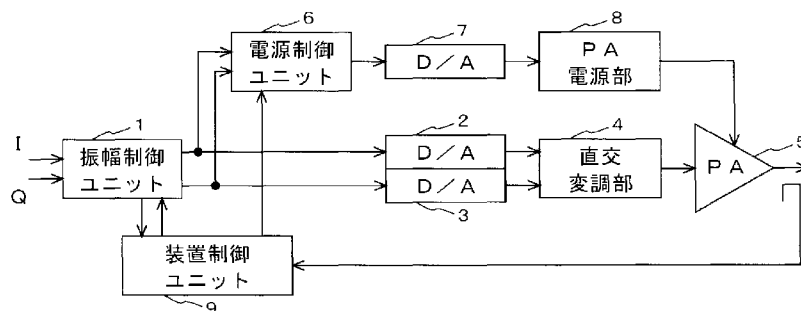
- (51) 国際特許分類:
H03F 1/02 (2006.01) H03F 3/24 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2011/003988
- (22) 国際出願日: 2011年7月12日(12.07.2011)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2010-168024 2010年7月27日(27.07.2010) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 株式会社日立国際電気(HITACHI KOKUSAI ELECTRIC INC.) [JP/JP]; 〒1018980 東京都千代田区外神田四丁目14番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 本江 直樹 (HONGO, Naoki) [JP/JP]; 〒1878511 東京都小平市御幸町32番地株式会社日立国際電気内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 守山 辰雄 (MORIYAMA, Tatsuo); 〒1500021 東京都渋谷区恵比寿西二丁目7番10号 えびす第3 8階 Tokyo (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, RO, RS, RU, 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, 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).
- 規則 4.17 に規定する申立て:
— 出願し及び特許を与えられる出願人の資格に関する申立て (規則 4.17(ii))

[続葉有]

(54) Title: AMPLIFYING DEVICE

(54) 発明の名称: 増幅装置

[図1]



- 1 AMPLITUDE CONTROL UNIT
4 DC-AC MODULATION UNIT
6 POWER SUPPLY CONTROL UNIT
8 PA POWER SUPPLY UNIT
9 DEVICE CONTROL UNIT

(57) Abstract: An efficient amplifying device is attained. An amplifying device for amplifying a signal to be amplified was made to have the following configuration. The amplifying device is provided with an amplifier (PA) (5) for amplifying a signal. A level controlling means (1) converts the level of the signal to be amplified, according to the level of the signal. Power supply controlling means (6, 8) supply a power supply voltage to be determined according to the level of the signal to be amplified, to the amplifier (PA) (5). The amplifier (PA) (5) amplifies the signal the level of which was converted by the level controlling means (1), using the power supply voltage supplied thereto by the power supply controlling means (6, 8).

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2012/014395 A1



添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

効率的な増幅装置を実現する。増幅対象となる信号を増幅する増幅装置において、次のような構成とした。すなわち、信号を増幅する増幅器 (P A 5) を備える。レベル制御手段 1 が、前記増幅対象となる信号のレベルに応じて、当該信号のレベルを変換する。電源制御手段 6、8 が、前記増幅対象となる信号のレベルに応じて決定される電源電圧を前記増幅器 (P A 5) へ供給する。前記増幅器 (P A 5) は、前記電源制御手段 6、8 により供給される電源電圧により、前記レベル制御手段 1 によりレベルが変換された信号を増幅する。

明 細 書

発明の名称：増幅装置

技術分野

[0001] 本発明は、増幅装置に関し、特に、効率的な増幅装置に関する。

背景技術

[0002] 電力増幅器には、低非線形歪、高効率化及び広帯域化が求められる。現在では、ドハティ増幅器で高効率化し、DPD (Digital Pre-Distortion) で歪補償を行う方法が一般的である。

例えば、第3世代以降の携帯電話では、WCDMA (Wideband Code Division Multiple Access) やOFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplex) などのPAPR (Peak to Average Power Ratio) の大きい信号が用いられ、システムの帯域幅は数十MHzである。第4世代では、更に広帯域な信号が用いられるが、ドハティ増幅器ではPAPRに応じたバックオフが必要であるため高効率化に限界がある。また、 $1/4$ 波長線路を用いた負荷変調を行うため、広帯域化が困難である。

[0003] そこで、増幅する信号の振幅に応じて増幅器の電源電圧を制御することによって、常に飽和に近い状態で動作させる方式が研究されている。この方式を用いると、理想的にはバックオフは不要となるため高効率化を実現でき、また、増幅する信号の周波数に依存しないため広帯域化を期待できる。この方式の代表的な技術として、ET (Envelope Tracking) 方式や、EER (Envelope Elimination and Restoration) 方式が挙げられる。

[0004] 図9には、ET方式の増幅装置の構成例を概念的に示してある。

本例の増幅装置は、電力増幅部 (PA: Power Amplifier) 101、振幅検出部102、PA電源部103を備えている。

入力信号は、CDMA信号やOFDM信号などの大きなPAPRを持つ変調信号を無線周波数（RF：Radio Frequency）の搬送波に乗せたRF信号である。

[0005] 本例のET方式の増幅装置において行われる動作の例を示す。

入力信号は、振幅検出部102で振幅を検出される。PA電源部103では、検出された振幅の大きさに応じて、PA101に与える電源電圧の大きさを制御する。PA101では、入力信号が入力され、電力を増幅して出力信号を出力する。

このとき、PA101で入力信号の振幅に対応した電源が供給されるように、PA101の入力側又は電源供給側に、適宜、遅延回路（図示せず）を挿入して時間調整が行われる。

[0006] 本例の増幅装置を実施する一例としては、振幅検出部102にはダイオード検波器を用い、PA電源部103にはD級増幅器を用い、PA101には電界効果トランジスタ（FET：Field Effect Transistor）やバイポーラトランジスタを用いる。その他、様々な公知の技術で実現できる。

[0007] 図10には、EER方式の増幅装置の構成例を概念的に示してある。

本例の増幅装置は、電力増幅部（PA）101、振幅検出部102、PA電源部103、位相検出部（例えば、リミッタ）111を備えている。

ここで、図9に示されるET方式の増幅装置との概略的な違いは、位相検出部111をPA101の入力側に備える点である。

[0008] 本例のEER方式の増幅装置において行われる動作の例を示す。

位相検出部111は、入力信号の振幅情報を取り除き、位相情報のみを抽出してPA101へ出力する。本例では、PA電源部103で印加される電圧によってPA101のゲインが変化する性質を利用しており、PA101の出力信号では振幅情報が復元される。

本例の増幅装置を実施する一例としては、位相検出部111には飽和増幅器を用いる。また、本例では、PA101には、入力信号が定包絡であるた

めC級増幅器を用いることができる。その他、様々な公知の技術で実現できる。

[0009] 図11には、従来方式（固定電圧）とET方式／EER方式との比較例を示してある。

グラフの横軸は時間（Time）を表しており、縦軸は一例としてFETに印加するドレイン電圧（VDD）を表している。

従来方式では、最大電力に合わせた固定の電源電圧（Fixed VDD）を印加していたのに対し、ET方式／EER方式では入力信号の振幅（点線で示したEnvelope）に応じた電源電圧を印加して飽和に近い状態で増幅器（PA）を動作させる。従って、図11に示される色付き部分の供給電圧を低減できる、すなわち、PA101への供給電力を低減できるので、高効率となる。

[0010] ここで、上述したET方式やEER方式の例はアナログ信号に対する実現方法であった。

次に、デジタル信号に対する実現方法を示す。

図12には、デジタル方式を採用したET方式又はEER方式の増幅装置の構成例を概念的に示してある。

本例の増幅装置は、ET方式では設けられずEER方式で設けられる位相検出部（例えば、リミッタ）121、D/A（Digital to Analog）変換器122、D/A変換器123、直交変調部124、電力増幅部（PA）125、振幅検出部126、D/A変換器127、PA電源部128を備えている。

[0011] ここで、電力増幅部（PA）125、振幅検出部126、PA電源部128、位相検出部121の機能については、図9や図10に示されるアナログ方式の場合と同様である。図9や図10に示されるアナログ方式との違いは、D/A変換器122、123、127、直交変調部124を備える点である。

[0012] 本例の増幅装置において行われる動作の例を示す。

入力信号は I 相及び Q 相のデジタル信号 $I(t)$ 、 $Q(t)$ である。

振幅検出部 126 は、デジタル部に備えられ、瞬時振幅 $Env(t)$ を（式 1）で求めて出力する。ここで、 $Env(t)$ 、 $I(t)$ 、 $Q(t)$ は時間 t の関数である。

[数1]

$$Env(t) = \sqrt{I^2(t) + Q^2(t)}$$

・・・（式 1）

[0013] 振幅検出部 126 からの出力信号は、D/A 変換器 127 でデジタル信号からアナログ信号へ変換される。PA 電源部 128 は、アナログ方式の場合と等しい。

また、EER 方式の場合には、入力信号は、位相検出部 121 に送られた後に、D/A 変換器 122、123 に入力される。ET 方式の場合には、位相検出部 121 は備えず、入力信号は D/A 変換器 122、123 に入力される。

[0014] 位相検出部 121 では、瞬時位相 $\theta(t)$ を（式 2）で求め、（式 3）で示される信号 $I'(t)$ を D/A 変換器 122 へ出力し、（式 4）で示される信号 $Q'(t)$ を D/A 変換器 123 へ出力する。ここで、 $\theta(t)$ 、 $I(t)$ 、 $Q(t)$ 、 $I'(t)$ 、 $Q'(t)$ は時間 t の関数であり、 AFX は固定的な振幅である。

[数2]

$$\theta(t) = \tan^{-1}(Q(t)/I(t))$$

・・・（式 2）

[数3]

$$I'(t) = A_{FIX} \cdot \cos(\theta(t))$$

・・・（式 3）

[数4]

$$Q'(t) = A_{FI\bar{X}} \cdot \sin(\theta(t))$$

・ ・ ・ (式 4)

[0015] I 相に対応した D/A 変換器 122 及び Q 相に対応した D/A 変換器 123 では、それぞれ、E T 方式の場合には入力信号をデジタル信号からアナログ信号へ変換して直交変調部 124 へ出力し、また、E E R 方式の場合には位相検出部 121 からの出力信号をデジタル信号からアナログ信号へ変換して直交変調部 124 へ出力する。

直交変調部 124 では、D/A 変換器 122、123 からの信号が直交変調され、その結果の信号が P A 125 へ出力される。P A 125 では、直交変調部 124 からの信号が電力を増幅される。

なお、無線周波数によっては、通常、周波数変換器（アップコンバータ）が、直交変調部 124 と P A 125 との間に備えられるが、図 12 では図示を省略している。

先行技術文献

特許文献

[0016] 特許文献1：特開2004-104194号公報

特許文献2：特開2009-159218号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0017] ここで、増幅器の理想的な特性の例を示す。

図 13 (a)、(b) では、E T 用増幅器（本例では、P A）について、図 13 (a) にゲイン特性の一例を示してあり、図 13 (b) に入出力特性の一例を示してある。

ゲイン特性のグラフでは、横軸は増幅器の入力電力（或いは、入力振幅） P_{in} [dB] を表しており、縦軸はゲイン（Gain）[dB] を表している。

入出力特性のグラフでは、横軸は増幅器の入力電力（或いは、入力振幅） P_{in} [dB] を表しており、縦軸は増幅器の出力電力（或いは、出力振幅） P_{out} [dB] を表している。

また、ゲイン特性及び入出力特性では、増幅器の電源電圧 V_{DD} を最大値 $V_{DD_{MAX}}$ から最小値 $V_{DD_{MIN}}$ まで変化させた場合における複数の特性を示してある（ここで、 $V_{DD_{MAX}} > V_{DD_{MIN}}$ ）。

例えば、ゲイン特性及び入出力特性では、それぞれ、図中で丸を付けたところを結ぶような特性が理想となる。つまり、電源電圧としてはできるだけ小さい電圧を使用し、且つ、飽和する直前を使用するのが好ましい。

[0018] 図 13 (c)、(d) では、EER 用増幅器（本例では、PA）について、図 13 (c) にゲイン特性の一例を示してあり、図 13 (d) に入出力特性の一例を示してある。

ゲイン特性のグラフでは、横軸は増幅器の入力電力（或いは、入力振幅） P_{in} [dB] を表しており、縦軸はゲイン (Gain) [dB] を表している。

入出力特性のグラフでは、横軸は増幅器の入力電力（或いは、入力振幅） P_{in} [dB] を表しており、縦軸は増幅器の出力電力（或いは、出力振幅） P_{out} [dB] を表している。

また、ゲイン特性及び入出力特性では、増幅器の電源電圧 V_{DD} を最大値 $V_{DD_{MAX}}$ から最小値 $V_{DD_{MIN}}$ まで変化させた場合における複数の特性を示してある（ここで、 $V_{DD_{MAX}} > V_{DD_{MIN}}$ ）。

例えば、ゲイン特性及び入出力特性では、それぞれ、図中で丸を付けたところを結ぶような特性が理想となる。つまり、電源電圧としてはできるだけ小さい電圧を使用し、且つ、飽和する直前を使用するのが好ましい。

[0019] 図 14 (a)、(b)、(c) では、一般的な増幅器の特性として、図 14 (a) にゲイン特性の一例を示してあり、図 14 (b) に入出力特性の一例を示してあり、図 14 (c) に電力効率特性の一例を示してある。

ゲイン特性のグラフでは、横軸は増幅器の入力電力（或いは、入力振幅）

P_{in} [dB] を表しており、縦軸はゲイン (Gain) [dB] を表している。

入出力特性のグラフでは、横軸は増幅器の入力電力（或いは、入力振幅） P_{in} [dB] を表しており、縦軸は増幅器の出力電力（或いは、出力振幅） P_{out} [dB] を表している。

電力効率特性のグラフでは、横軸は増幅器の入力電力（或いは、入力振幅） P_{in} [dB] を表しており、縦軸は電力効率 η を表している。

[0020] また、ゲイン特性、入出力特性及び電力効率特性では、増幅器の電源電圧 V_{DD} を最大値 $V_{DD_{MAX}}$ から最小値 $V_{DD_{MIN}}$ まで変化させた場合における複数の特性を示してある（ここで、 $V_{DD_{MAX}} > V_{DD_{MIN}}$ ）。

図 14 (a)、(b)、(c) に示されるように、ET 方式や EER 方式では、増幅器（例えば、PA101、125）への入力信号の電力（振幅）に対して、点線で示した軌跡を描く。

[0021] ここで、図 14 (a)、(b) から分かるように、電源電圧 V_{DD} が大きい領域では、電源電圧 V_{DD} の変化に対してゲインはほぼ一定に保たれ、電源電圧 V_{DD} が小さくなるにつれ、電源電圧 V_{DD} の変化に対してゲインも変化する特徴が見られる。このため、ET 方式と EER 方式で求まる特性に増幅器を調整することは困難であるという問題があった。

また、電源電圧 V_{DD} が小さい領域では、電源電圧 V_{DD} の変化に対してゲインの変化が激しく、また、電力効率 η が著しく小さくなって不安定なため、使用しないことが望ましい。

また、図 14 (c) から分かるように、ET 方式と EER 方式のいずれの方式においても、電力効率 η が最大となる特性を示しておらず、最適化に課題が残る。

[0022] 本発明は、このような従来の事情に鑑み為されたもので、効率的な増幅装置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

[0023] 上記目的を達成するため、本発明では、増幅対象となる信号を増幅する増

幅装置において、次のような構成とした。

すなわち、信号を増幅する増幅器を備えた。レベル制御手段が、前記増幅対象となる信号のレベルに応じて、当該信号のレベルを変換する。電源制御手段が、前記増幅対象となる信号のレベルに応じて決定される電源電圧を前記増幅器へ供給する。前記増幅器は、前記電源制御手段により供給される電源電圧により、前記レベル制御手段によりレベルが変換された信号を増幅する。

従って、効率的な増幅装置を実現することができる。

[0024] ここで、増幅対象となる信号としては、種々なものが用いられてもよく、例えば、送信機に適用される場合には、送信対象となる信号を用いることができる。

また、増幅器としては、種々なものが用いられてもよく、例えば、電力増幅器を用いることができる。また、増幅装置としては、例えば、電力増幅装置として構成することができる。

また、信号のレベルとしては、例えば、振幅のレベルや、電力のレベルを用いることができる。

[0025] また、増幅対象となる信号のレベルに応じて当該信号のレベルを変換する構成や、増幅対象となる信号のレベルに応じて電源電圧を決定する構成では、必ずしも増幅対象となる信号のレベルそのものが参照されなくてもよく、例えば、増幅対象となる信号のレベルに基づいて取得される情報が参照されてもよい。

一構成例として、電源制御手段は、レベル制御手段によりレベルが変換された信号のレベルに応じて決定される電源電圧を増幅器へ供給する。

[0026] 本発明に係る増幅装置では、一構成例として、次のような構成とした。

すなわち、前記レベル制御手段は、前記増幅対象となる信号のレベルに応じて当該信号のレベルを変換する態様を規定する情報として、当該増幅装置のゲインが前記増幅対象となる信号のレベルによらず一定となるように設定された情報を記憶する。

また、前記電源制御手段は、前記増幅対象となる信号のレベルに応じて電源電圧を決定する態様を規定する情報として、前記増幅対象となる信号のレベルに対して前記増幅器の電力効率を最大化するように設定された情報を記憶する。

従って、増幅装置のゲインを一定とすることや、増幅器の電力効率を最大化することができ、効率化が図られる。

[0027] ここで、増幅対象となる信号のレベルに応じて当該信号のレベルを変換する態様を規定する情報としては、例えば、増幅対象となる信号のレベルと、当該信号のレベルを変換する際に使用される値（例えば、図3に示される振幅変換値）との対応の情報をを用いることができ、このような情報をテーブル或いは数式により規定することができる。

また、増幅対象となる信号のレベルに応じて電源電圧を決定する態様を規定する情報としては、例えば、増幅対象となる信号のレベル（レベル変換後のレベルでもよい）と、電源電圧を制御する際に使用される値（例えば、図4に示される電源制御値）との対応の情報をを用いることができ、このような情報をテーブル或いは数式により規定することができる。

[0028] 本発明に係る増幅装置では、一構成例として、次のような構成とした。

すなわち、ゲイン検出手段が、前記増幅対象となる信号と前記増幅器から出力された信号に基づいて当該増幅装置のゲインを検出する。更新手段が、前記ゲイン検出手段により検出されたゲインに基づいて、前記レベル制御手段により前記増幅対象となる信号のレベルに応じて当該信号のレベルを変換する態様又は前記電源制御手段により前記増幅対象となる信号のレベルに応じて電源電圧を決定する態様の一方又は両方を更新する。

従って、フィードバックの信号（増幅器から出力された信号）を用いて、レベル制御手段や電源制御手段について更新を行うことにより、良好な状態を維持することができる。

[0029] ここで、増幅対象となる信号と増幅器から出力された信号に基づいて増幅装置のゲインを検出する構成において、増幅対象となる信号や、増幅器から

出力された信号としては、それぞれ、必ずしも該当する信号そのものが用いられなくてもよく、例えば、該当する信号に処理が施された結果の信号のように、該当する信号に基づいて取得される信号が用いられてもよい。

また、レベル制御手段についての更新と、電源制御手段についての更新は、例えば、両方が行われてもよく、或いは、いずれか一方のみが行われてもよい。

[0030] (以下、構成例の説明)

以下に、構成例として、(構成例 1) ~ (構成例 10) を示す。なお、これらの構成例は、本発明を限定するものではない。

(構成例 1 : 例えば、図 1、図 5 に対応)

入力信号の振幅に対応付けて当該入力信号の振幅を変換する振幅制御ユニットと、

変換した振幅に対応付けて電力増幅器の電源電圧を制御する電源制御ユニット (他の構成例として、入力信号の振幅に対応付ける場合は、例えば、図 7 に対応) と、

を備えることを特徴とした電力増幅装置。

[0031] (構成例 2 : 例えば、図 3 に対応)

(構成例 1) に記載の電力増幅装置において、

前記振幅制御ユニットの振幅を変換する対応付けは、電力増幅装置のゲインが入力信号の振幅によらず一定となるように振幅を変換するような関係となる、

ことを特徴とした電力増幅装置。

[0032] (構成例 3 : 例えば、図 4 に対応)

(構成例 1) 又は (構成例 2) に記載の電力増幅装置において、

前記電源制御ユニットの電源電圧を制御する対応付けは、入力信号の振幅に対して電力増幅器の電力効率を最大化するように電源電圧を制御するような関係となる、

ことを特徴とした電力増幅装置。

[0033] (構成例 4 : 例えば、図 5 に対応)

(構成例 1) 乃至 (構成例 3) のいずれかに記載の電力増幅装置において、前記振幅制御ユニットは、
入力信号の振幅を検出する振幅検出部と、
前記検出した振幅に対応した振幅変換値を出力する振幅制御部と、
前記振幅変換値をもとに前記入力信号の振幅を変換する振幅変換部と、
を備えることを特徴とした電力増幅装置。

[0034] (構成例 5 : 例えば、図 5 に対応)

(構成例 1) 乃至 (構成例 3) のいずれかに記載の電力増幅装置において、前記電源制御ユニットは、
入力信号の振幅を検出する振幅検出部と、
前記検出した振幅に対応した電源制御値を出力する電源制御部と、
を備えることを特徴とした電力増幅装置。

[0035] (構成例 6 : 例えば、図 1、図 5、図 7 に対応)

(構成例 1) 乃至 (構成例 5) のいずれかに記載の電力増幅装置において、
前記振幅制御ユニットの対応付け又は前記電源制御ユニットの対応付けの少なくとも一方を適応制御する装置制御ユニット
を備えることを特徴とした電力増幅装置。

[0036] (構成例 7 : 例えば、図 5、図 7 に対応)

(構成例 6) に記載の電力増幅装置において、前記装置制御ユニットは、
増幅器からのフィードバック信号をデジタル信号に変換する A/D 変換器と、
前記入力信号と前記フィードバック信号とから増幅装置のゲインを検出するゲイン検出部と、
前記電源制御部の対応付け又は前記振幅制御部の対応付けの少なくとも一方を更新する装置制御部と、
を備えることを特徴とした電力増幅装置。

[0037] (構成例 8 : 例えば、図 6 に対応)

(構成例 7) に記載の電力増幅装置において、前記適応制御方法は、
前記ゲイン検出部で検出したゲインと目標とするゲインとを比較して、
目標とするゲインよりも検出したゲインが高い場合は、増幅器の電源電圧
を小さくする方向に該当する入力信号の振幅と電源制御値との対応付けを更
新することを優先にして、次に振幅を小さくする方向に該当する入力信号の
振幅と振幅変換値との対応付けを更新し、

目標とするゲインよりも検出したゲインが低い場合は、振幅を大きくする
方向に該当する入力信号の振幅と振幅変換値との対応付けを更新することを
優先にして、次に増幅器の電源電圧を大きくする方向に該当する入力信号の
振幅と電源制御値との対応付けを更新する、

ことを特徴とした電力増幅装置。

[0038] (構成例 9 : 例えば、図 8 に対応)

電力増幅装置において、

入力信号の振幅を検出する振幅検出部と、

前記検出した振幅に対応した振幅変換値及び位相変換値を出力する振幅／
位相制御部と、

前記振幅変換値及び前記位相変換値をもとに前記入力信号の振幅及び位相
を変換する振幅／位相変換部と、

前記振幅／位相変換部の出力信号の振幅を検出する振幅検出部と、

前記検出した振幅に対応した電源制御値を出力する電源制御部と、

増幅器からのフィードバック信号をデジタル信号に変換する A/D 変換器
と、

前記入力信号と前記フィードバック信号とから増幅装置のゲイン／位相を
検出するゲイン／位相検出部と、

前記電源制御部の対応付け又は前記振幅／位相制御部の対応付けの少なく
とも一方を更新する装置制御部と、

を備えることを特徴とした電力増幅装置。

[0039] (構成例 10 : 例えば、図 1、図 5、図 7、図 8 に対応)

(構成例 1) 乃至 (構成例 9) のいずれかに記載の電力増幅装置において、
、
振幅制御ユニットの出力信号をアナログ信号に変換する D/A 変換器と、
前記 D/A 変換器の出力信号を直交変調する直交変調器と、
前記直交変調器の出力信号の電力を増幅する電力増幅器と、
電源制御ユニットの出力信号をアナログ信号に変換する D/A 変換器と、
前記アナログ信号に変換された電源制御ユニットの出力信号に応じて前記電力増幅器に電源電圧を与える PA 電源部と、
を備えることを特徴とした電力増幅装置。

(以上、構成例の説明)

[0040] (以下、更なる構成例の説明)

以下に、更なる構成例として、(構成例 11) ~ (構成例 17) を示す。
なお、これらの構成例は、本発明を限定するものではない。

(構成例 11 : 例えば、図 1、図 7 に対応)

増幅対象となる信号を増幅する増幅装置において、
信号を増幅する増幅器と、
前記増幅器の電源部と、
前記増幅対象となる信号のレベルを検出するレベル検出部と、
前記レベル検出部で検出される信号のレベルに対応付けられた振幅に前記増幅対象となる信号の振幅を変換する振幅制御部と、
前記レベル検出部で検出される信号のレベルに対応付けられた電源電圧に前記電源部の電源電圧を制御する電源制御部と、を備え、
前記増幅器は、前記振幅制御部により振幅が変換された信号を増幅する、
ことを特徴とする増幅装置。

[0041] (構成例 12 : 例えば、図 6、図 7 に対応)

(構成例 11) に記載の増幅装置において、
前記増幅対象となる信号と前記増幅器から出力される信号に基づいて、前

記増幅対象となる信号のレベル毎に当該増幅装置のゲインを検出するゲイン検出部と、

前記振幅制御部における前記増幅対象となる信号の振幅を変換する対応付け、及び前記電源制御部における電源電圧を制御する対応付けを、当該増幅装置のゲインが目標とするゲインに近づくように、前記増幅対象となる信号のレベル毎に更新する更新処理部とを備え、

前記更新制御部は、前記ゲイン検出部により検出された前記増幅対象となる信号のレベル毎のゲインと、前記目標とするゲインとを比較して、

前記目標とするゲインよりも検出されたゲインが高い場合は、前記振幅制御部における前記増幅対象となる信号の振幅を変換する対応付けを更新する処理よりも、前記電源制御部における電源電圧を制御する対応付けを前記電源電圧が小さくなる方向に更新する処理を優先して行い、

前記目標となるゲインよりも検出されたゲインが低い場合は、前記電源制御部における電源電圧を制御する対応付けを更新する処理よりも、前記振幅制御部における前記増幅対象となる信号の振幅を変換する対応付けを前記増幅対象となる信号の振幅が大きくなる方向に更新する処理を優先して行う、ことを特徴とする増幅装置。

[0042] (構成例 13 : 例えば、図 7 に対応)

(構成例 11 に記載の増幅装置において、

前記振幅制御部は、前記レベル検出部で検出される前記増幅対象となる信号のレベルと、当該レベルの信号の振幅を変換する際に用いる振幅変換値とを対応付けるテーブル又は数式を記憶する記憶部を備え、

前記電源制御部は、前記レベル検出部で検出される前記増幅対象となる信号のレベルと、電源電圧を制御する際に用いる電源制御値とを対応付けるテーブル又は数式を記憶する記憶部を備える、

ことを特徴とする増幅装置。

[0043] (構成例 14 : 例えば、図 7 に対応)

(構成例 13) に記載の増幅装置において、

前記振幅制御部の記憶部は、当該増幅装置のゲインが前記増幅対象となる信号のレベルによらず一定となるように前記対応付けを記憶し、

前記電源制御部の記憶部は、前記増幅対象となる信号のレベルに対して前記増幅器の電力効率を最大化するように前記対応付けを記憶する、
ことを特徴とする増幅装置。

[0044] (構成例 15 : 例えば、図 6、図 7 に対応)

(構成例 13) に記載の増幅装置において、

前記増幅対象となる信号と前記増幅器から出力される信号に基づいて、前記増幅対象となる信号のレベル毎に当該増幅装置のゲインを検出するゲイン検出部と、

前記振幅制御部の記憶部に記憶される前記振幅制御値の対応付け、及び前記電源制御部の記憶部に記憶される前記電源制御値の対応付けを、当該増幅装置のゲインが目標とするゲインに近づくように、前記増幅対象となる信号のレベル毎に更新する更新処理部とを備え、

前記更新制御部は、前記ゲイン検出部により検出された前記増幅対象となる信号のレベル毎のゲインと、前記目標とするゲインとを比較して、

前記目標とするゲインよりも検出されたゲインが高い場合は、前記振幅制御部の記憶部に記憶される対応付けを更新する処理よりも、前記電源制御部の記憶部に記憶される対応付けを前記電源部の電源電圧が小さくなる方向に更新する処理を優先して行い、

前記目標となるゲインよりも検出されたゲインが低い場合は、前記電源制御部の記憶部に記憶される対応付けを更新する処理よりも、前記振幅制御部の記憶部に記憶される対応付けを前記増幅対象となる信号の振幅が大きくなる方向に更新する処理を優先して行う、

ことを特徴とする増幅装置。

[0045] (構成例 16 : 例えば、図 1、図 5、図 6 に対応)

増幅対象となる信号を増幅する増幅装置において、
信号を増幅する増幅器と、

前記増幅器の電源部と、

前記増幅対象となる信号の振幅を当該信号のレベルに対応付けられた振幅に変換し、当該変換した信号を前記増幅器へ出力する振幅制御部と、

前記電源部の電源電圧を前記振幅制御部で振幅が変換された信号のレベルに対応付けられた電源電圧に制御する電源制御部と、

前記増幅対象となる信号と前記増幅器から出力される信号に基づいて、前記増幅対象となる信号のレベル毎に当該増幅装置のゲインを検出するゲイン検出部と、

前記振幅制御部における前記増幅対象となる信号の振幅を変換する対応付け、及び前記電源制御部における電源電圧を制御する対応付けを、当該増幅装置のゲインが目標とするゲインに近づくように、前記増幅対象となる信号のレベル毎に更新する更新処理部とを備え、

前記更新制御部は、前記ゲイン検出部により検出された前記増幅対象となる信号のレベル毎のゲインと、前記目標とするゲインとを比較して、

前記目標とするゲインよりも検出されたゲインが高い場合は、前記振幅制御部における前記増幅対象となる信号の振幅を変換する対応付けを更新する処理よりも、前記電源制御部における電源電圧を制御する対応付けを前記電源電圧が小さくなる方向に更新する処理を優先して行い、

前記目標となるゲインよりも検出されたゲインが低い場合は、前記電源制御部における電源電圧を制御する対応付けを更新する処理よりも、前記振幅制御部における前記増幅対象となる信号の振幅を変換する対応付けを前記増幅対象となる信号の振幅が大きくなる方向に更新する処理を優先して行う、ことを特徴とする増幅装置。

[0046] (構成例 17 : 例えば、図 5 に対応)

(構成例 16) に記載の増幅装置において、

前記振幅制御部は、前記増幅対象となる信号のレベルと、当該レベルの信号の振幅を変換する際に用いる振幅変換値とを対応付けるテーブル又は数式を記憶する記憶部を備え、

前記電源制御部は、前記振幅制御部で振幅が変換された信号のレベルと、電源電圧を制御する際に用いる電源制御値とを対応付けるテーブル又は数式を記憶する記憶部を備える、

ことを特徴とする増幅装置。

発明の効果

[0047] 以上説明したように、本発明に係る増幅装置によると、増幅器の電力効率向上を図ることができる。

図面の簡単な説明

[0048] [図1]本発明の第1実施例に係る増幅装置の構成例を示す図である。

[図2]実施例に係る増幅器の特性として、(a)はゲイン特性の一例を示す図であり、(b)は入出力特性の一例を示す図であり、(c)は電力効率特性の一例を示す図である。

[図3]振幅変換値の一例を示す図である。

[図4]電源制御値の一例を示す図である。

[図5]本発明の第2実施例に係る増幅装置の構成例を示す図である。

[図6]装置制御部により行われる処理の手順の一例を示すフローチャートの図である。

[図7]本発明の第3実施例に係る増幅装置の構成例を示す図である。

[図8]本発明の第4実施例に係る増幅装置の構成例を示す図である。

[図9]ET方式の増幅装置の構成例を示す図である。

[図10]EER方式の増幅装置の構成例を示す図である。

[図11]従来方式(固定電圧)とET方式/EER方式との比較例を示す図である。

[図12]デジタル方式を採用したET方式又はEER方式の増幅装置の構成例を示す図である。

[図13](a)、(b)はET用増幅器についての特性の例を示す図であり、(c)、(d)はEER用増幅器についての特性の例を示す図である。

[図14]一般的な増幅器の特性として、(a)はゲイン特性の一例を示す図で

あり、（b）は入出力特性の一例を示す図であり、（c）は電力効率特性の一例を示す図である。

発明を実施するための形態

[0049] 本発明に係る実施例を図面を参照して説明する。

実施例 1

[0050] 本発明の第 1 実施例を説明する。

図 1 には、本発明の一実施例に係る増幅装置（本例では、電力増幅装置）の構成例を示してある。本例の増幅装置は、一例として、無線通信システムにおける基地局装置の送信機に適用され、送信対象となる信号を入力信号とする。

本例の増幅装置は、振幅制御ユニット 1、I 相に対応した D/A 変換器 2、Q 相に対応した D/A 変換器 3、直交変調部 4、電力増幅部（PA）5、電源制御ユニット 6、D/A 変換器 7、PA 電源部 8、装置制御ユニット 9 を備えている。

[0051] ここで、本例の増幅装置における I 相に対応した D/A 変換器 2、Q 相に対応した D/A 変換器 3、直交変調部 4、電力増幅部（PA）5、D/A 変換器 7、PA 電源部 8 としては、例えば、図 12 に示される増幅装置における対応する処理部 122、123、124、125、127、128 と同様な構成及び動作を用いることができる。

[0052] 本例の増幅装置において行われる動作の例を示す。

入力信号は I 相及び Q 相のデジタル信号 $I(t)$ 、 $Q(t)$ である。 t は時間を表す。

振幅制御ユニット 1 は、入力信号に対して振幅制御を行う。具体的には、振幅制御ユニット 1 は、入力信号の振幅を検出し、検出した振幅に応じて入力信号の振幅を変換する機能を有しており、変換後の振幅を持つ信号（I 相及び Q 相）を電源制御ユニット 6 へ出力し、変換後の振幅を持つ信号の I 相成分を D/A 変換器 2 へ出力し、変換後の振幅を持つ信号の Q 相成分を D/A 変換器 3 へ出力し、また、検出した振幅の信号を装置制御ユニット 9 へ出

力する。

ここで、入力信号の振幅（本例では、瞬時振幅 $E_{nv}(t)$ ）は、（式 1）により求められる。

[0053] I 相に対応した D/A 変換器 2 は、振幅制御ユニット 1 から入力された I 相成分の信号をデジタル信号からアナログ信号へ変換して直交変調部 4 へ出力する。

Q 相に対応した D/A 変換器 3 は、振幅制御ユニット 1 から入力された Q 相成分の信号をデジタル信号からアナログ信号へ変換して直交変調部 4 へ出力する。

直交変調部 4 は、2 個の D/A 変換器 2、3 から入力された信号を直交変調し、その結果の信号を PA 5 へ出力する。

PA 5 は、直交変調部 4 から入力された信号を増幅（本例では、電力増幅）して出力する。PA 5 からの出力信号（増幅信号）の一部が方向性結合器等により取得されてフィードバック信号として装置制御ユニット 9 に入力される。

[0054] ここで、振幅制御ユニット 1 における振幅の変換について説明する。

図 2（a）、（b）、（c）では、本例の増幅器（PA 5）の特性として、図 2（a）にゲイン特性の一例を示してあり、図 2（b）に入出力特性の一例を示してあり、図 2（c）に電力効率特性の一例を示してある。

ゲイン特性のグラフでは、横軸は増幅器の入力電力（或いは、入力振幅） $P_{in} [dB]$ を表しており、縦軸はゲイン（Gain） $[dB]$ を表している。

入出力特性のグラフでは、横軸は増幅器の入力電力（或いは、入力振幅） $P_{in} [dB]$ を表しており、縦軸は増幅器の出力電力（或いは、出力振幅） $P_{out} [dB]$ を表している。

電力効率特性のグラフでは、横軸は増幅器の入力電力（或いは、入力振幅） $P_{in} [dB]$ を表しており、縦軸は電力効率 η を表している。

[0055] また、ゲイン特性、入出力特性及び電力効率特性では、増幅器の電源電圧

VDD を最大値 VDD_{MAX} から最小値 VDD_{MIN} まで変化させた場合における複数の特性を示してある（ここで、 $VDD_{MAX} > VDD_{MIN}$ ）。

図2（a）、（b）、（c）に示されるように、本例の増幅装置では、増幅器（PA5）への入力信号の電力（振幅）に対して、好ましい一例として、点線で示した軌跡を描くような特性となるように調整する。

[0056] 振幅制御ユニット1における振幅の変換に関して、好ましい対応付けの形態としては、図2（a）、（b）に示されるように増幅器（PA5）のゲインが一定でないため、振幅変換前の信号に対するPA5の出力信号のゲインが一定となるように振幅を変換することが考えられる。つまり、本例の増幅装置としてのゲインが一定となるように、増幅装置への入力信号の振幅を変換する。

本例では、振幅制御ユニット1と電源制御ユニット6とを合わせてゲインを一定にすることを特徴とする。

[0057] 図3には、振幅制御ユニット1で用いられる振幅変換値の一例を示してある。

具体的には、グラフの横軸は参照される振幅（或いは、電力）P1を表しており、縦軸は振幅変換値を表している。

なお、図3に示される振幅変換値に関する対応付けは、例えば、振幅制御ユニット1における振幅制御部（一実施例では、図5に示される振幅制御部12）でメモリに記憶されて用いられ、参照される振幅（或いは、電力）P1は振幅制御部へ入力される振幅（或いは、電力）の情報となる。

本例では、図3に示される振幅変換値に関する対応付けにより、振幅変換の機能を実現する。

[0058] 電源制御ユニット6は、振幅制御ユニット1からの入力信号の振幅を検出し、検出した振幅に応じてPA5に与える電源電圧 VDD の電源制御値をD/A変換器7へ出力する。

D/A変換器7は、電源制御ユニット6から入力された電源制御値をデジタル信号からアナログ信号へ変換してPA電源部8へ出力する。

PA電源部8は、電源制御ユニット6からD/A変換器7を介して入力された電源制御値に応じて、PA5に与える電源電圧の大きさを制御する。本例では、電源制御値が大きい方が、PA電源部8からPA5に与えられる電源電圧が大きいとする。

[0059] ここで、電源制御ユニット6における電源制御値について説明する。

例えば、図12に示される従来方式の増幅装置では振幅検出部126が検出した振幅に比例した電源電圧VDDの電源制御値をD/A変換器127へ出力するのに対して、本例の電源制御ユニット6では非線形の値を対応付けることを特徴とする。

[0060] 電源制御ユニット6における電源制御値に関して、好ましい対応付けの形態としては、図2(c)に示される電力効率特性で電力効率が高く、且つ、図2(a)に示されるゲイン特性及び図2(b)に示される入出力特性でゲイン及び出力電力が安定している領域で動作するように電源電圧VDDを与えることが考えられる。一例として、図2(a)、(b)、(c)で点線により示されるように増幅器を動作させる。

[0061] 図4には、電源制御ユニット6で用いられる電源制御値の一例を示している。

具体的には、グラフの横軸は参照される振幅（或いは、電力）P2を表しており、縦軸は電源制御値を表している。

なお、図4に示される電源制御値に関する対応付けは、例えば、電源制御ユニット6における電源制御部（一実施例では、図5に示される電源制御部22）でメモリに記憶されて用いられ、参照される振幅（或いは、電力）P2は電源制御部へ入力される振幅（或いは、電力）の情報となる。

本例では、図4に示される電源制御値に関する対応付けにより、電源制御の機能を実現する。

[0062] 装置制御ユニット9は、振幅制御ユニット1において記憶される（入力信号の振幅（或いは、電力）対振幅変換値）の対応付けや、電源制御ユニット6において記憶される（入力信号の振幅（或いは、電力）対電源制御値）の

対応付けを適応制御する機能を有している。本例では、装置制御ユニット 9 は、P A 5 からの出力信号の一部をフィードバックした信号と振幅制御ユニット 1 からの振幅の信号に基づいて、ゲイン及び電力効率を、例えば常に良好に保つように、制御する。

[0063] なお、無線周波数によっては、通常、周波数変換器（アップコンバータ）が、直交変調部 4 と P A 5 との間に備えられるが、図 1 では図示を省略している。

同様に、無線周波数によっては、通常、周波数変換器（ダウンコンバータ）が、P A 5 と装置制御ユニット 9 との間に備えられるが、図 1 では図示を省略している。

また、本例では、装置制御ユニット 9 へのフィードバック信号に関して、アナログ部又はデジタル部で用いられる直交検波部（一実施例では、図 5 に示されるデジタルの直交検波部 3 2）が備えられ、図 1 では図示を省略している。

[0064] また、本例では、アナログ直交変調の例を示しているが、デジタル直交変調を行う場合には、振幅制御ユニット 1 と D/A 変換器 2、3 との間（D/A 変換器 2、3 の前段）にデジタルの直交変調部を備え、これら 2 個の D/A 変換器 2、3 の代わりに 1 個の D/A 変換器とし、また、アナログの直交変調部 4 は不要であるため備えない。

[0065] 以上のように、本例の増幅装置では、入力信号の振幅（或いは、電力）に対応して当該入力信号の振幅を変換する振幅制御ユニット 1 と、当該変換された振幅（或いは、電力）に対応して電力増幅器（P A 5）の電源電圧を制御する電源制御ユニット 6 と、を備えた。

また、本例の増幅装置では、振幅制御ユニット 1 の出力信号をアナログ信号へ変換する D/A 変換器 2、3 と、当該 D/A 変換器 2、3 の出力信号を直交変調する直交変調器からなる直交変調部 4 と、当該直交変調部 4 の出力信号の電力を増幅する電力増幅器からなる P A 5 と、電源制御ユニット 6 の出力信号をアナログ信号へ変換する D/A 変換器 7 と、アナログ信号に変換

された電源制御ユニット6の出力信号に応じてP A 5（電力増幅器）に電源電圧を与えるP A電源部8と、を備えた。

[0066] また、本例の増幅装置では、振幅制御ユニット1において振幅を変換する対応付けは、増幅装置のゲインが入力信号の振幅によらず一定となるように振幅を変換するような関係（又は、それに近くするような関係）とする。

また、本例の増幅装置では、電源制御ユニット6において電源電圧を制御する対応付けは、入力信号の振幅に対して電力増幅器（P A 5）の電力効率を最大化するように電源電圧を制御するような関係（又は、それに近くするような関係）とする。

また、本例の増幅装置では、振幅制御ユニット1における対応付け又は電源制御ユニット6における対応付けの少なくとも一方を制御（例えば、適応制御）する装置制御ユニット9を備えた。

[0067] 従って、本例の増幅装置では、例えば振幅変調型E T電力増幅装置のような構成において、電力増幅器（P A 5）の高効率化を実現することができ、一例として、複雑なP Aの調整を不要とし、且つ、電力効率を最大化する電力増幅装置の実現を可能とする。

本例の増幅装置では、図2（a）、（b）、（c）に点線で示されるような増幅器が安定している領域で動作し、且つ、電力効率を最大化することが可能となる。また、本例の増幅装置では、増幅装置のゲインを一定にすることができる。

また、本例の増幅装置では、フィードバック制御により、装置の動作（例えば、振幅変換値や電源制御値）を良好に保つことができる。

[0068] なお、本例の図1に示される増幅装置では、P A 5の増幅器で信号を増幅する場合に、振幅制御ユニット1の機能によりレベル制御手段が構成されており、電源制御ユニット6の機能（更に、P A電源部8の機能が含められてもよい）により電源制御手段が構成されている。

実施例 2

[0069] 本発明の第2実施例を説明する。

図 5 には、本発明の一実施例に係る増幅装置の構成例を示してある。

本例の増幅装置の概略的な構成及び動作は、図 1 に示される増幅装置と同様であり、本例では、振幅制御ユニット 1、電源制御ユニット 6、装置制御ユニット 9 の詳細な例を示す。

なお、図 5 では、直交変調部 4、PA 5、PA 電源部 8 については、図示を省略している。

[0070] 振幅制御ユニット 1 は、振幅検出部 11、振幅制御部 12、振幅変換部 13 を備えている。

電源制御ユニット 6 は、振幅検出部 21、電源制御部 22 を備えている。

装置制御ユニット 9 は、A/D (Analog to Digital) 変換器 31、直交検波部 32、ゲイン検出部 33、装置制御部 34 を備えている。

[0071] 振幅制御ユニット 1 について説明する。

振幅制御ユニット 1 の入力信号は I 相及び Q 相のデジタル信号 $I(t)$ 、 $Q(t)$ である。

振幅検出部 11 は、例えば従来例に係るものと同様に、入力信号 $I(t)$ 、 $Q(t)$ に対して (式 1) を用いて瞬時振幅 $E_{nv}(t)$ を求める。また、振幅検出部 11 は、求めた振幅の信号を振幅制御部 12 及び装置制御ユニット 9 のゲイン検出部 33 へ出力する。

[0072] 振幅制御部 12 は、図 3 に示されるような振幅変換値に関する情報を保持しており、振幅検出部 11 により検出された瞬時振幅 $E_{nv}(t)$ に応じた振幅変換値を振幅変換部 13 へ出力する。

振幅変換部 13 は、振幅制御部 12 から入力された振幅変換値に基づいて、入力信号 $I(t)$ 、 $Q(t)$ の振幅を変換し、当該変換後の信号を D/A 変換器 2、3 及び電源制御ユニット 6 の振幅検出部 21 へ出力する。

[0073] ここで、振幅制御部 12 は、一例として、瞬時振幅 $E_{nv}(t)$ (図 3 に示される P1) を参照アドレスとしてメモリ (例えば、ルックアップテーブル (LUT)) に記憶された振幅変換値を出力し、また、他の例として、瞬

時振幅 $E_{nv}(t)$ (図3に示されるP1) を変数とした近似式によって振幅変換値を計算して出力する。

また、振幅変換部13において、振幅変換値に基づいて入力信号 $I(t)$ 、 $Q(t)$ の振幅を変換する態様としては、本例では、振幅変換値を入力信号 $I(t)$ 、 $Q(t)$ に乗算する態様を用いており、一例として、I相及びQ相で個別に乗算器を備え、それぞれの信号に振幅変換値を乗算する。

[0074] 電源制御ユニット6について説明する。

電源制御ユニット6の入力信号はI相及びQ相のデジタル信号 $I_1(t)$ 、 $Q_1(t)$ である。

振幅検出部21は、例えば従来例に係るものと同様に、入力信号 $I_1(t)$ 、 $Q_1(t)$ に対して(式1)を用いて瞬時振幅 $E_{nv1}(t)$ を求める。また、振幅検出部21は、求めた振幅の信号を電源制御部22へ出力する。

[0075] 電源制御部22は、図4に示されるような電源制御値に関する情報を保持しており、振幅検出部21により検出された瞬時振幅 $E_{nv1}(t)$ に応じたPA5に与える電源電圧VDDの電源制御値をD/A変換器7へ出力する。

ここで、電源制御部22は、一例として、瞬時振幅 $E_{nv1}(t)$ (図4に示されるP2) を参照アドレスとしてメモリ(例えば、ルックアップテーブル(LUT))に記憶された電源制御値を出力し、また、他の例として、瞬時振幅 $E_{nv1}(t)$ (図4に示されるP2) を変数とした近似式によって電源制御値を計算して出力する。

[0076] 装置制御ユニット9について説明する。

PA5の出力信号の一部をフィードバックした信号はA/D変換器31に入力される。

A/D変換器31は、入力された信号(フィードバック信号)をアナログ信号からデジタル信号へ変換して直交検波部32へ出力する。

直交検波部32は、A/D変換器31から入力された信号を直交検波して

、その結果の信号をゲイン検出部 33 へ出力する。

[0077] ゲイン検出部 33 は、例えば（式 1）を用いて、直交検波部 32 から入力された信号（フィードバック側からの信号）の瞬時振幅 $FB(t)$ を検出する機能を有しており、また、振幅制御ユニット 1 の振幅検出部 11 から検出された振幅の信号（入力信号の瞬時振幅 $Env(t)$ の情報）を入力する。

また、ゲイン検出部 33 は、振幅検出部 11 により検出された入力信号の瞬時振幅 $Env(t)$ とフィードバック側の信号の瞬時振幅 $FB(t)$ から、入力信号の瞬時振幅 $Env(t)$ 毎のゲイン $Gain(Env(t))$ を（式 5）により検出し、その結果を装置制御部 34 へ出力する。

[数5]

$$Gain(Env(t)) = FB(t) / Env(t) \\ \dots (式 5)$$

[0078] ここで、（式 5）において、 $Gain$ は $Env(t)$ の関数であり、 $FB(t)$ は直交検波したフィードバック信号の I 相、Q 相の信号を用いて（式 1）の $Env(t)$ と同様に求められる。

装置制御部 34 は、本例では、ゲイン検出部 33 により検出されるゲイン $Gain(Env(t))$ が一定となるように、振幅制御ユニット 1 の振幅制御部 12 に保持された対応付けや、電源制御ユニット 6 の電源制御部 22 に保持された対応付けを適応制御する。この適応制御では、一例として、対応付けを最適化するように対応付けの内容（例えば、対応付けのための値や、対応付けのための式の係数など）を計算し、その計算結果で対応付けを更新する。

[0079] なお、本例では、装置制御部 34 は、振幅制御ユニット 1 の振幅制御部 12 に保持された対応付けと、電源制御ユニット 6 の電源制御部 22 に保持された対応付けの両方を制御するが、いずれか一方のみを制御する構成が用いられてもよい。

[0080] 図 6 には、装置制御部 34 により行われる処理の手順の一例を示してある。この処理は、例えば、装置制御部 34 に設定された適応アルゴリズムによ

り実行される。

まず、図6のフローチャートで使用する記号について説明する。

振幅 E は、図2(a)に示される増幅器の入力電力（或いは、入力振幅） P_{in} に対応する振幅に相当する。

$G(E)_{Now}$ は、今回（更新後）の振幅 E のときにおけるゲインを表す。

$G(E)_{Old}$ は、前回（更新前）の振幅 E のときにおけるゲインを表す。

TG は、ターゲットゲインを表す。ターゲットゲイン TG は、ゲインの目標値であり、最大電力（最大振幅）の出力電力を得るために必要なゲインとすることが望ましい。

$V(E)$ は、振幅 E のときにおける電源制御値を表す。

$A(E)$ は、振幅 E のときにおける振幅変換値を表す。

S_V は、電源制御値の更新のステップサイズを表す。

S_A は、振幅変換値の更新のステップサイズを表す。

ここで、電源制御値の更新ステップサイズ S_V 及び振幅変換値の更新ステップサイズ S_A は、それぞれ、正の値とする。

[0081] 次に、図6のフローチャートの流れを説明する。

本例では、ステップ $S2$ ～ステップ $S10$ の処理を繰り返して行う（ステップ $S1$ 、ステップ $S11$ ）。

まず、 $G(E)_{Now}$ から TG を減算した結果を $Diff1$ に代入し、また、 $G(E)_{Now}$ から $G(E)_{Old}$ を減算した結果を $Diff2$ に代入する（ステップ $S2$ ）。

[0082] 次に、 $Diff1$ が正又は0であるか否かを判定し（ステップ $S3$ ）、 $Diff1$ が正又は0であると判定した場合にはステップ $S4$ の処理へ移行する一方、 $Diff1$ が負であると判定した場合にはステップ $S5$ の処理へ移行する。

なお、他の構成例として、 $Diff1$ が正であるか否かを判定し（ステップ $S3$ ）、 $Diff1$ が正であると判定した場合にはステップ $S4$ の処理へ移行する一方、 $Diff1$ が負又は0であると判定した場合にはステップ S

5の処理へ移行する、構成とすることもできる。

[0083] ステップS4の処理では、 $Diff2$ が負であるか否かを判定し（ステップS4）、 $Diff2$ が負であると判定した場合には $V(E)$ から S_v を減算して $V(E)$ を更新する一方（ステップS6）、 $Diff2$ が正又は0であると判定した場合には $A(E)$ から S_A を減算して $A(E)$ を更新する（ステップS7）。

ステップS5の処理では、 $Diff2$ が正であるか否かを判定し（ステップS5）、 $Diff2$ が正であると判定した場合には $A(E)$ に S_A を加算して $A(E)$ を更新する一方（ステップS8）、 $Diff2$ が負又は0であると判定した場合には $V(E)$ に S_v を加算して $V(E)$ を更新する（ステップS9）。

そして、ステップS6～ステップS9のいずれかの処理が行われた後に、 $G(E)_{Now}$ を $G(E)_{Old}$ に代入して（ステップS10）、本処理を繰り返す。

[0084] このように、本例では、今回（更新後）の振幅Eのゲイン $G(E)_{Now}$ とターゲットゲイン TG との大小関係 $Diff1$ による2状態と、今回（更新後）の振幅Eのゲイン $G(E)_{Now}$ と前回（更新前）の振幅Eのゲイン $G(E)_{Old}$ との大小関係 $Diff2$ による2状態との組み合わせの4種類の処理（ステップS6～ステップS9）に分けられている。

そして、本例では、フローに従って、電源制御値 $V(E)$ 又は振幅変換値 $A(E)$ の更新を繰り返して行い、この適応アルゴリズムによりゲイン $G(E)_{Now}$ が一定となる。また、本例では、電源電圧を小さくすることを優先しており、飽和に近い状態で動作するため、電力効率は最大化される。

[0085] ここで、ステップS6の処理及びステップS7の処理では、概略的には、ゲイン $G(E)_{Now}$ がターゲットゲイン TG より大きい場合に減らすときには、基本的には電源制御値 $V(E)$ を減らすことで電源電圧を減らして消費電力を減らし、電源制御値 $V(E)$ を減らしてもゲイン $G(E)_{Now}$ があまり変わらなくなったら振幅変換値 $A(E)$ を減らして入力信号の振幅を制御する

。

また、ステップS 8の処理及びステップS 9の処理では、概略的には、ゲイン $G(E)_{Now}$ がターゲットゲイン TG より小さい場合に増やすときには、基本的には振幅変換値 $A(E)$ を増やして入力信号の振幅を制御して消費電力を上げないようにし、振幅変換値 $A(E)$ を増やしてもゲイン $G(E)_{Now}$ があまり変わらなくなったら電源制御値 $V(E)$ を増やすことで電源電圧を増やす。

[0086] また、電源制御値の更新ステップサイズ S_v や、振幅変換値の更新ステップサイズ S_A としては、それぞれ、固定的な値が用いられてもよく、或いは、可変な値が用いられてもよい。

例えば、これらのステップサイズ S_v 、 S_A の大きさを収束時間とゲインの精度によって設計する。ステップサイズが大きい場合には、収束時間が短く、ゲインの精度が粗くなる。一方、ステップサイズが小さい場合には、収束時間が長く、ゲインの精度が良くなる。

一例として、図6に示される処理の繰り返し回数が所定の回数より大きくなった場合や、或いは、 $Diff1$ が所定の値よりも小さくなった場合に、ステップサイズを小さくすることによって、初期収束を高速にし、且つ、ゲインの精度を向上することができる。

[0087] また、他の一例として、図6のフローにおいて、 $Diff1$ が0であると判定した場合には（ステップS 3）、その後の処理（ステップS 4～ステップS 10の処理）を行わずに、ステップS 11へ迂回するような構成とすることもできる。なお、本例では、 $Diff1$ が0であると判定した場合には（ステップS 3）、「+（正）」又は「-（負）」であると判定した場合に入れている。

また、本例では、ステップS 4の処理及びステップS 5の処理で、 $Diff2$ の分岐基準を0としたが、0以外の値を分岐基準とすることも可能である。

[0088] 以上のように、本例の増幅装置では、振幅制御ユニット1は、入力信号の

振幅を検出する振幅検出部 1 1 と、当該検出された振幅に対応した振幅変換値を出力する振幅制御部 1 2 と、当該振幅変換値をもとに前記入力信号の振幅を変換する振幅変換部 1 3 と、を備えた。

また、本例の増幅装置では、電源制御ユニット 6 は、振幅制御ユニット 1 からの入力信号の振幅を検出する振幅検出部 2 1 と、当該検出された振幅に対応した電源制御値を出力する電源制御部 2 2 と、を備えた。

[0089] また、本例の増幅装置では、装置制御ユニット 9 は、増幅器（P A 5）からのフィードバック信号をデジタル信号に変換する A/D 変換器 3 1 と、当該デジタル信号を直交検波する直交検波部 3 2 と、入力側の信号とフィードバック側の信号とから増幅装置のゲインを検出するゲイン検出部 3 3 と、振幅制御部 1 2 の対応付け又は電源制御部 2 2 の対応付けの少なくとも一方を更新する装置制御部 3 4 と、を備えた。

[0090] また、本例の増幅装置では、装置制御部 3 4 により行われる適応制御方法では、ゲイン検出部 3 3 で検出したゲインと目標とするゲインとを比較して、目標とするゲインよりも検出したゲインが高い場合には、増幅器の電源電圧を小さくする方向に該当する入力信号の振幅と電源制御値との対応付けを更新することを優先にして、次に振幅を小さくする方向に該当する入力信号の振幅と振幅変換値との対応付けを更新し、また、目標とするゲインよりも検出したゲインが低い場合には、振幅を大きくする方向に該当する入力信号の振幅と振幅変換値との対応付けを更新することを優先にして、次に増幅器の電源電圧を大きくする方向に該当する入力信号の振幅と電源制御値との対応付けを更新する。

[0091] なお、本例の図 5 に示される増幅装置では、振幅制御ユニット 1 が有する振幅検出部 1 1、振幅制御部 1 2、振幅変換部 1 3 の機能によりレベル制御手段が構成されており、電源制御ユニット 6 が有する振幅検出部 2 1、電源制御部 2 2 の機能（更に、P A 電源部 8 の機能が含められてもよい）により電源制御手段が構成されている。

また、本例の図 5 に示される増幅装置では、ゲイン検出部 3 3 の機能によ

リゲイン検出手段が構成されており、装置制御部 34 の機能により更新手段が構成されている。

実施例 3

[0092] 本発明の第 3 実施例を説明する。

図 7 には、本発明の一実施例に係る増幅装置の構成例を示してある。

本例の増幅装置の構成や動作は、振幅制御ユニット 41 及び電源制御ユニット 42 に関する部分を除いて、図 5 に示される増幅装置と同様である。

概略的には、本例の増幅装置では、図 5 に示される増幅装置における振幅制御ユニット 1 の振幅検出部 11 と電源制御ユニット 6 の振幅検出部 21 を共通化している。

[0093] 本例の振幅制御ユニット 41 は、電源制御ユニット 42 と共通化した振幅検出部 51、振幅制御部 12、振幅変換部 13 を備えている。

本例の電源制御ユニット 42 は、振幅制御ユニット 41 と共通化した振幅検出部 51、電源制御部 52 を備えている。

ここで、振幅制御ユニット 41 の振幅制御部 12 及び振幅変換部 13 の構成や動作については、図 5 に示される増幅装置と同様である。

[0094] 本例の増幅装置において行われる動作の例を示す。なお、本例では、図 5 に示される増幅装置とは異なる点について説明する。

振幅検出部 51 は、例えば従来例に係るものと同様に、入力信号 $I(t)$ 、 $Q(t)$ に対して (式 1) を用いて瞬時振幅 $E_{nv}(t)$ を求める。また、振幅検出部 51 は、求めた振幅の信号を振幅制御部 12、装置制御ユニット 9 のゲイン検出部 33、及び電源制御部 52 へ出力する。

なお、本例の振幅検出部 51 の機能は、出力先が異なる点を除いて、図 5 に示される振幅検出部 11 の機能と同様である。

[0095] 電源制御部 52 は、振幅検出部 51 により検出された瞬時振幅 $E_{nv1}(t)$ に応じた $PA5$ に与える電源電圧 VDD の電源制御値を D/A 変換器 7 へ出力する。

ここで、本例の電源制御部 52 は、図 3 に示されるような振幅変換値に関

する情報と、図 4 に示されるような電源制御値に関する情報を、それぞれ別個に或いは両方をまとめた形（例えば、1 つの対応付け）で、保持しており、そして、図 5 に示される電源制御部 22 と比べて、増幅装置への入力信号の各振幅に対する電源制御値が等しくなるように、入力に応じた電源制御値の出力を行う。つまり、図 5 の例では、振幅変換後の振幅の信号が電源制御部 22 に入力されるのに対して、本例では、振幅変換前の振幅の信号が電源制御部 52 に入力されるため、電源制御部 52 では、振幅変換についても考慮した形で、出力する電源制御値を決定する。

[0096] なお、上述のように、本例の電源制御部 52 に入力される瞬時振幅 $E_{nv}(t)$ は図 5 に示される場合とは異なるが、図 3 に示されるように図 5 において振幅検出部 21 の入力信号は振幅検出部 11 の入力信号の写像（1 対 1）であるため、本例の電源制御ユニット 42 は図 5 に示される場合と同様な機能を実現できる。

[0097] 本例の増幅装置と図 5 に示される増幅装置について、効果を比較する。

本例の増幅装置では、振幅制御ユニット 41 と電源制御ユニット 42 で振幅検出部 51 を共通化して回路規模を小さくすることができるが、図 3 に示されるような振幅制御部 12 の対応付けを変更した場合には、電源制御部 52 の対応付け（例えば、図 4 に示されるような対応付け）の変更が必要となる。

一方、図 5 に示される増幅装置では、図 3 に示されるような振幅制御部 12 の対応付けと図 4 に示されるような電源制御部 22 の対応付けが独立しているが、本例と比べて、回路規模が比較的大きくなると考えられる。

[0098] なお、本例の図 7 に示される増幅装置では、振幅制御ユニット 41 が有する振幅検出部 51、振幅制御部 12、振幅変換部 13 の機能によりレベル制御手段が構成されており、電源制御ユニット 42 が有する振幅検出部 51、電源制御部 52 の機能（更に、PA 電源部 8 の機能が含められてもよい）により電源制御手段が構成されている。

また、本例の図 7 に示される増幅装置では、ゲイン検出部 33 の機能によ

リゲイン検出手段が構成されており、装置制御部 34 の機能により更新手段が構成されている。

実施例 4

[0099] 本発明の第 4 実施例を説明する。

図 8 には、本発明の一実施例に係る増幅装置の構成例を示してある。

本例の増幅装置の構成や動作は、図 5 に示される増幅装置に対して、図 5 に示される振幅制御ユニット 1 の代わりに振幅／位相制御ユニット 61 を備えているとともに、図 5 に示される装置制御ユニット 9 とは異なる機能を有する装置制御ユニット 62 を備えている点を除いて、図 5 に示される増幅装置と同様である。

概略的には、本例の増幅装置は、図 5 に示される増幅装置に、通過位相を一定にする機能を追加した構成となっている。

[0100] 本例の振幅／位相制御ユニット 61 は、振幅検出部 11、振幅／位相制御部 71、振幅／位相変換部 72 を備えている。

本例の装置制御ユニット 62 は、A/D 変換器 31、直交検波部 32、ゲイン／位相検出部 81、装置制御部 82 を備えている。

ここで、振幅／位相制御ユニット 61 の振幅検出部 11（本例では、出力先は振幅／位相制御部 71）、装置制御ユニット 61 の A/D 変換器 31 及び直交検波部 32（本例では、出力先はゲイン／位相検出部 81）の概略的な構成や動作については、図 5 に示される増幅装置と同様である。

[0101] 本例の増幅装置において行われる動作の例を示す。なお、本例では、図 5 に示される増幅装置とは異なる点について説明する。

振幅／位相制御部 71 は、図 3 に示されるような振幅変換値に関する情報を保持しており、振幅検出部 11 により検出された瞬時振幅 $E_{nv}(t)$ に応じた振幅変換値を振幅／位相変換部 72 へ出力する。これとともに、振幅／位相制御部 71 は、位相変換値に関する情報として入力振幅（或いは、入力電力）と位相変換値との対応付けをメモリに記憶して保持しており、振幅検出部 11 により検出された瞬時振幅 $E_{nv}(t)$ に応じた位相変換値を振

幅／位相変換部 7 2 へ出力する。

- [0102] 振幅／位相変換部 7 2 は、振幅／位相制御部 7 1 から入力された振幅変換値及び位相変換値に基づいて、入力信号 $I(t)$ 、 $Q(t)$ の振幅及び位相を変換し、当該変換後の信号を D/A 変換器 2、3 及び電源制御ユニット 6 の振幅検出部 2 1 へ出力する。

ここで、振幅／位相変換部 7 2 において、振幅変換値及び位相変換値に基づいて入力信号 $I(t)$ 、 $Q(t)$ の振幅及び位相を変換する態様としては、本例では、振幅変換値及び位相変換値を表す複素信号を入力信号 $I(t)$ 、 $Q(t)$ に複素乗算する態様を用いており、一例として、複素乗算器を備え、入力信号に振幅変換値及び位相変換値を表す複素信号を乗算する。

- [0103] ゲイン／位相検出部 8 1 には、増幅装置への入力信号が入力されるとともに、直交検波部 3 2 からフィードバック側の信号が入力される。

ゲイン／位相検出部 8 1 は、例えば（式 1）を用いて、増幅装置への入力信号の瞬時振幅 $E_{nv}(t)$ を検出する機能や、例えば（式 1）を用いて、直交検波部 3 2 から入力された信号（フィードバック側からの信号）の瞬時振幅 $F_B(t)$ を検出する機能を有している。

また、ゲイン／位相検出部 8 1 は、増幅装置への入力信号の瞬時振幅 $E_{nv}(t)$ とフィードバック側の信号の瞬時振幅 $F_B(t)$ から、入力信号の瞬時振幅 $E_{nv}(t)$ 毎のゲイン $Gain(E_{nv}(t))$ を（式 5）により検出し、その結果を装置制御部 8 2 へ出力する。

これとともに、ゲイン／位相検出部 8 1 は、増幅装置への入力信号と直交検波部 3 2 からのフィードバック側の信号に基づいて、位相の情報（例えば、増幅装置への入力信号とフィードバック信号との位相差の情報）を検出し、その結果を装置制御部 8 2 へ出力する。

- [0104] 装置制御部 8 2 は、本例では、ゲイン／位相検出部 8 1 から通知されるゲインに関する情報及び位相に関する情報に基づいて、ゲイン $Gain(E_{nv}(t))$ が一定となるように、及び、通過位相が一定となるように、振幅／位相制御ユニット 6 1 の振幅／位相制御部 7 1 に保持された対応付け（振

幅変換値に関する対応付け、位相変換値に関する対応付け）や、電源制御ユニット 6 の電源制御部 22 に保持された対応付けを適応制御する。

なお、位相に関しては、例えば、振幅／位相制御ユニット 61 の振幅／位相制御部 71 に保持された対応付け（位相変換値に関する対応付け）のみが適応制御されればよい。

[0105] ここで、振幅及び位相の変換について説明する。

振幅／位相変換部 72 は、一例として、複素乗算器を備え、（式 6）のように、振幅／位相変換値 $G\theta_I(Env(t))$ 、 $G\theta_Q(Env(t))$ からなる信号を入力信号に乗算する。

[数6]

$$(I'(t) + jQ'(t)) = (I(t) + jQ(t)) \cdot (G\theta_I(Env(t)) + jG\theta_Q(Env(t)))$$

・・・（式 6）

[0106] （式 6）において、 $I'(t)$ 及び $Q'(t)$ は振幅／位相変換部 72 の出力信号を表しており、 $I(t)$ 及び $Q(t)$ は振幅／位相変換部 72 の入力信号を表しており、 j は虚数を表している。

また、 $G\theta_I(Env(t))$ 及び $G\theta_Q(Env(t))$ は振幅検出部 11 からの出力信号 $Env(t)$ の関数であり、（式 7）、（式 8）の関係が成り立つ。

[数7]

$$G\theta_I(Env(t)) = Gain'(Env(t)) \cdot \theta_I(Env(t))$$

・・・（式 7）

[数8]

$$G\theta_Q(Env(t)) = Gain'(Env(t)) \cdot \theta_Q(Env(t))$$

・・・（式 8）

[0107] （式 7）及び（式 8）において、 $Gain'(Env(t))$ は振幅変換値を表しており、 $\theta_I(Env(t))$ 及び $\theta_Q(Env(t))$ は位相変換

値を表している。

ゲイン／位相検出部 8 1 は、フィードバック信号を直交検波して得られた結果 $I_{FB}(t)$ 、 $Q_{FB}(t)$ を用いて、位相変換値の対応付けを（式 9）のように求め、その結果を装置制御部 8 2 へ出力する。

[数9]

$$\begin{aligned} & (\theta_I(Env(t)) + j\theta_Q(Env(t))) \\ &= (I(t) + jQ(t)) \cdot (I_{FB}(t) + jQ_{FB}(t))^* / \left| (I(t) + jQ(t)) \cdot (I_{FB}(t) + jQ_{FB}(t))^* \right| \end{aligned}$$

・ ・ （式 9）

[0108] （式 9）において、（）* は共役複素数を表しており、また、| | は振幅のスカラを表しており、（式 10）を満たすための要素である。

[数10]

$$\theta_I(Env(t))^2 + \theta_Q(Env(t))^2 = 1$$

・ ・ （式 10）

[0109] なお、（式 9）の左辺に示されるような位相変換値に関する情報を求める方法としては、他の方法が用いられてもよく、他の方法の一例として、入力信号とフィードバック側の信号のそれぞれについて（式 2）と同様にして位相を求め、このようにして求めた入力信号の位相とフィードバック側の信号の位相との差分をとり、（式 3）及び（式 4）において、 $A_{FI\chi} = 1$ とし、 $\theta(t)$ に前記した位相の差分を用いて、位相変換値に関する情報（本例では、 $I'(t) = \theta_I$ 、 $Q'(t) = \theta_Q$ ）を求める方法を用いることができる。

また、本例の図 8 に示される構成において、例えば、図 7 に示されるのと同様な構成方法を適用して、振幅／位相制御ユニット 6 1 の振幅検出部 1 1 と電源制御ユニット 6 の振幅検出部 2 1 を共通化することも可能である。

[0110] 以上のように、本例の増幅装置では、入力信号の振幅を検出する振幅検出部 1 1 と、当該検出された振幅に対応した振幅変換値及び位相変換値を出力

する振幅／位相制御部 7 1 と、当該振幅変換値及び当該位相変換値をもとに前記入力信号の振幅及び位相を変換する振幅／位相変換部 7 2 と、振幅／位相変換部 7 2 からの出力信号の振幅を検出する振幅検出部 2 1 と、当該検出された振幅に対応した電源制御値を出力する電源制御部 2 2 と、増幅器（P A 5）からのフィードバック信号をデジタル信号に変換する A／D 変換器 3 1 と、当該デジタル信号を直交検波する直交検波部 3 2 と、前記入力信号とフィードバック側の信号とから増幅装置のゲインや位相の情報を検出するゲイン／位相検出部 8 1 と、振幅／位相制御部 7 1 の対応付け又は電源制御部 2 2 の対応付けの少なくとも一方を更新する装置制御部 8 2 と、を備えた。

[0111] 従って、本例の増幅装置では、増幅装置の通過位相を一定にすることができる。

ここで、本例では、振幅／位相制御ユニット 6 1 は、デジタルのプリディスタータと同様な機能を有するととらえることもでき、例えば、位相の歪を低減させることができる。

[0112] なお、本例の図 8 に示される増幅装置では、振幅／位相制御ユニット 6 1 が有する振幅検出部 1 1、振幅／位相制御部 7 1、振幅／位相変換部 7 2 の機能によりレベル制御手段（及び、本例では、位相を制御する手段）が構成されており、電源制御ユニット 6 が有する振幅検出部 2 1、電源制御部 2 2 の機能（更に、P A 電源部 8 の機能が含められてもよい）により電源制御手段が構成されている。

また、本例の図 8 に示される増幅装置では、ゲイン／位相検出部 8 1 の機能によりゲイン検出手段（及び、本例では、位相に関する情報を検出する手段）が構成されており、装置制御部 8 2 の機能により更新手段（本例では、位相変換値に関する更新を行う手段も含まれる）が構成されている。

[0113] ここで、本発明に係るシステムや装置などの構成としては、必ずしも以上に示したものに限られず、種々な構成が用いられてもよい。また、本発明は、例えば、本発明に係る処理を実行する方法或いは方式や、このような方法や方式を実現するためのプログラムや当該プログラムを記録する記録媒体な

どとして提供することも可能であり、また、種々なシステムや装置として提供することも可能である。

また、本発明の適用分野としては、必ずしも以上に示したものに限られず、本発明は、種々な分野に適用することが可能なものである。

また、本発明に係るシステムや装置などにおいて行われる各種の処理としては、例えばプロセッサやメモリ等を備えたハードウェア資源においてプロセッサがROM (Read Only Memory) に格納された制御プログラムを実行することにより制御される構成が用いられてもよく、また、例えば当該処理を実行するための各機能手段が独立したハードウェア回路として構成されてもよい。

また、本発明は上記の制御プログラムを格納したフロッピー（登録商標）ディスクやCD (Compact Disc) -ROM等のコンピュータにより読み取り可能な記録媒体や当該プログラム（自体）として把握することもでき、当該制御プログラムを当該記録媒体からコンピュータに入力してプロセッサに実行させることにより、本発明に係る処理を遂行させることができる。

符号の説明

- [0114] 1、41・・・振幅制御ユニット、 2、3、7、122、123、127
・・・D/A変換器、 4、124・・・直交変調部、 5、101、125・
・・・電力増幅部（PA）、 6、42・・・電源制御ユニット、 8、103、
128・・・PA電源部、 9、62・・・装置制御ユニット、 11、21、
51、102、126・・・振幅検出部、 12・・・振幅制御部、 13・・・
振幅変換部、 22、52・・・電源制御部、 31・・・A/D変換器、 3
2・・・直交検波部、 33・・・ゲイン検出部、 34、82・・・装置制御部
、 61・・・振幅／位相制御ユニット、 71・・・振幅／位相制御部、 7
2・・・振幅／位相変換部、 81・・・ゲイン／位相検出部、 111、12
1・・・位相検出部、

請求の範囲

[請求項1]

増幅対象となる信号を増幅する増幅装置において、
信号を増幅する増幅器と、
前記増幅器の電源部と、
前記増幅対象となる信号のレベルを検出するレベル検出部と、
前記レベル検出部で検出される信号のレベルに対応付けられた振幅
に前記増幅対象となる信号の振幅を変換する振幅制御部と、
前記レベル検出部で検出される信号のレベルに対応付けられた電源
電圧に前記電源部の電源電圧を制御する電源制御部と、を備え、
前記増幅器は、前記振幅制御部により振幅が変換された信号を増幅
する、
ことを特徴とする増幅装置。

[請求項2]

請求項 1 に記載の増幅装置において、
前記増幅対象となる信号と前記増幅器から出力される信号に基づい
て、前記増幅対象となる信号のレベル毎に当該増幅装置のゲインを検
出するゲイン検出部と、
前記振幅制御部における前記増幅対象となる信号の振幅を変換する
対応付け、及び前記電源制御部における電源電圧を制御する対応付け
を、当該増幅装置のゲインが目標とするゲインに近づくように、前記
増幅対象となる信号のレベル毎に更新する更新処理部とを備え、
前記更新制御部は、前記ゲイン検出部により検出された前記増幅対
象となる信号のレベル毎のゲインと、前記目標とするゲインとを比較
して、
前記目標とするゲインよりも検出されたゲインが高い場合は、前記
振幅制御部における前記増幅対象となる信号の振幅を変換する対応付
けを更新する処理よりも、前記電源制御部における電源電圧を制御す
る対応付けを前記電源電圧が小さくなる方向に更新する処理を優先し
て行い、

前記目標となるゲインよりも検出されたゲインが低い場合は、前記電源制御部における電源電圧を制御する対応付けを更新する処理よりも、前記振幅制御部における前記増幅対象となる信号の振幅を変換する対応付けを前記増幅対象となる信号の振幅が大きくなる方向に更新する処理を優先して行う、

ことを特徴とする増幅装置。

[請求項3]

請求項 1 に記載の増幅装置において、

前記振幅制御部は、前記レベル検出部で検出される前記増幅対象となる信号のレベルと、当該レベルの信号の振幅を変換する際に用いる振幅変換値とを対応付けるテーブル又は数式を記憶する記憶部を備え、

前記電源制御部は、前記レベル検出部で検出される前記増幅対象となる信号のレベルと、電源電圧を制御する際に用いる電源制御値とを対応付けるテーブル又は数式を記憶する記憶部を備える、

ことを特徴とする増幅装置。

[請求項4]

請求項 3 に記載の増幅装置において、

前記振幅制御部の記憶部は、当該増幅装置のゲインが前記増幅対象となる信号のレベルによらず一定となるように前記対応付けを記憶し、

前記電源制御部の記憶部は、前記増幅対象となる信号のレベルに対して前記増幅器の電力効率を最大化するように前記対応付けを記憶する、

ことを特徴とする増幅装置。

[請求項5]

請求項 3 に記載の増幅装置において、

前記増幅対象となる信号と前記増幅器から出力される信号に基づいて、前記増幅対象となる信号のレベル毎に当該増幅装置のゲインを検出するゲイン検出部と、

前記振幅制御部の記憶部に記憶される前記振幅制御値の対応付け、

及び前記電源制御部の記憶部に記憶される前記電源制御値の対応付けを、当該増幅装置のゲインが目標とするゲインに近づくように、前記増幅対象となる信号のレベル毎に更新する更新処理部とを備え、

前記更新制御部は、前記ゲイン検出部により検出された前記増幅対象となる信号のレベル毎のゲインと、前記目標とするゲインとを比較して、

前記目標とするゲインよりも検出されたゲインが高い場合は、前記振幅制御部の記憶部に記憶される対応付けを更新する処理よりも、前記電源制御部の記憶部に記憶される対応付けを前記電源部の電源電圧が小さくなる方向に更新する処理を優先して行い、

前記目標となるゲインよりも検出されたゲインが低い場合は、前記電源制御部の記憶部に記憶される対応付けを更新する処理よりも、前記振幅制御部の記憶部に記憶される対応付けを前記増幅対象となる信号の振幅が大きくなる方向に更新する処理を優先して行う、

ことを特徴とする増幅装置。

[請求項6]

増幅対象となる信号を増幅する増幅装置において、

信号を増幅する増幅器と、

前記増幅器の電源部と、

前記増幅対象となる信号の振幅を当該信号のレベルに対応付けられた振幅に変換し、当該変換した信号を前記増幅器へ出力する振幅制御部と、

前記電源部の電源電圧を前記振幅制御部で振幅が変換された信号のレベルに対応付けられた電源電圧に制御する電源制御部と、

前記増幅対象となる信号と前記増幅器から出力される信号に基づいて、前記増幅対象となる信号のレベル毎に当該増幅装置のゲインを検出するゲイン検出部と、

前記振幅制御部における前記増幅対象となる信号の振幅を変換する対応付け、及び前記電源制御部における電源電圧を制御する対応付け

を、当該増幅装置のゲインが目標とするゲインに近づくように、前記増幅対象となる信号のレベル毎に更新する更新処理部とを備え、

前記更新制御部は、前記ゲイン検出部により検出された前記増幅対象となる信号のレベル毎のゲインと、前記目標とするゲインとを比較して、

前記目標とするゲインよりも検出されたゲインが高い場合は、前記振幅制御部における前記増幅対象となる信号の振幅を変換する対応付けを更新する処理よりも、前記電源制御部における電源電圧を制御する対応付けを前記電源電圧が小さくなる方向に更新する処理を優先して行い、

前記目標となるゲインよりも検出されたゲインが低い場合は、前記電源制御部における電源電圧を制御する対応付けを更新する処理よりも、前記振幅制御部における前記増幅対象となる信号の振幅を変換する対応付けを前記増幅対象となる信号の振幅が大きくなる方向に更新する処理を優先して行う、

ことを特徴とする増幅装置。

[請求項7]

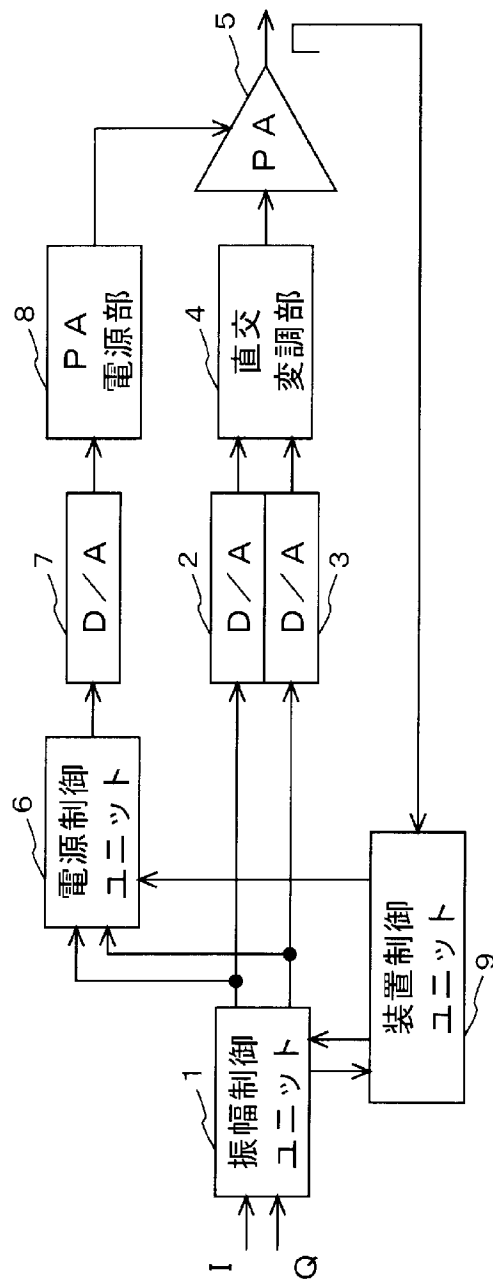
請求項6に記載の増幅装置において、

前記振幅制御部は、前記増幅対象となる信号のレベルと、当該レベルの信号の振幅を変換する際に用いる振幅変換値とを対応付けるテーブル又は数式を記憶する記憶部を備え、

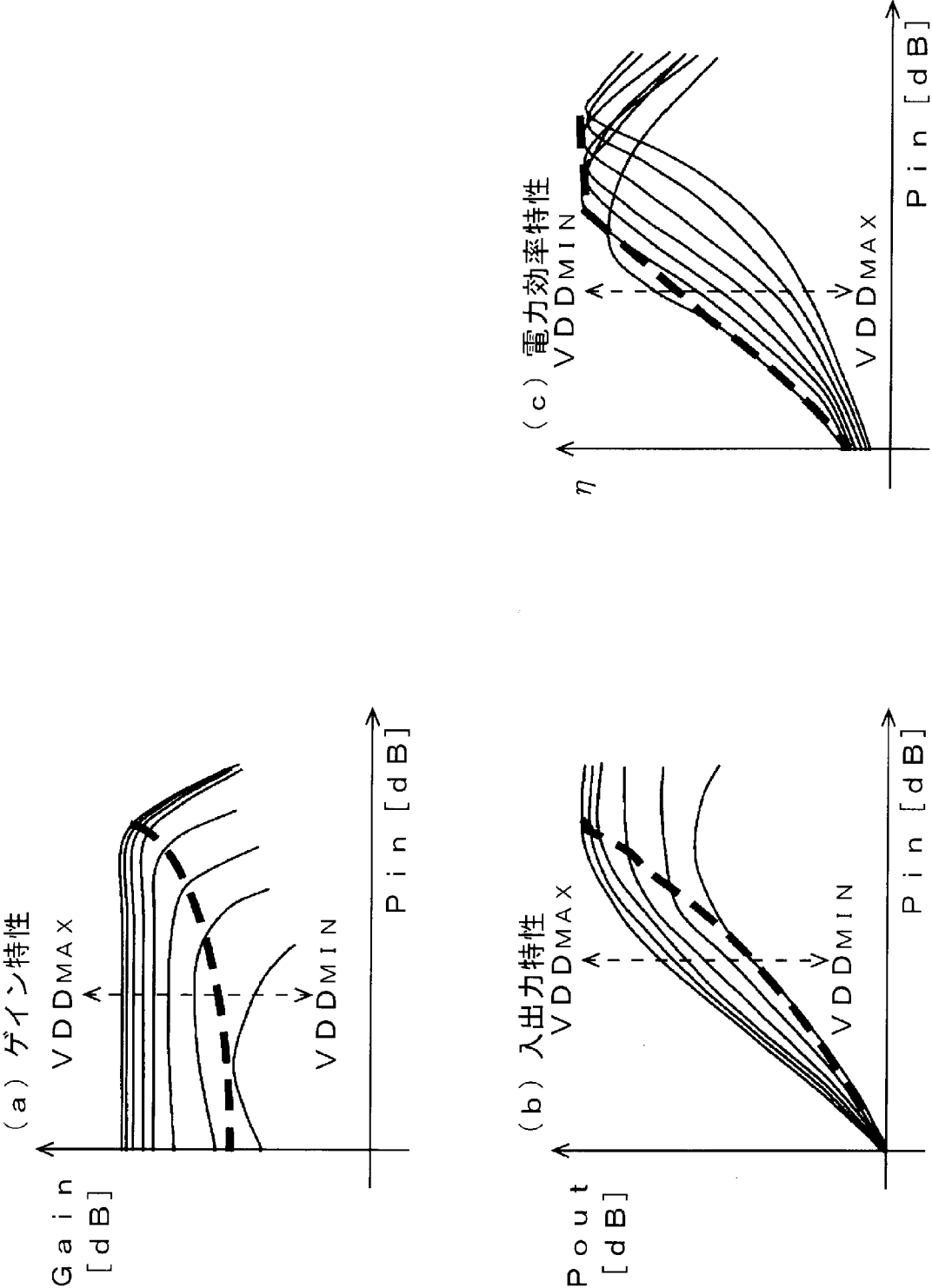
前記電源制御部は、前記振幅制御部で振幅が変換された信号のレベルと、電源電圧を制御する際に用いる電源制御値とを対応付けるテーブル又は数式を記憶する記憶部を備える、

ことを特徴とする増幅装置。

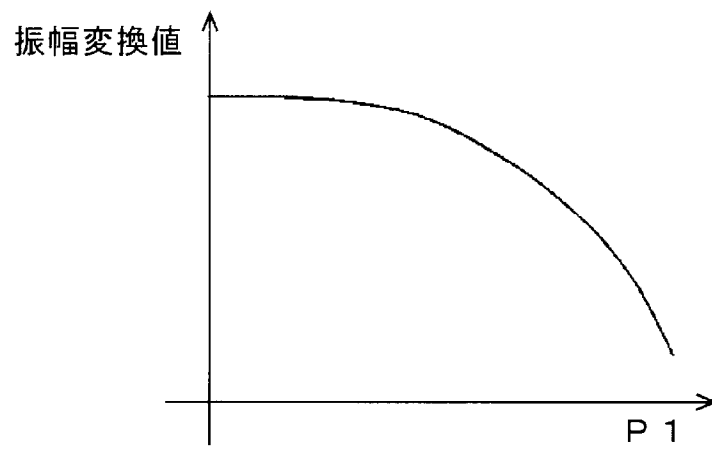
[図1]



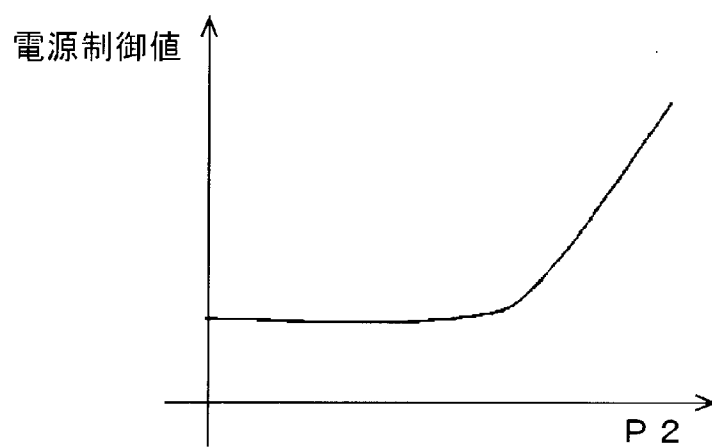
[図2]



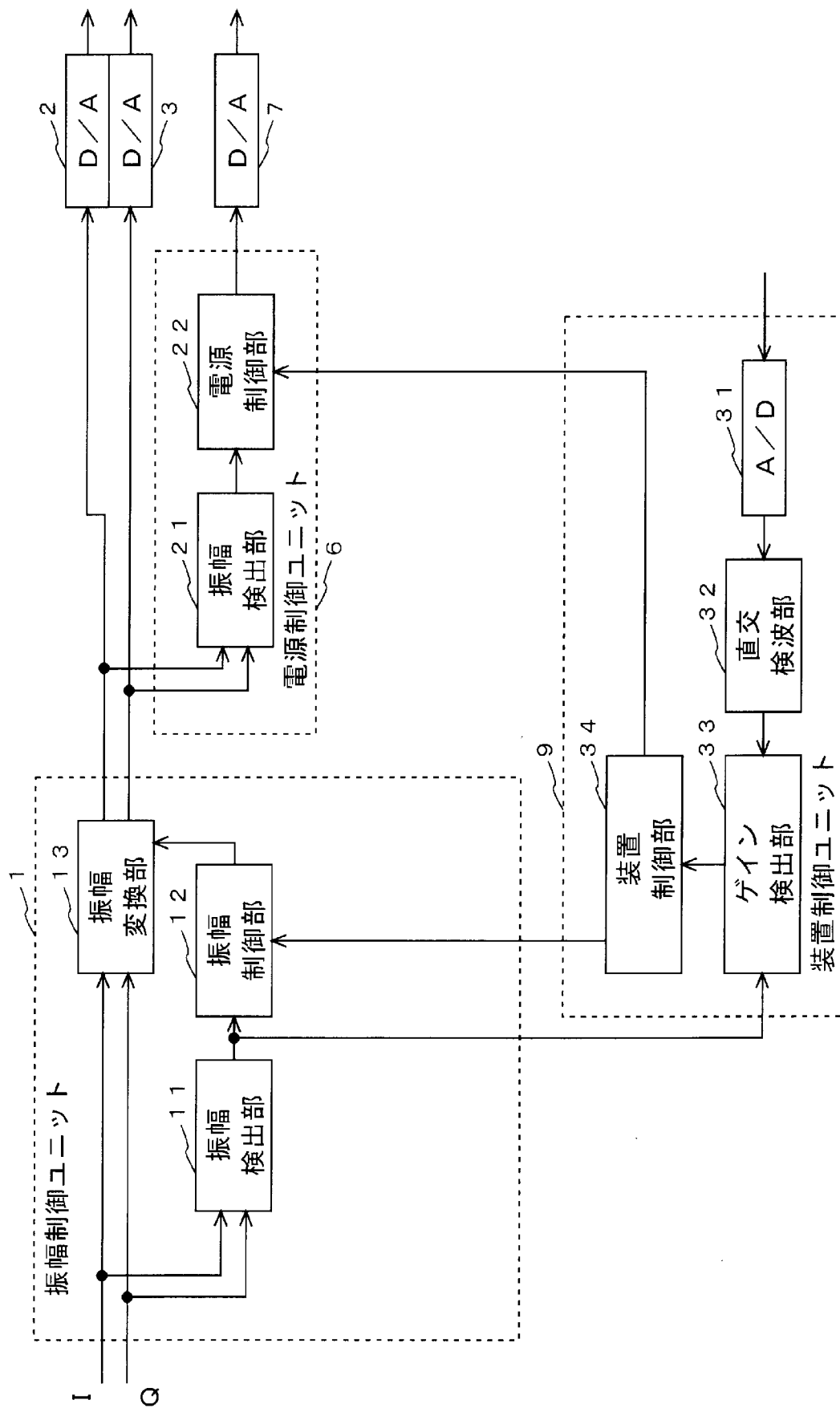
[図3]



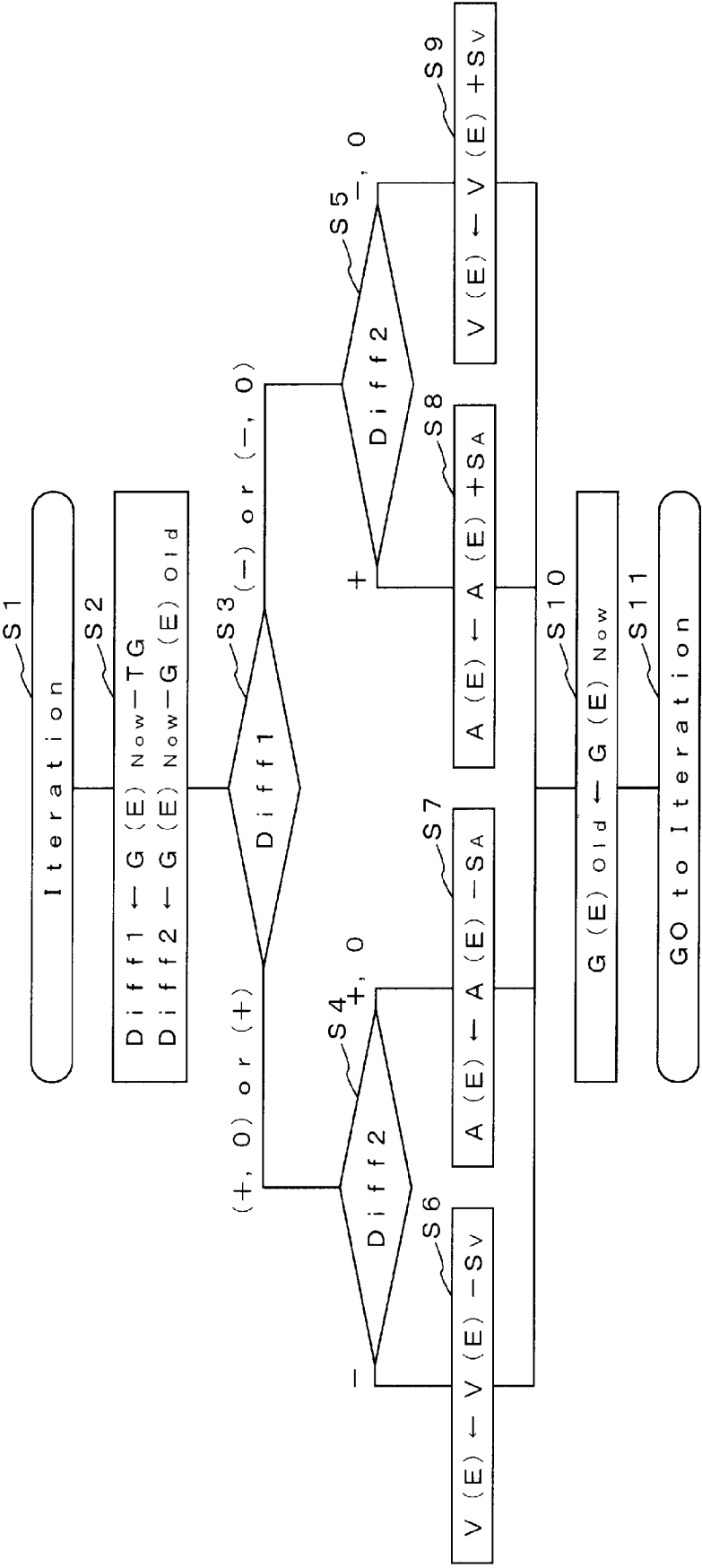
[図4]



[図5]

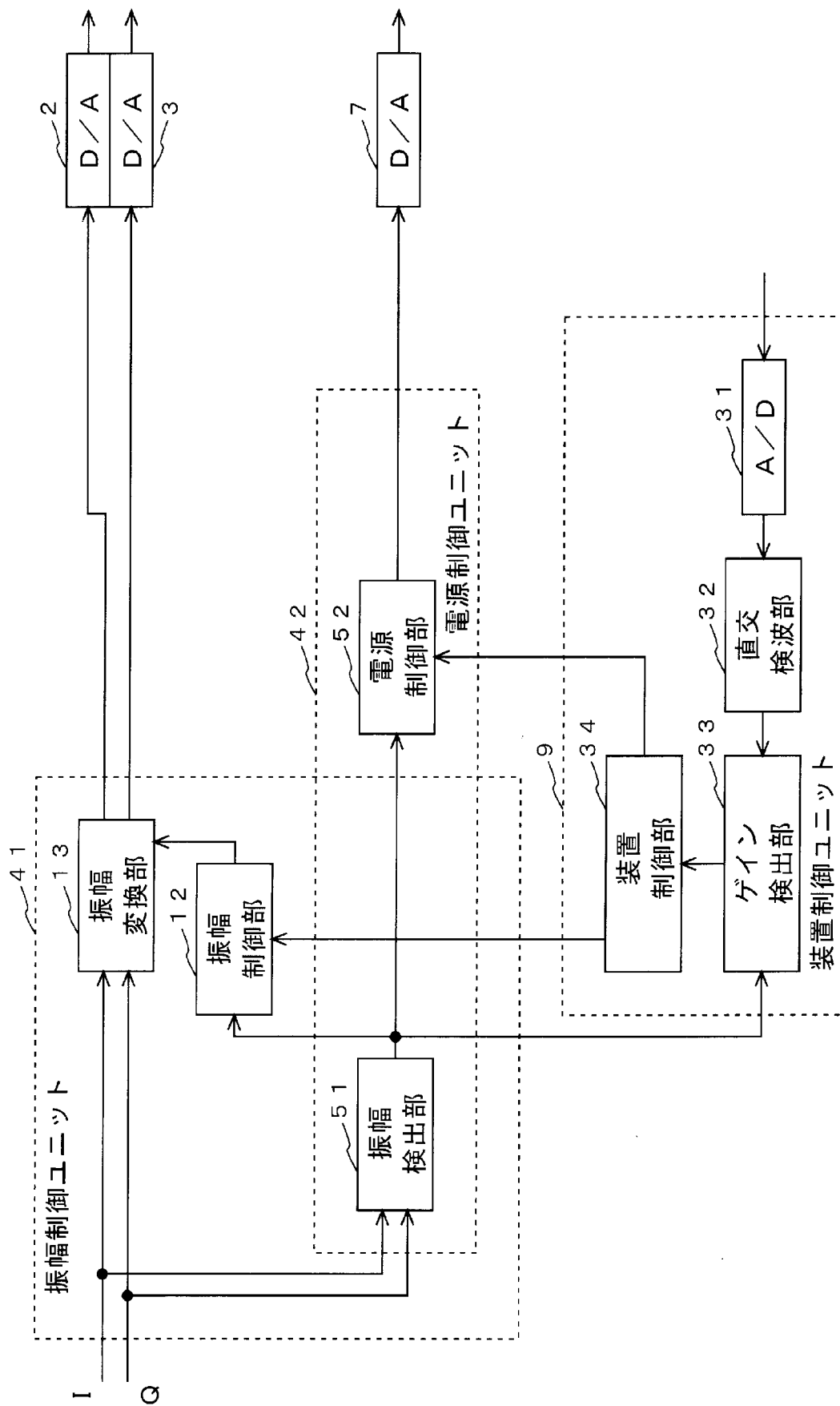


[図6]

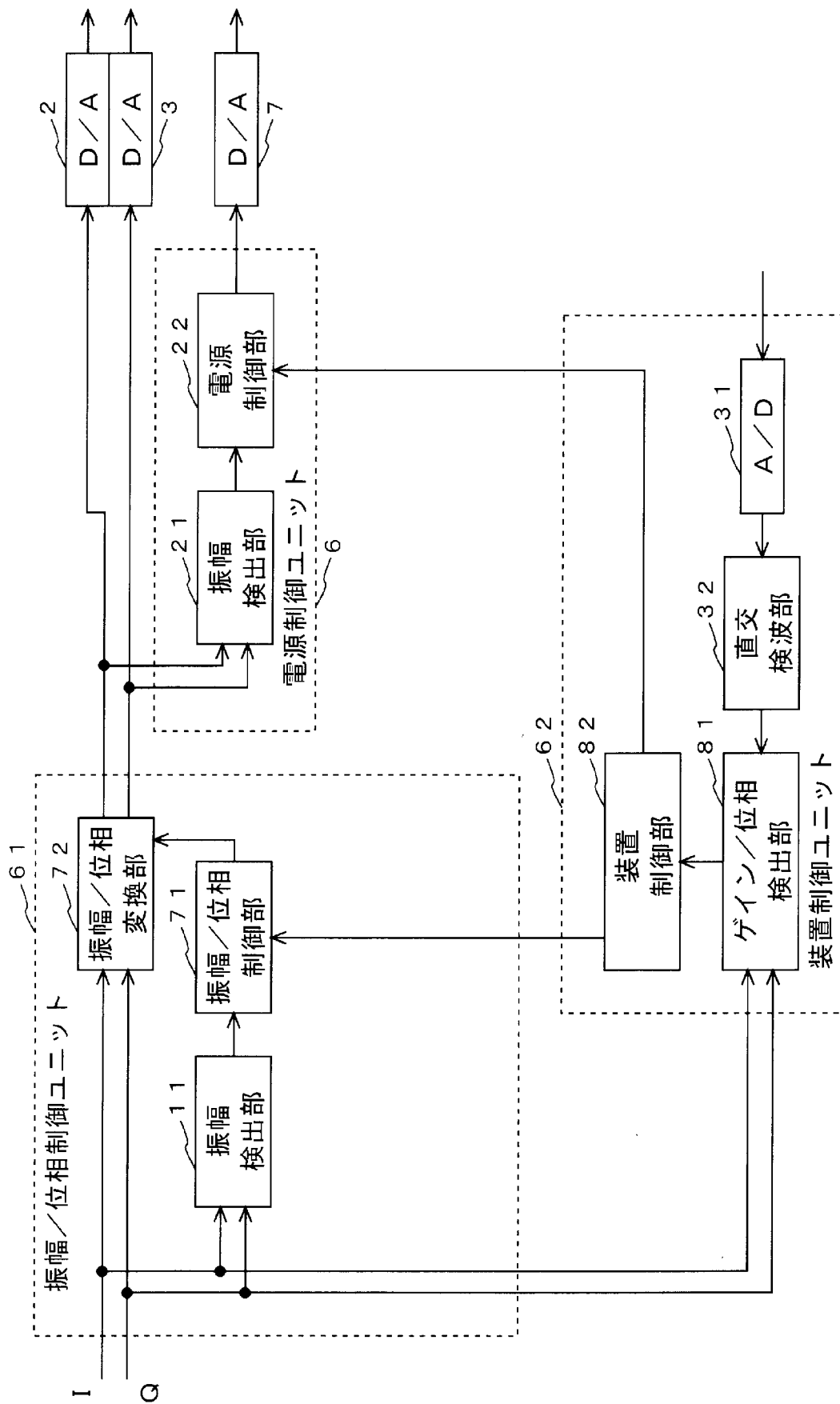


G (E) Now : 今回の振幅Eのゲイン
G (E) Old : 前回の振幅Eのゲイン
TG : ターゲットゲイン
V (E) : 振幅Eの電源制御値
A (E) : 振幅Eの振幅変換値
Sv : 電源制御値の更新ステップサイズ
SA : 振幅変換値の更新ステップサイズ

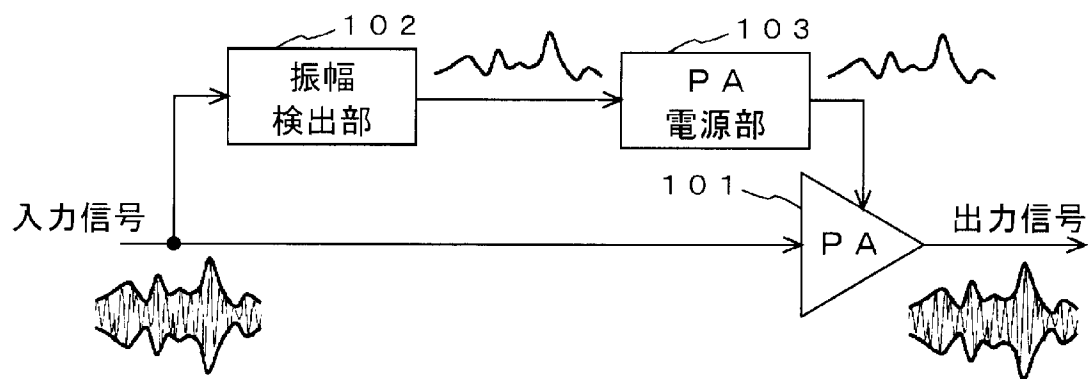
[図7]



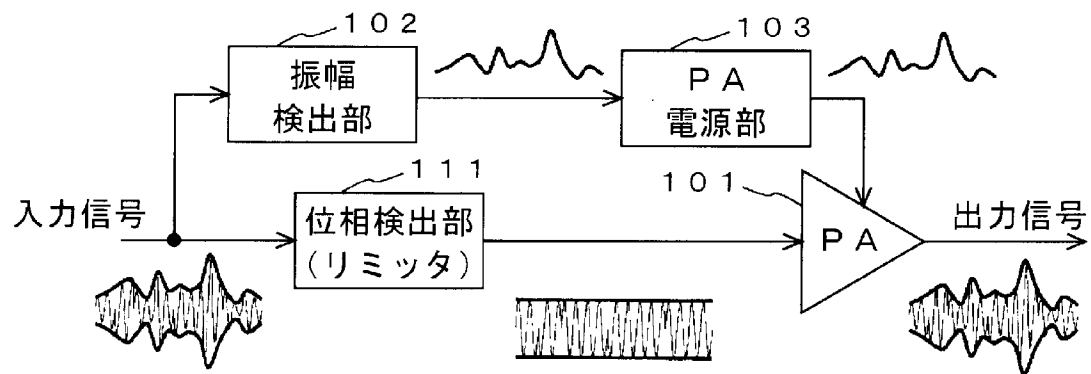
[図8]



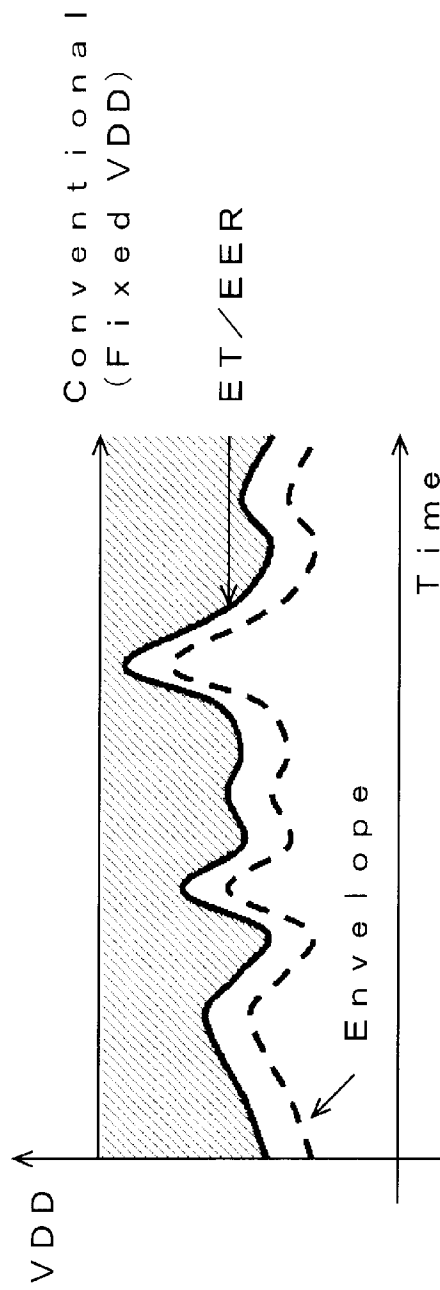
[図9]



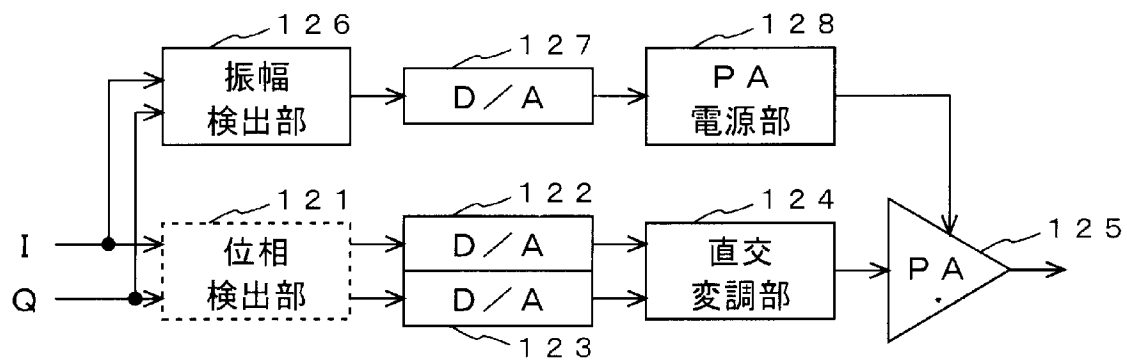
[図10]



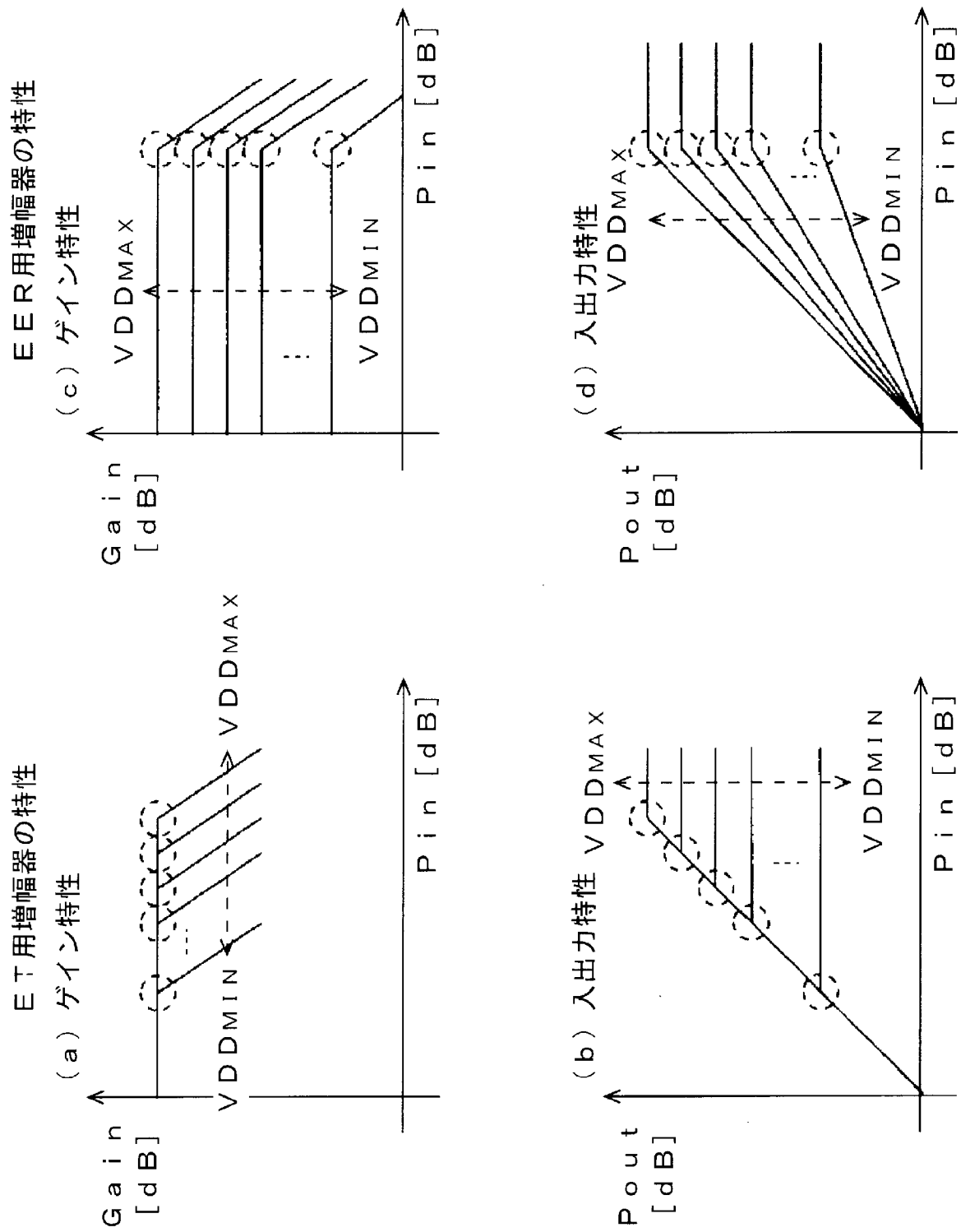
[図11]



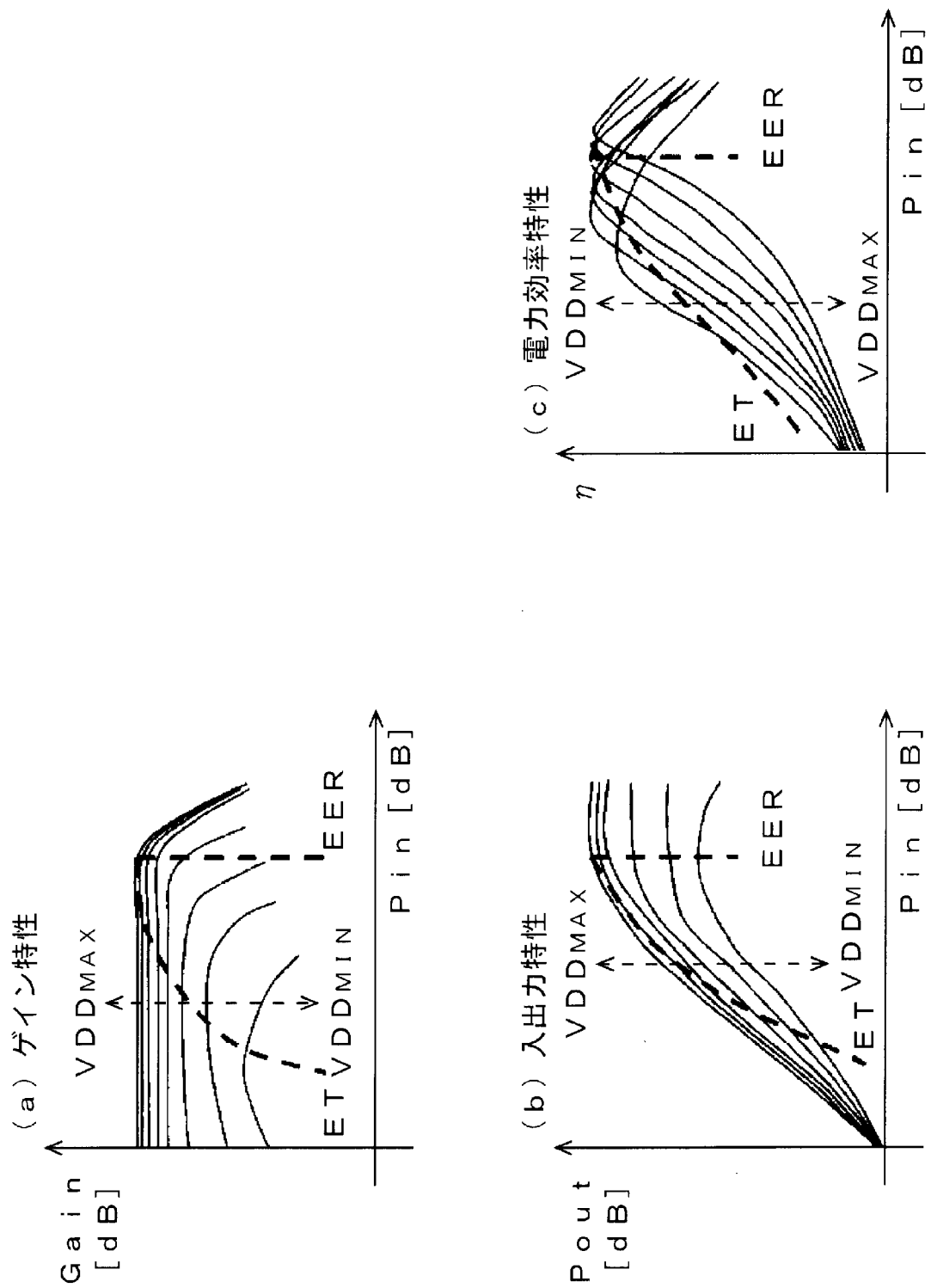
[図12]



[図13]



[図14]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/003988

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H03F1/02(2006.01) i, H03F3/24(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)

H03F1/02, H03F3/24

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 1996-2011

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2011 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2011

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 A	WO 2008/090721 A1 (NEC Corp.), 31 July 2008 (31.07.2008), paragraphs [0037] to [0048]; fig. 1, 6, 7 & US 2010/0019840 A1	1, 3 4 2, 5-7
Y A	JP 2008-271172 A (Mitsubishi Electric Corp.), 06 November 2008 (06.11.2008), paragraphs [0012] to [0016], [0048], [0049]; fig. 1, 10 (Family: none)	4 2, 5-7
A	WO 2009/038975 A1 (QUANTANCE, INC.), 26 March 2009 (26.03.2009), entire text; fig. 1 to 3C & JP 2010-541326 A & US 2009/0081968 A1 & US 2010/0311365 A1 & EP 2191575 A & CN 101821954 A & KR 10-2010-0063766 A	2, 5-7

☐ 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
04 August, 2011 (04.08.11)Date of mailing of the international search report
16 August, 2011 (16.08.11)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. H03F1/02(2006.01)i, H03F3/24(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. H03F1/02, H03F3/24

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 1 1 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 1 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 1 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 Y A	WO 2008/090721 A1 (日本電気株式会社) 2008.07.31, 段落【0037】 - 【0048】, 図1, 6, 7 & US 2010/0019840 A1	1, 3 4 2, 5 - 7
Y A	JP 2008-271172 A (三菱電機株式会社) 2008.11.06, 段落【0012】 - 【0016】, 【0048】, 【0049】, 図1, 10 (ファミリーなし)	4 2, 5 - 7

☒ 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 4 . 0 8 . 2 0 1 1

国際調査報告の発送日

1 6 . 0 8 . 2 0 1 1

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 1 0 0 - 8 9 1 5

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)

高橋 義昭

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 5 6 8

5 T

4 7 7 6

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	WO 2009/038975 A1 (QUANTANCE, INC.) 2009.03.26, 全文, 図1-3 C & JP 2010-541326 A & US 2009/0081968 A1 & US 2010/0311365 A1 & EP 2191575 A & CN 101821954 A & KR 10-2010-0063766 A	2, 5-7