(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
2011 年 6 月 30 日(30.06.2011)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2011/078095 A1

(51) 国際特許分類:
*H04L 27/32* (2006.01) *H03F 3/24* (2006.01)
*H03F 1/06* (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2010/072817

(22) 国際出願日: 2010 年 12 月 17 日(17.12.2010)

(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 2009-291060 2009 年 12 月 22 日(22.12.2009) JP

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 富士通株式会社 (FUJITSU LIMITED) [JP/JP]; 〒2118588 神奈川県川崎市中原区上小田中４丁目１番１号 Kanagawa (JP). 国立大学法人電気通信大学 (THE UNIVERSITY OF ELECTRO-COMMUNICATIONS) [JP/JP]; 〒1828585 東京都調布市調布ヶ丘１丁目５番地１ Tokyo (JP).

(72) 発明者; および

(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 長谷 和男 (NAGATANI, Kazuo) [JP/JP]; 〒2118588 神奈川県川崎市中原区上小田中４丁目１番１号 富士通株式会社内 Kanagawa (JP). 福田 英輔 (FUKUDA, Eisuke) [JP/JP]; 〒2118588 神奈川県川崎市中原区上小田中４丁目１番１号 富士通株式会社内 Kanagawa (JP). 山尾 泰 (YAMAO, Yasushi) [JP/JP]; 〒1828585 東京都調布市調布ヶ丘１丁目５番地１ 国立大学法人電気通信大学内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 松倉 秀実, 外 (MATSUKURA, Hidemi et al.); 〒1030004 東京都中央区東日本橋３丁目４番１０号 アクロポリス２１ビル６階 Tokyo (JP).

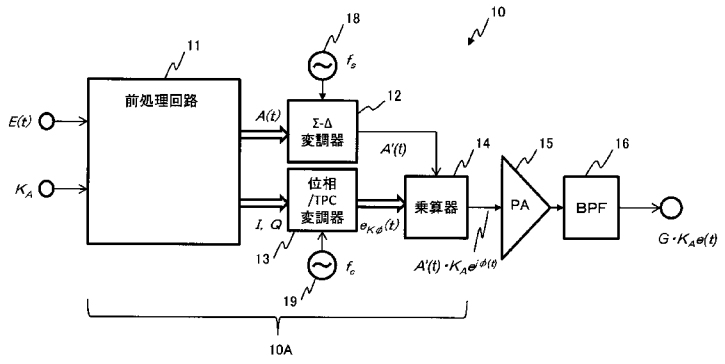
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, 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,

[続葉有]

(54) **Title**: TRANSMISSION CIRCUIT

(54) 発明の名称 : 送信回路

[図2]




11 Preprocessing circuit
12 Σ-Δ modulator
13 Phase/TPC modulator
14 Multiplier

(57) **Abstract**: The disclosed transmission circuit includes: a Σ-Δ modulator which performs Σ-Δ modulation on the amplitude-modulation component of a modulating signal and outputs a pulse-width modulated signal; an angle modulator which generates an angle-modulation component signal indicating the angle-modulation component of a signal obtained by multiplying said modulating signal by a transmission output control coefficient corresponding to the transmission output of the power amplifier; and a multiplier which multiplies the pulse-width modulated signal and the angle-modulation component signal and outputs the multiplication result as the output signal to the power amplifier.

(57) 要約: 送信回路は、変調信号の振幅変調成分をΣ-Δ変調してパルス幅変調信号を出力するΣ-Δ変調器と、電力増幅器での送信出力に応じた送信出力制御係数を前記変調信号に乗じることにより得られる信号の角度変調成分信号を生成する角度変調部と、前記パルス幅変調信号と前記角度変調成分信号とを乗じ、当該乗算結果を前記電力増幅器への出力信号として出力する乗算器とを含む。

WO 2011/078095 A1

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).

添付公開書類:

— 国際調査報告（条約第 21 条(3)）

# 明　細　書

## 発明の名称 ： 送信回路

## 技術分野

[0001] 本発明は、送信回路に関する。

## 背景技術

[0002] 第３世代（３Ｇ）やこれからのワイヤレス通信の主流である線形変調システムでは高い電力効率でひずみ無く増幅することができる送信装置の実現が望まれている。線形変調は包絡線が変動するため、信号のピークと平均電力の比（Peak to Average Ratio）を考慮して増幅器を設計／動作させている。このため、送信装置の電力効率が低いという問題があった。

[0003] 従来技術の一つとして、図１に示されるような送信回路装置がある（例えば、特許文献１を参照）。この送信回路装置の技術では、図１に示されるように、データ発生器５が、変調波の角度成分たる角度変調データと変調波の振幅成分たる振幅変調データとをそれぞれ出力する。ここで、周波数$f_c$の搬送波ｃ（ｔ）は、下記の式１で表すことができる。

[0004] $$c(t)=\cos(2\pi f_c t)=\mathrm{Re}[e^{j2\pi fct}] \quad \cdots \text{（式１）}$$

搬送波ｃ（ｔ）に対する変調波ｅ（ｔ）は、複素包絡線Ｅ（ｔ）を用いて、以下の式２、式３で表すことができる。

[0005] $$e(t)=A(t)\{\cos(\phi(t))\cdot\cos(2\pi f_c t)-\sin(\phi(t))\cdot\sin(2\pi f_c t)\}$$

$$=\mathrm{Re}[E(t)e^{j2\pi fct}] \quad \cdots \text{（式２）}$$

$$E(t)=A(t)\cdot e^{j\phi(t)} \quad \cdots \text{（式３）}$$

Ａ（ｔ）は、変調波の振幅（振幅成分）を表す。φ（ｔ）は位相（角度成分）を表し、周波数は位相の微分であるため、両者は一般に角度成分として扱うことができる。

[0006] 図１に示す周波数変調器１は、角度成分φ（ｔ）で変調された信号を発生する。一方、振幅成分Ａ（ｔ）は、Σ－Δ変調器（またはΔ－Σ変調器）３でパル

ス幅変調（ＰＷＭ）信号に変換される。このＰＷＭ 形式に変換された振幅成分、すなわちＰＷＭ信号Ａ’（ｔ）と、角度変調された信号とが振幅変調器２で変調される。振幅変調器２の出力は、一定振幅の角度変調波がＰＷＭ信号の“１”又は“０”に従ってオン又はオフされた信号となる。

[0007] このような振幅変調器２の出力信号の振幅は０又は一定値である。従って、出力信号が振幅変調器２の後段に置かれた図示しないＢ級又はＣ級の電力増幅器で増幅されても、ひずみが発生せず、且つＢ級又はＣ級の電力増幅器が本来備えている高い電力効率で信号を送信することができる。

[0008] 但し、このままでは、ＰＷＭ信号に付随する量子化雑音が送信帯域外に雑音として出力されるおそれがある。すなわち、ＰＷＭ信号Ａ’(t) は元の振幅成分Ａ(t) に対して量子化雑音に対応する誤差$Q_A$(t) が加わったものであり、以下の式４で表すことができる。

[0009] Ａ’(t) ＝Ａ（ｔ）＋$Q_A$（ｔ）・・・ （式４）

このようなＰＷＭ信号Ａ’(t)を用い、振幅変調器２で一定振幅の角度変調波を振幅変調すると、振幅変調器２の出力にも量子化雑音Ｑ(t)で振幅変調された量子化雑音が発生する。量子化雑音の大部分は送信帯域外成分となるため、バンドパスフィルタ（ＢＰＦ）４で減衰させ、量子化雑音の残留成分$Q_A$’(t)を小さくすることが可能である。

[0010] このようにして、図１に示した送信回路装置（従来技術）では、包絡線変動の大きな送信信号を高効率かつひずみ無く送信することができる。

## 先行技術文献

## 特許文献

[0011] 特許文献1：特開２００２－３２５１０９号公報

## 発明の概要

## 発明が解決しようとする課題

[0012] 上述したΣ－Δ変調器による変調の過程では、量子化雑音が発生する。そのため送信信号の平均電力を変更（出力電力を下げるなど）したい場合、信号

の振幅制御により電力制御を実現しようとすると、送信帯域外の雑音電力の規格を満足することが難しくなる。

[0013] 本発明の一態様の目的は、送信信号の電力と送信帯域外の電力との比を適正範囲内に抑えた送信回路を提供することである。

## 課題を解決するための手段

[0014] 本発明の一態様は、送信回路である。この送信回路は、変調信号の振幅変調成分をΣ-Δ変調してパルス幅変調信号を出力するΣ-Δ変調器と、

電力増幅器での送信出力に応じた送信出力制御係数を前記変調信号に乗じることにより得られる信号の角度変調成分信号を生成する角度変調部と、

前記パルス幅変調信号と前記角度変調成分信号とを乗じ、当該乗算結果を前記電力増幅器への出力信号として出力する乗算器と

を含む。

## 発明の効果

[0015] 本発明の一態様によれば、送信信号の電力と送信帯域外の電力との比を適正範囲内に抑える送信回路を実現することができる。

## 図面の簡単な説明

[0016] [図1]従来における送信装置の構成図である。

[図2]実施形態１における送信回路を含む送信装置の構成例を示す図である。

[図3]電力増幅器の入出力特性を示すグラフである。

[図4]前処理回路の一部と位相／ＴＰＣ変調器との詳細を説明する図である。

[図5]実施形態１における送信回路の変形例を示す図である。

[図6]実施形態２における送信装置の構成例を示す図である。

[図7]ＴＰＣ制御係数の補正係数決定の説明図である。

[図8]電源電圧値決定の説明図である。

[図9]実施形態３における送信装置の構成例を示す図である。

[図10]実施形態３における送信回路の動作例を示すフローチャートである。

[図11]実施形態４における送信装置の構成例を示す図である。

[図12]実施形態４における送信回路の動作例を示すフローチャートである。

## 発明を実施するための形態

[0017] 以下、図面を参照して本発明の実施形態を説明する。実施形態の構成は例示であり、本発明は実施形態の構成に限定されない。

[0018] ＜実施形態の経緯＞

携帯電話システムでは基地局と端末との距離や周囲の電波環境に応じて、送信出力を適切な電力に制御する送信出力制御（Transmission Power Control：ＴＰＣ）が行われる。図１に示した従来技術の構成で送信出力を変更する場合、振幅成分Ａ(t)にＴＰＣ制御係数$K_A$（但し$K_A \leqq 1$、１は定格出力）を乗算したデータを用いてＰＷＭ信号Ａ″(t)を生成する方法が考えられる。ＰＷＭ信号Ａ″(t)は、以下の式５で表すことができる。

[0019] $$A''(t) = K_A A(t) + Q_A(t) \quad \cdots \text{（式５）}$$

また、式５に示したＰＷＭ信号Ａ″(t)を用いて、変調波（ＢＰＦ４への入力）の複素包絡線Ｅ″（t）を表すと以下の式６となる。

[0020] $$E''(t) = A''(t) \cdot e^{j\phi(t)} = (K_A A(t) + Q_A(t))\ e^{j\phi(t)}$$
$$= K_A A(t)\ e^{j\phi(t)} + Q_A(t)\, e^{j\phi(t)} \quad \cdots \text{（式６）}$$

式６より、量子化雑音に対応する誤差$Q_A(t)$の電力はＴＰＣ制御係数$K_A$によらずほぼ一定になることが分かる。一方、送信信号電力はＴＰＣ制御係数$K_A$によって減少するため、信号対雑音比（ＳＮ比）が$K_A$に比例して劣化し、ＢＰＦ４の出力のＳＮ比も同様に劣化する。

[0021] 送信帯域外の雑音レベルは送信出力に応じて低くすることが義務付けられており、従来技術の送信回路装置では、雑音レベルに対する要求を十分満足することが困難となる。また、送信信号に含まれる雑音（Error Vector Magnitude：ＥＶＭ）が増加し、信号の品質が劣化するという問題もある。

[0022] 実施形態は、上述した問題に鑑み、送信出力を可変にした場合でも、送信帯域外の雑音を適正範囲内に抑えることができる送信回路について説明する。

[0023] ＜実施形態１＞

図２は、実施形態１における送信回路を含む送信装置の構成例を示す図で

ある。図２において、送信装置１０は、送信回路１０Ａと、送信回路に接続された電力増幅器（パワーアンプ：ＰＡ、「飽和増幅器」ともいう）１５と、電力増幅器１５に接続されたバンドパスフィルタ（ＢＰＦ）１６とを備え、ＢＰＦ１６の出力端子には、図示しない送信アンテナが接続されている。

[0024] 送信回路１０Ａは、入力端子から変調入力（複素包絡線Ｅ(t)）及びＴＰＣ制御係数$K_A$が入力される前処理回路１１と、前処理回路１１に接続されたΣ-Δ変調器（Δ-Σ変調器）１２と、前処理回路１１に接続された位相／ＴＰＣ変調器１３と、Σ-Δ変調器１２の出力信号及び位相／ＴＰＣ変調器１３の出力信号が入力される乗算器１４とを備え、乗算器１４の出力はＰＡ１５に入力される。

[0025] 前処理回路１１は、変調波ｅ(t)の振幅成分Ａ(t)を示す信号をΣ-Δ変調器１２に入力する。Σ-Δ変調器１２は、発振器１８からの標本化クロック$f_s$を用いて振幅成分Ａ(t)をＰＷＭ形式の振幅成分Ａ’（t）に変調する。振幅成分Ａ’（t）はＰＷＭ信号として乗算器１４に入力される。

[0026] また、前処理回路１１は、変調波ｅ(t)の複素包絡線Ｅ(t)の極座標変換を行う。前処理回路１１は、変調波ｅ(t)の瞬時位相φ(t)及びＴＰＣ制御係数$K_A$が乗算された変調波ｅ（t）の同相成分Ｉ及び直交成分Ｑのベースバンド信号を生成し、位相/ＴＰＣ変調器１３に入力する。

[0027] 位相／ＴＰＣ変調器１３は、直交変調器であり、ベースバンド信号Ｉ，Ｑで発振器１９からの搬送波$f_c$を直交変調した角度変調波$e_{K\phi}(t)$を出力する。乗算器１４は、位相／ＴＰＣ変調器１３からの角度変調波とΣ-Δ変調器１２からのＰＷＭ信号とを乗算した変調信号を電力増幅器１５に出力する。電力増幅器１５は、所定の送信電力で信号増幅を行い、出力をＢＰＦ１６に接続する。ＢＰＦ１６は、送信帯域外の信号を除去する。ＢＰＦ１６の出力信号は、図示しない送信アンテナに接続され、電磁放射される。

[0028] 実施形態１では、振幅変調成分を用いてＴＰＣ制御を行うのではなく、角度変調成分にＴＰＣ制御係数$K_A$を乗算することで送信出力制御を行う。この送信出力制御された角度変調波の複素包絡線$E_{K\phi}$（ｔ）は以下の式７で表すこ

とができる。

[0029] $E_{K\phi}$（ｔ）＝$K_A e^{j\phi(t)}$ ・・・（式７）

複素包絡線$E_{K\phi}$（ｔ）を位相／ＴＰＣ変調器１３に入力して搬送波を変調することで、送信出力制御された角度変調波を発生することができる。位相／ＴＰＣ変調器１３からの出力信号は、乗算器１４において、Σ-Δ変調器１２からのＰＷＭ信号Ａ'(t)で振幅変調される。これによって、乗算器１４の出力として、送信出力制御された変調信号を得ることができる。この場合、ＰＷＭ信号Ａ'(t)は送信出力制御から独立しており、量子化雑音と信号電力との比を複素包絡線で表示すると、以下の式８で表されるように送信出力制御の影響を受けないことがわかる。

[0030] $E'(t)=A'(t)\cdot K_A e^{j\phi(t)}=K_A(A(t)+Q_A(t))\ e^{j\phi(t)}$

$=K_A A(t)\ e^{j\phi(t)}+K_A Q_A(t)\ e^{j\phi(t)}$ ・・・（式８）

図２の構成例では、電力増幅器１５への入力信号全体にＴＰＣ制御係数$K_A$という振幅係数が掛けられる。これによって、電力増幅器１５の出力が変化する。図３は、電力増幅器１５の入出力特性を示すグラフである。一般に、電力増幅器１５の入出力特性は線形ではない。従って、振幅制御係数、すなわちＴＰＣ制御係数$K_A$は電力増幅器１５の入出力特性を考慮し、所望の出力が得られるように決定することができる。例えば、出力電力が一定の間隔で増加するように入力電力の値が決められ（図３参照）、入力電力に応じたＴＰＣ制御係数$K_A$が決定されることができる。

[0031] 上述したように、位相／ＴＰＣ変調器１３として、直交変調器を用いることができる。図４は、前処理回路１１の一部と位相／ＴＰＣ変調器１３との詳細を説明する図である。図４に示すように、前処理回路１１は、変調波ｅ(t)の瞬時位相φ(t)に対する余弦cosφ(t)を求めるコサイン変換部２１と、瞬時位相φ(t)に対する正弦sinφ(t)を求めるサイン変換部２２と、cosφ(t)及びsinφ(t)に対してＴＰＣ振幅係数$K_A$を乗算する乗算器２３及び２４を含んでいる。

[0032] このような構成によって、乗算器２３からは同相成分Ｉのベースバンド信

号（同相成分I＝$K_A\cos\phi(t)$）が出力され、乗算器２４からは直交成分Ｑのベースバンド信号（直交成分Q＝$K_A\sin\phi(t)$）が出力される。直交変調器２５、すなわち位相／ＴＰＣ変調器１３は、搬送波$f_c$をベースバンド信号Ｉ，Ｑで直交変調する。この結果、直交変調器２５の出力信号として、複素包絡線が$E_{K\phi}(t)=K_A e^{j\phi(t)}$なる送信出力制御された角度変調波を発生することができる。この角度変調波に乗算器１４でＰＷＭ信号Ａ'(t)を乗算することで、式（８）に示す送信出力が得られる。

[0033] 図２及び図４に示す構成は、図５に示すように変形が可能である。図５は、送信回路の変形例を示す。図５に示す例では、乗算器２３，２４が省略される代わりに、直交変調器２５（位相／ＴＰＣ変調器１３）と乗算器１４との間にゲイン調整器２６が挿入されている。このゲイン調整器２６に、ＴＰＣ制御係数$K_A$が入力される。

[0034] 図５に示す例では、ＴＰＣ振幅係数$K_A$が直交変調器２５（位相／ＴＰＣ変調器１３）の入力側ではなく直交変調器２５の出力側のゲイン調整器２６で直交変調器２５からの角度変調波に乗算される。

[0035] 実施形態１によれば、Σ-Δ変調器１２から出力されるＰＷＭ信号に含まれる量子化雑音に対し、ＴＰＣ制御係数$K_A$（$K_A\leqq 1$（定格））を乗算した角度変調信号が乗算器１４で乗じられる。これによって、ＴＰＣ制御係数$K_A$が信号成分だけでなく量子化雑音にも乗じられる（式８）ことにより、送信出力における量子化雑音の影響を抑え、ＳＮ比を好適に保つことができる。その結果、品質の良い信号を送信することができる。

[0036] また、実施形態１によれば、量子化雑音が送信出力制御の影響を受けないため、量子化雑音の影響を軽減するために予め非常に高いオーバーサンプリング周波数を用いる必要が無く、広い範囲の送信出力制御が可能となる。したがって、回路の実現が容易になると共に、消費電力を抑えた、高効率の線形送信装置を実現することができる。

[0037] ＜実施形態２＞

次に、実施形態２について説明する。実施形態１と同様の構成については

、同一の符号を付して説明を省略する。一般に、電力増幅器の電力効率は、最大出力付近が最も高く、送信出力が低い状態では、効率が低下する。このため、電力増幅器への入力信号レベルをＴＰＣ制御係数によって下げると、電力増幅効率が低下する。実施形態２は、電力増幅効率低下を改善する送信装置について説明する。

[0038] 図６は、実施形態２における送信装置３０の構成例を示す図である。送信装置３０は、送信回路３０Ａが、実施形態１で説明した構成要素に加えて、ＤＣ−ＤＣ変換器３１及び電源電圧制御部３２を備える点で、実施形態１と異なる。また、前処理回路１１がＴＣＰ制御係数$K_A$をＴＰＣ制御係数の補正値である補正係数$K_A'$に変換する係数変換部３３を含む点で、実施形態１と異なる。

[0039] 前処理回路１１には、送信出力制御を考慮したＴＰＣ制御係数$K_A$が入力される。すなわち、送信電力に応じた値のＴＰＣ制御係数$K_A$が入力される。電源電圧制御部３２は、ＴＰＣ制御係数$K_A$に対応する電源電圧値$V_D$を記憶した記録媒体（例えばメモリ：図示せず）を備えている。電源電圧の値$V_D$として、ＴＰＣ制御係数$K_A$の値に対応する適切な値が予め決定され、メモリに格納される。電源電圧制御部３２は、前処理回路１１に入力されるＴＰＣ制御係数$K_A$を受け取り、ＴＰＣ制御係数$K_A$に対応する電源電圧値$V_D$を読み出してＤＣ−ＤＣ変換器３１に与える。

[0040] ＤＣ−ＤＣ変換器３１は、電力増幅器１５の電源電圧が電源電圧テーブル３２から通知された電源電圧値$V_D$となるように制御される。これによって、電力増幅器１５の電力増幅効率が良好となる電源電圧$V_D$が電力増幅器１５に供給される。

[0041] 一方、係数変換部３３は、記録媒体（メモリ）を有しており、ＴＰＣ制御係数$K_A$と補正係数$K_A'$との関係を示す値が予めメモリに格納されている。前処理回路１１にＴＰＣ制御係数$K_A$が入力されると、対応する補正係数$K_A'$を読み出す。読み出された補正係数$K_A'$は、角度変調成分に乗算される。

[0042] 実施形態２によれば、実施形態１と同様の作用効果を得ることができる。

実施形態２によれば、さらに、ＴＰＣ制御係数$K_A$に応じた電源電圧$V_D$が電力増幅器１５に供給されることで、電力増幅器１５の電力増幅効率を適切にすることができる。また、角度変調成分に乗じるＴＰＣ制御係数を補正することができる。

[0043] なお、実施形態２において、電力制御部３２と係数変換部３３との一方は省略が可能である。すなわち、電源電圧（印加電圧）制御と係数制御との一方のみが実施されるようにしても良い。

[0044] ＜＜具体例１＞＞

実施形態２に関して、ＴＰＣ制御係数$K_A$から補正係数$K_A'$を決定する具体的手法について説明する。ＴＰＣ（Transmission Power Control）は送信出力電力値の制御であり、ＴＰＣ制御係数$K_A$は送信ユニットとして出力する送信出力を表している。実施形態２の送信回路３０Ａでは、角度変調成分にＴＰＣ制御係数を乗算する。このため、電力増幅器１５が電力の低い領域から高い領域まで動作することを考慮する。特に、動作点が電力増幅器１５の飽和領域に位置する場合には、電力増幅器１５の非線形特性の影響を考慮したＴＰＣ制御係数の変換を行う。

[0045] 図７は、補正係数決定の説明図である。ＴＰＣ制御係数$K_A$から補正係数$K_A'$への変換においては、電力増幅器１５の入出力特性が必要となる。このため、アンプデバイス、すなわち電力増幅器１５の入出力特性をＣＷ（Continuous Wave）或いはパルス信号を用いて求める（図７のＳ１）。これにより、図７のグラフＧ１に示すような電力増幅器１５の入出力特性を得ることができる。

[0046] 次に、係数変換マップを生成する。すなわち、ステップＳ１で得られた電力増幅器１５の入出力特性と逆の特性を有するＴＰＣ制御係数$K_A$と補正係数$K_A'$との関係を表す関数ｆ（ｘ）を生成する(図７のＳ２)。これによって、図７のグラフＧ２に示すような$K_A-K_A'$間の係数変換マップが生成される。係数変換マップは、係数変換部３３が有するメモリに予め格納される。或いは、関数ｆ（ｘ）がメモリに格納されていても良い。

[0047] また、以下のような制御を行うことができる。例えば、最大送信出力を示す$K_A$を$K_{A_MAX}$と定義し、前処理回路１１には、$K_{A_MAX}$が入力されると仮定する。電力制御部３２による制御は行われない。ここで、$K_{A_MAX}$よりも－３ｄＢ低い電力で送信を行う場合には、係数変換部３３は、関数ｆ（ｘ）を用いて以下の計算を行う。

[0048] $K_A' = f(K_{A_MAX} + (-3))$ ［ｄＢ］・・・（式Ａ）

この式Ａを$K_A'$の真値に変換するために、以下の計算を行う。

[0049] $K_A' = 10^{f(KA_MAX+(-3))/20}$ ［真値］・・・（式Ｂ）

そして、式Ｂにて得られた補正係数$K_A'$が角度変調成分に乗算される。これによって、$K_{A_MAX}$よりも－３ｄＢ低い電力で送信を行うことができる。

[0050] ＜＜具体例２＞＞

次に、ＴＰＣ制御係数$K_A$から電力増幅器１５（アンプ）に印加する電力値$V_D$を決定する具体的手法について説明する。アンプデバイス、すなわち電力増幅器は、飽和領域において高い増幅効率で動作する。しかし、低い電力を出力する場合には、増幅器の効率が低くなる。Σ-Δ変調方式による電力増幅器への入力信号は２値であり、ＰＷＭ信号がオン“１”のときに電力増幅器はオン状態となり、効率の高い飽和領域で動作する。これに対し、ＰＷＭ信号がオフ“０”のときに電力増幅器はオフ状態となる。オフ状態での消費電力は“０”である。

[0051] 実施形態１，２における送信装置では、ＴＰＣ制御係数が角度変調成分に乗算され、この角度変調成分とＰＷＭ信号とが乗算器１４で乗算される。これは、電力増幅器のオン状態を高効率領域から効率の低い領域にシフトして使用することを示している。そこで、低い出力電力時においても高効率動作となるように、出力電力に応じて電力増幅器への印加電圧$V_{Amp}$を変化させる構成を採用することができる。

[0052] 図８は、電圧値決定の説明図である。最初に、幾つかの印加電圧$V_{Amp}$において、ＣＷ（Continuous Wave）或いはパルス信号を用いて予め電力増幅器の入出力特性を求める（図８のＳ１１）。これにより、図８に示すグラフＧ３が

得られる。

[0053] 次に、増幅効率とゲイン劣化量に基づき、電力増幅器の入出力特性を示す関数を求め（図８のグラフＧ４）、当該関数を用いて電力増幅器の出力電力と印加電圧$V_{Amp}$との関係を示す関数を決定する（図８のＳ１２）。これによって、図８のグラフＧ５が得られる。一方、グラフＧ４と逆特性となるようなＴＰＣ制御係数$K_A$から補正係数$K_A'$との関数を生成する（図８のＳ１３）。これによって、図８のグラフＧ６が得られる。

[0054] 前処理回路１１に入力されるＴＰＣ制御係数$K_A$は、電力増幅器の出力電力（アンプ出力）によって決まる。電源電圧制御部３２のメモリには、グラフＧ５を元に作成されたＴＰＣ制御係数$K_A$から印加電圧$V_{Amp}$、すなわち電源電圧$V_D$との変換テーブルが格納される。これによって、電源電圧制御部３２は、ＴＰＣ制御係数$K_A$に応じた印加電圧$V_{Amp}$（$V_D$）をＤＣ-ＤＣ変換器３１を介して電力増幅器１５に印加することができる。

[0055] また、グラフＧ６に基づく関数、マップ又はテーブルが係数変換部３３のメモリに格納され、ＴＰＣ制御係数を補正係数に変換することができる。これによって、電力増幅器の入出力特性における非線形領域に対応した補正係数を角度変調成分に乗じることが可能となり、効率の良い増幅動作を行うことが可能となる。

[0056] ＜実施形態３＞

次に、実施形態３について説明する。実施形態１，２と同様の構成については、同一の符号を付して説明を省略する。図９は、実施形態３における送信装置の構成例を示す図である。図９において、送信装置４０の送信回路４０Ａは、電力制御部３２の代わりの電力量検出部４１及び適応制御部４２を備える点で、実施形態２に示した送信回路３０Ａと異なっている。送信回路４０では、電力増幅器１５への印加電圧、すなわち電源電圧は固定である。

[0057] 電力量検出部４１は、ＢＰＦ１６から出力される送信信号の電力量を検出する。適応制御部４２は、ＴＰＣ制御係数$K_A$と電力量検出部４１からの電力量とに基づき、ＴＰＣ制御係数の補正値である$K_A'$を決定し、係数変換部４３

に変換の指示を与える。係数変換部３３は、適応制御部４２からの指示に従って、前処理回路１１に入力されるＴＰＣ制御係数$K_A$を補正係数$K_A'$に変換する。送信回路４０Ａでは、ＴＰＣ制御係数$K_A$又は補正係数$K_A'$が角度変調成分に乗算される。

[0058] 以下、実施形態３の動作例について説明する。例えば、送信装置４０の工場調整時において、電力増幅器の入出力特性の代表値が送信装置４０に適用されると仮定する。この場合、電力増幅器のデバイス特性のばらつきや、出荷後の送信装置４０の使用による温度変化、或いは経時変化により増幅特性の劣化が予想される。そこで、送信装置４０の出力をフィードバックし、制御係数の変換関数を適応制御する。

[0059] 図１０は、送信装置４０の送信回路４０Ａの動作例を示すフローチャートである。送信装置４０の動作時には、ＴＰＣ制御が実行され、送信電力に応じたＴＰＣ制御係数$K_A$が設定される（ステップＳ１０１）。ＴＰＣ制御係数$K_A$は前処理回路１１に入力される。

[0060] 前処理回路１１では、係数変換部３３によってＴＰＣ制御係数$K_A$が補正係数$K_A'$に変換され、角度変調成分に乗算される（ステップＳ１０２）。その後、実施形態１で説明した動作が前処理回路１１，Σ－Δ変調器１２，位相／ＴＰＣ変調器１３，乗算器１４で行われる。乗算器１４の出力信号は、電力増幅器１５で電力増幅され、ＢＰＦ１６で送信帯域外成分が除去された後、送信信号として出力される。

[0061] ＢＰＦ１６から出力される送信信号の一部は、フィードバック経路を通って電力量検出部４１に入力される。電力量検出部４１は、電力量Ｔｘ ＰＷ（すなわち送信出力電力）を検出し、適応制御部４２に入力する（ステップＳ１０３）。

[0062] 適応制御部４２は、ＴＰＣ制御係数$K_A$と電力量Ｔｘ ＰＷとの差分（誤差）が許容電力誤差範囲、すなわち許容範囲$\delta$以下か否かを判定する（ステップＳ１０４）。誤差が許容範囲$\delta$以下の場合（Ｓ１０４のＹＥＳ）には、図１０に示す処理を終了する。

[0063] これに対し、誤差が許容範囲δを上回る場合（Ｓ１０４のＮＯ）には、適応制御部４２は、現在のＴＰＣ制御係数$K_A$が電力量Ｔｘ ＰＷより大きいか否かを判定する（ステップＳ１０５）。

[0064] このとき、ＴＰＣ制御係数$K_A$が電力量Ｔｘ ＰＷより大きい場合（Ｓ１０５のＹＥＳ）には、適応制御部４２は、係数変換部３３が有する補正係数$K_A'$の値を、現在の補正係数$K_A'$に所定値Δσを加えた値に設定し（ステップＳ１０６）、処理をステップＳ１０２に戻す。これに対し、ＴＰＣ制御係数$K_A$が電力量Ｔｘ ＰＷ以下の場合（Ｓ１０５のＮＯ）には、適応制御部４２は、係数変換部３３が有する補正係数$K_A'$の値を、現在の補正係数$K_A'$から所定値Δσを減じた値に設定し（ステップＳ１０７）、処理をステップＳ１０２に戻す。

[0065] 実施形態３によれば、実施形態１と同様の作用効果を得ることができる。さらに、実施形態３によれば、送信装置４０の出力をフィードバックし、送信出力電力量Ｔｘ ＰＷを検出する。求めた電力量とＴＰＣ制御で設定される$K_A$を比較し、許容電力誤差範囲δより誤差が大きい場合において、設定値が送信出力電力より大きければ、$K_A'$を大きく、設定値が送信出力電力より小さければ$K_A'$を小さくするよう制御する。これによって、送信出力電力値に適したＴＰＣ制御係数を使用することが可能となる。

[0066] ＜実施形態４＞

次に、実施形態４について説明する。実施形態１，２，３と同様の構成については、同一の符号を付して説明を省略する。図１１は、実施形態４における送信装置の構成例を示す図である。図１１において、送信装置５０の送信回路５０Ａは、送信装置３０Ａの構成に加えて、実施形態２のＤＣ-ＤＣ変換器３１及び電源電圧制御部３２を備える点で、実施形態３に示した送信回路４０Ａと異なっている。送信回路５０では、電力増幅器１５への印加電圧、すなわち電源電圧は可変である。

[0067] 図１２は、送信装置５０の送信回路５０Ａの動作例を示すフローチャートである。送信装置５０の動作時には、ＴＰＣ制御が実行され、送信電力に応

じたＴＰＣ制御係数$K_A$が設定される（ステップＳ２０１）。ＴＰＣ制御係数$K_A$は前処理回路１１に入力される。

[0068] 前処理回路１１では、係数変換部３３によってＴＰＣ制御係数$K_A$が補正係数$K_A'$に変換され、角度変調成分に乗算される。その後、実施形態１で説明した動作が前処理回路１１，Σ-Δ変調器１２，位相／ＴＰＣ変調器１３，乗算器１４で行われる。一方で、電源電圧制御部３２によって、アンプデバイスたる電力増幅器１５に対し、ＴＰＣ制御係数$K_A$に応じた印加電圧$V_{amp}$がＤＣ-ＤＣ変換器３１を介して印加される（ステップＳ２０２）。

[0069] 乗算器１４の出力信号は、電力増幅器１５で電力増幅され、ＢＰＦ１６で送信帯域外成分が除去された後、送信信号として出力される。ＢＰＦ１６から出力される送信信号の一部は、フィードバック経路を通って電力量検出部４１に入力される。電力量検出部４１は、電力量ＴｘＰＷ（すなわち送信出力電力）を検出し、適応制御部４２に入力する（ステップＳ２０３）。

[0070] 適応制御部４２は、ＴＰＣ制御係数$K_A$と電力量ＴｘＰＷとの差分（誤差ΔＰｉ）が許容電力誤差範囲、すなわち許容範囲δ以下か否かを判定する（ステップＳ２０４）。誤差が許容範囲δ以下の場合（Ｓ２０４のＹＥＳ）には、処理がステップＳ２１０に進む。

[0071] これに対し、誤差が許容範囲δを上回る場合（Ｓ２０４のＮＯ）には、制御係数の調整が印加電圧の制御に先んじて実行される。すなわち、適応制御部４２は、現在のＴＰＣ制御係数$K_A$が電力量ＴｘＰＷより大きいか否かを判定する（ステップＳ２０５）。

[0072] このとき、ＴＰＣ制御係数$K_A$が電力量ＴｘＰＷより大きい場合（Ｓ２０５のＹＥＳ）には、適応制御部４２は、係数変換部３３が有する補正係数$K_A'$の値を、現在の補正係数$K_A'$に所定値Δσを加えた値に設定する（ステップＳ２０６）。これに対し、ＴＰＣ制御係数$K_A$が電力量ＴｘＰＷ以下の場合（Ｓ２０５のＮＯ）には、適応制御部４２は、係数変換部３３が有する補正係数$K_A'$の値を、現在の補正係数$K_A'$から所定値Δσを減じた値に設定する（ステップＳ２０７）。

[0073] ステップＳ２０６又はＳ２０７が終了すると、ステップＳ２０２～Ｓ２０５の処理が繰り返される。二回目のステップＳ２０５（図１２で“Ｓ２０５Ａ”と表記）において、ＴＰＣ制御係数$K_A$が電力量Ｔｘ ＰＷより大きい場合（Ｓ２０５ＡのＹＥＳ）には、適応制御部４２は、電源電圧制御部３２が保持する印加電圧Ｖampの値を、現在の印加電圧に所定値ΔＶを加えた値に設定する（ステップＳ２０８）。これに対し、ＴＰＣ制御係数$K_A$が電力量Ｔｘ ＰＷ以下の場合（Ｓ２０５ＡのＮＯ）には、適応制御部４２は、電源電圧制御部３２が保持する印加電圧Ｖampの値を、現在の印加電圧から所定値Δσを減じた値に設定する（ステップＳ２０９）。ステップＳ２０８又はＳ２０９の処理が終了すると、処理がステップＳ２０２に戻る。

[0074] ところで、処理がステップＳ２１０に進んだ場合、すなわち、誤差が許容範囲を超えている場合には、印加電圧制御が実行される。すなわち、適応制御部４２は、電源電圧制御部３２が保持する印加電圧Ｖampの値を、現在の印加電圧から所定値Δσを減じた値に設定する。

[0075] その後、ステップＳ２０２と同様の処理が行われ（Ｓ２０２Ａ）、電力量ＴｘＰＷが検出され（ステップＳ２０３Ａ）、誤差ΔＰｉが許容範囲δ未満か否かを判定する（ステップＳ２１１）。誤差が許容範囲δを上回る場合（Ｓ２１１のＮＯ）には、適応制御部４２は、電源電圧制御部３２が保持する印加電圧Ｖampの値を、現在の印加電圧から所定値Δσを加えた値に設定する（ステップＳ２１２）、その後、ステップＳ２０２と同様の処理が行われ、図１２の処理が終了する。但し、ステップＳ２０３Ａ以降の処理が実行されるようにしても良い。

[0076] これに対し、誤差が許容範囲δ未満である場合（Ｓ２１１のＹＥＳ）には、適応制御部４２は、電源電圧制御部３２が保持する印加電圧Ｖampの値を、現在の印加電圧から所定値Δσを減じた値に設定し（ステップＳ２１４）、処理をステップＳ２０２Ａに戻す。

[0077] 実施形態４によれば、実施形態１と同様の作用効果を得ることができる。さらに、実施形態４によると、実施形態３と同様に、送信装置の出力をフィ

ードバックし、送信出力電力量を検出する。求めた電力量とＴＰＣ制御で設定されるＫ$_A$とを比較し、許容電力誤差範囲δより誤差が大きい場合には、まず補正係数Ｋ$_A$'が制御される。ＴＰＣ制御係数Ｋ$_A$が送信出力電力より大きければ、Ｋ$_A$'を大きく、設定値が送信出力電力より小さければＫ$_A$'を小さくするよう制御する。

[0078] その後、再度Ｋ$_A$'、Ｖ$_{Amp}$を設定し、許容電力誤差範囲δより誤差が大きければ、今度はアンプデバイス（電力増幅器１５）の印加電圧Ｖ$_{Amp}$が制御される。Ｋ$_A$が送信出力電力より大きければ、Ｖ$_{Amp}$を大きく、設定値が送信出力電力より小さければＶ$_{Amp}$を小さくするように制御が行われる。誤差が許容電力誤差範囲δに入らなければ上記操作が繰り返し行われる。

[0079] 誤差が許容電力誤差範囲δに収まった場合、高効率動作させるために電圧をできるだけ絞る方向(低い電圧)に制御を行い、許容電力誤差範囲を超えない適切な電圧値となるまで制御を繰り返す。これによって、送信出力電力値に適したＴＰＣ制御係数を使用することが可能となる。

[0080] なお、実施形態１～４に示した構成は、適宜組み合わせることが可能である。

## 符号の説明

[0081] １０，３０，４０，５０・・・送信装置

１０Ａ，３０Ａ，４０Ａ，５０Ａ・・・送信回路

１１・・・前処理回路

１２・・・Σ－Δ変調器

１３・・・位相／ＴＰＣ変調器

１４・・・乗算器

１５・・・電力増幅器

１６・・・バンドパスフィルタ

１８，１９・・・発振器

２１・・・コサイン変換部

２２・・・サイン変換部

２３，２４・・・乗算器

２５・・・直交変調器

２６・・・ゲイン調整器

３１・・・ＤＣ−ＤＣ変換器

３２・・・電源電圧制御部

３３・・・係数変換部

４１・・・電力量検出部

４２・・・適応制御部

# 請求の範囲

[請求項1] 変調信号の振幅変調成分をΣ－Δ変調してパルス幅変調信号を出力するΣ－Δ変調器と、

電力増幅器での送信出力に応じた送信出力制御係数を前記変調信号に乗じることにより得られる信号の角度変調成分信号を生成する角度変調部と、

前記パルス幅変調信号と前記角度変調成分信号とを乗じ、当該乗算結果を前記電力増幅器への出力信号として出力する乗算器と

を含む送信回路。

[請求項2] 前記角度変調部は、

前記変調信号の位相に対する余弦を同相成分として求める余弦変換部と、

前記変調信号の位相に対する正弦を直交成分として求める正弦変換部と、

前記余弦変換部から出力される同相成分及び前記正弦変換部から出力される直交成分のそれぞれに前記送信出力制御係数を乗じる乗算部と、

前記乗算部から出力される前記送信出力制御係数が乗じられた同相成分及び直交成分を含むベースバンド信号で搬送波を直交変調する直交変調器とを含み、

前記直交変調器の出力が前記角度変調成分信号として前記乗算器に入力される

請求項１に記載の送信回路。

[請求項3] 前記角度変調部は、

前記変調信号の位相に対する余弦を同相成分として求める余弦変換部と、

前記変調信号の位相に対する正弦を直交成分として求める正弦変換部と、

前記余弦変換部から出力される同相成分及び前記正弦変換部から出力される直交成分を含むベースバンド信号で搬送波を直交変調する直交変調器と、

前記直交変調器の出力に対して前記送信出力制御係数を乗じる乗算部とを含み、

前記乗算部の出力が前記角度変調成分信号として前記乗算器に入力される

請求項１に記載の送信回路。

[請求項4] 前記送信出力制御係数に応じて前記電力増幅器に印加する印加電圧を決定する電圧制御部をさらに含む

請求項１に記載の送信回路。

[請求項5] 前記変調信号の角度変調成分信号に乗じる前記送信出力制御係数の値を補正する補正部をさらに含む

請求項１に記載の送信回路。

[請求項6] 前記電力増幅器の出力信号の電力量を検出する検出部と

前記電力量と前記送信出力制御係数との誤差が許容範囲にあるか否かを判定する判定部とをさらに含み、

前記誤差が前記許容範囲外である場合に、前記補正部が前記角度変調成分信号に乗じる前記送信出力制御係数の値を補正する

請求項１に記載の送信回路。

[請求項7] 前記電力増幅器に印加する印加電圧を制御する電圧制御部をさらに含み、

前記補正部による前記送信出力係数の補正後における前記電力増幅器の出力信号の電力量と前記補正された送信出力制御係数との誤差が許容範囲外である場合に、前記電圧制御部は、前記電力増幅器に印加する印加電圧を変更する

請求項６に記載の送信回路。

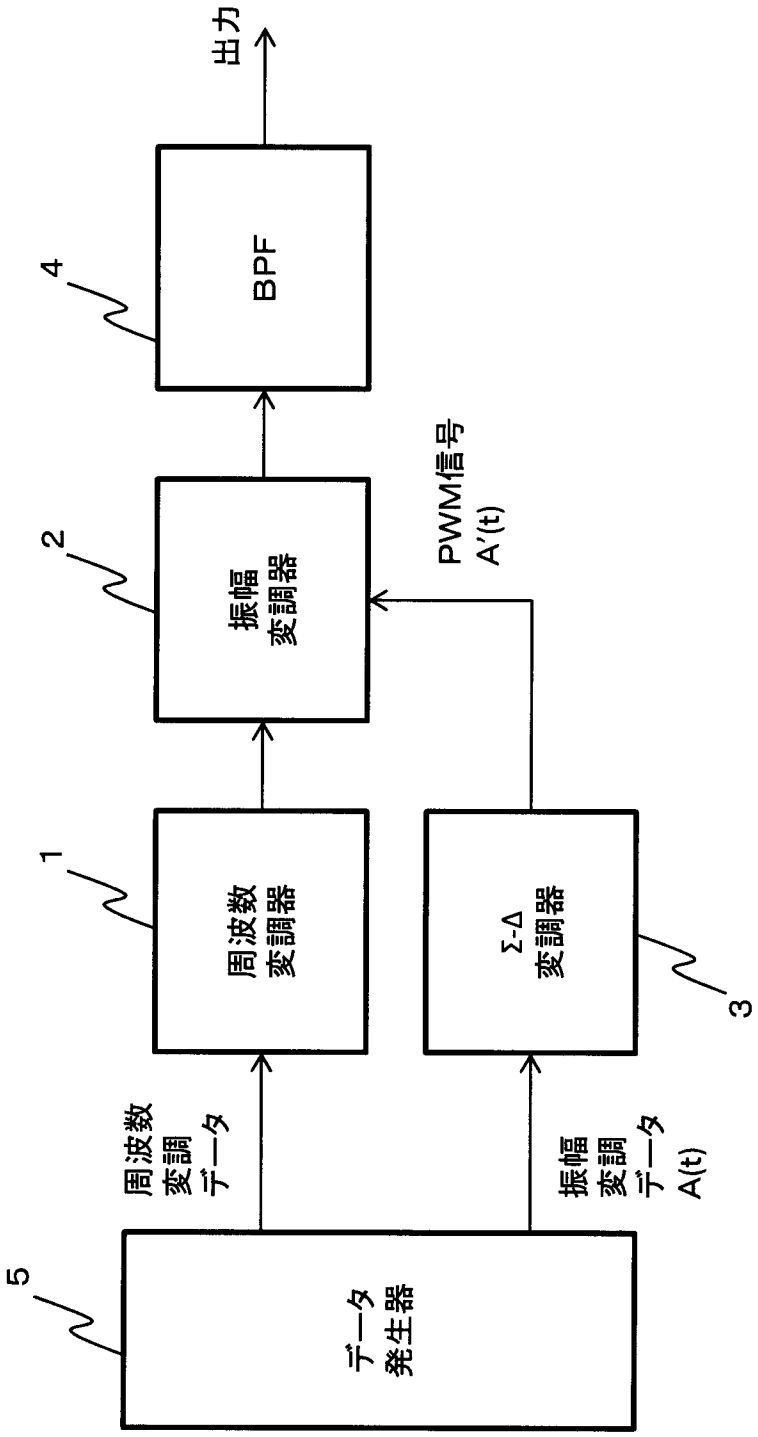
[請求項8] 前記電力増幅器に印加する印加電圧を制御する電圧制御部をさらに

含み、

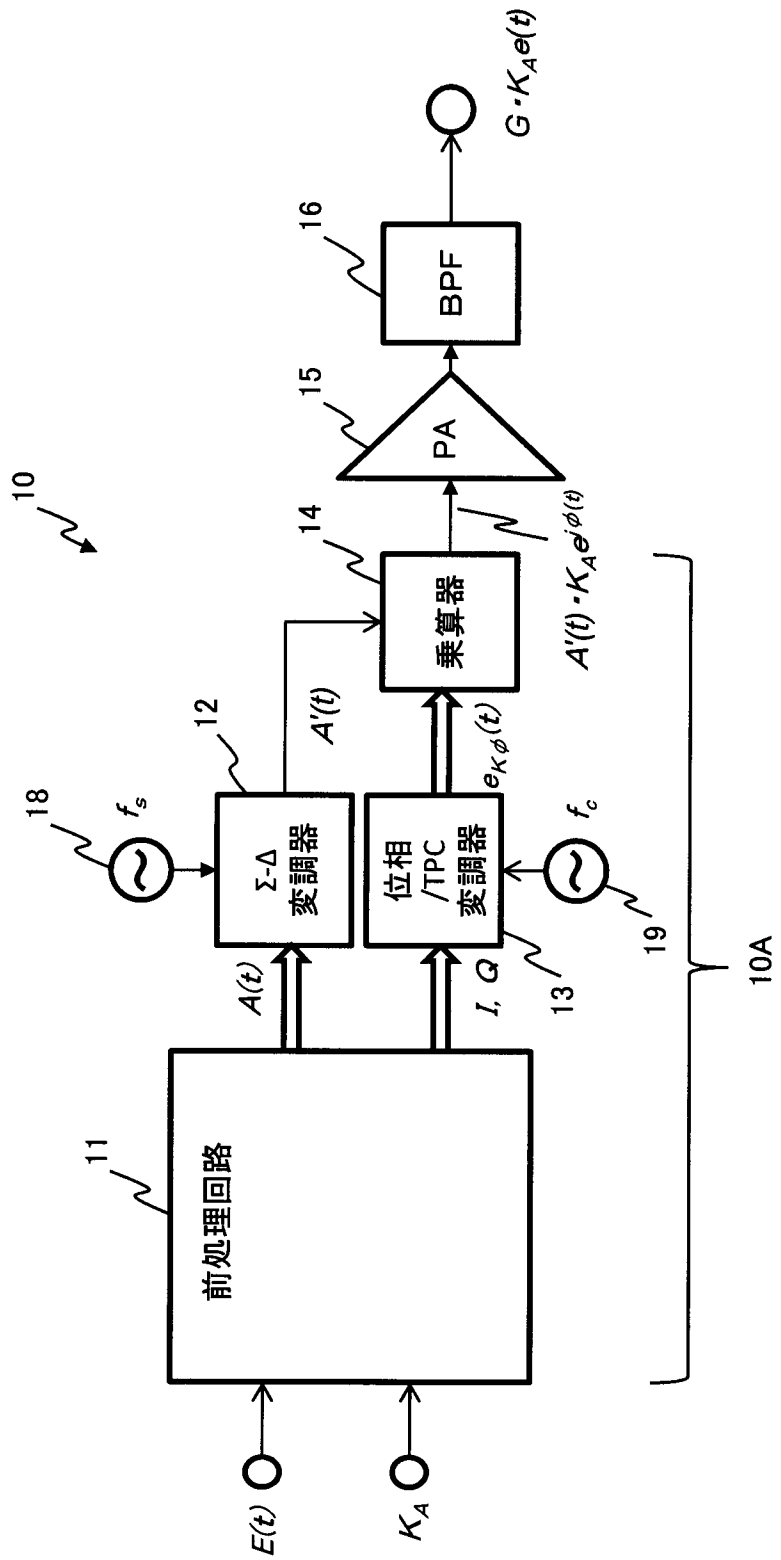
前記誤差が前記許容範囲内である場合に、前記電圧制御部は、前記電力増幅器に印加する印加電圧の値を小さくする

請求項６に記載の送信回路。

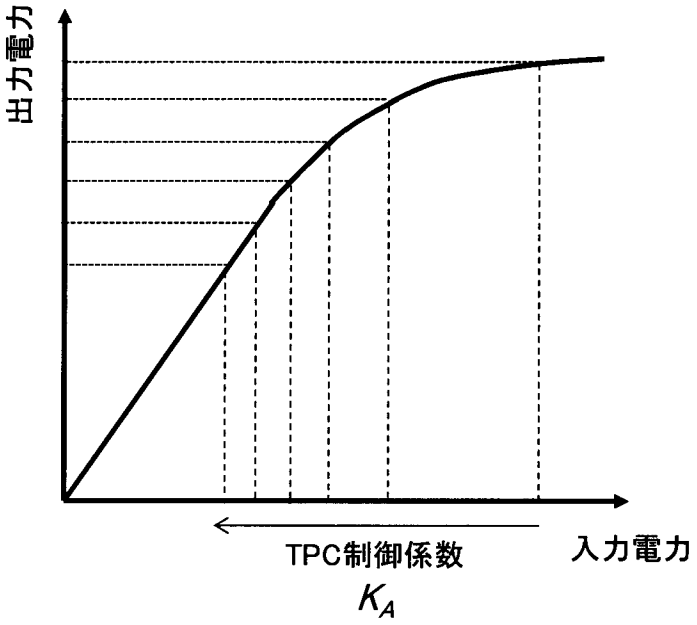
[図1]


出力
BPF
4
振幅
変調器
2
PWM信号
A'(t)
周波数
変調器
1
Σ-Δ
変調器
3
周波数
変調
データ
振幅
変調
データ
A(t)
データ
発生器
5

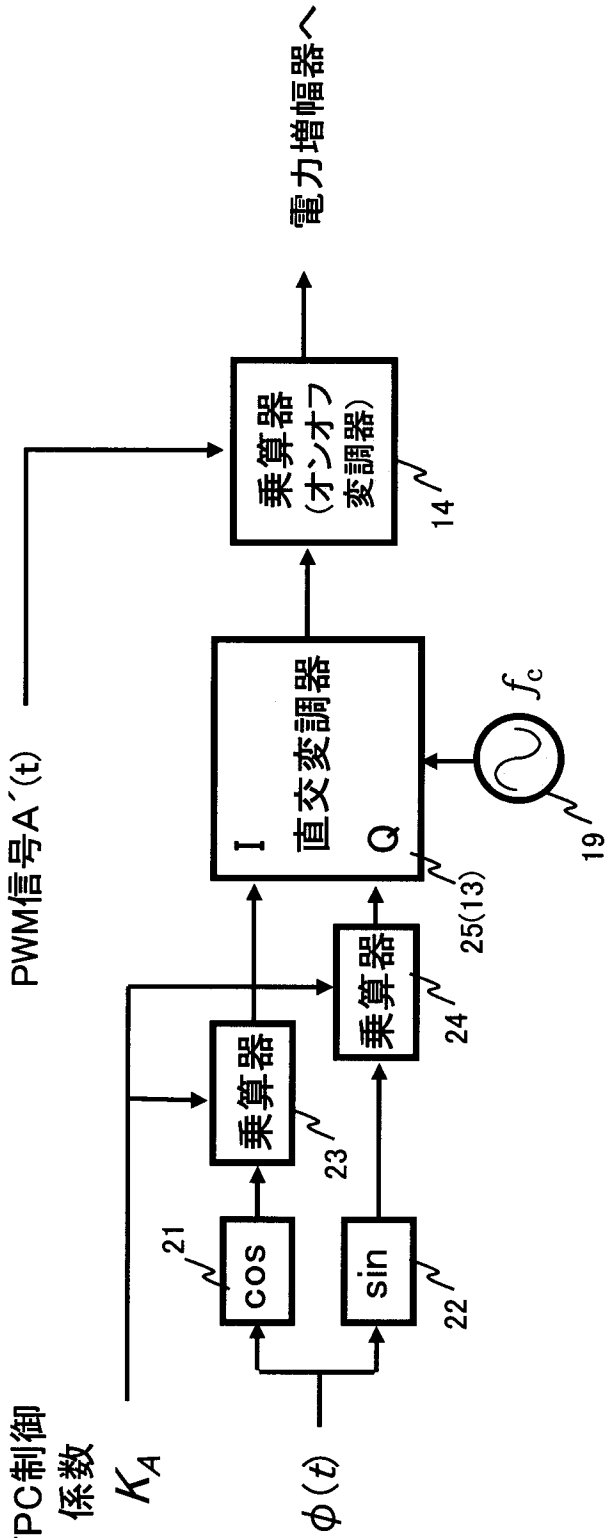
[図2]


10
11
前処理回路
12
Σ-Δ
変調器
13
位相
/TPC
変調器
14
乗算器
15
PA
16
BPF
18
19
10A
E(t)
$K_A$
A(t)
I, Q
A'(t)
$e_{K\phi}(t)$
$f_s$
$f_c$
$A'(t) \cdot K_A e^{j\phi(t)}$
$G \cdot K_A e(t)$

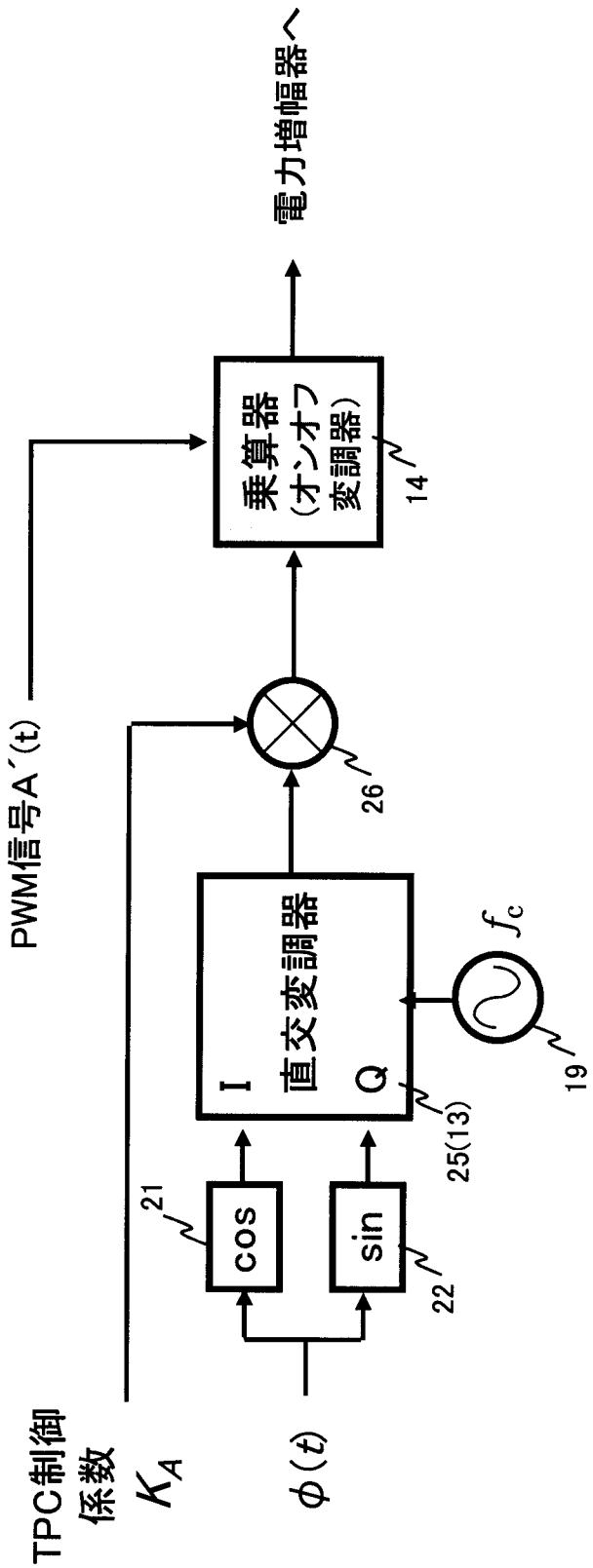
[図3]



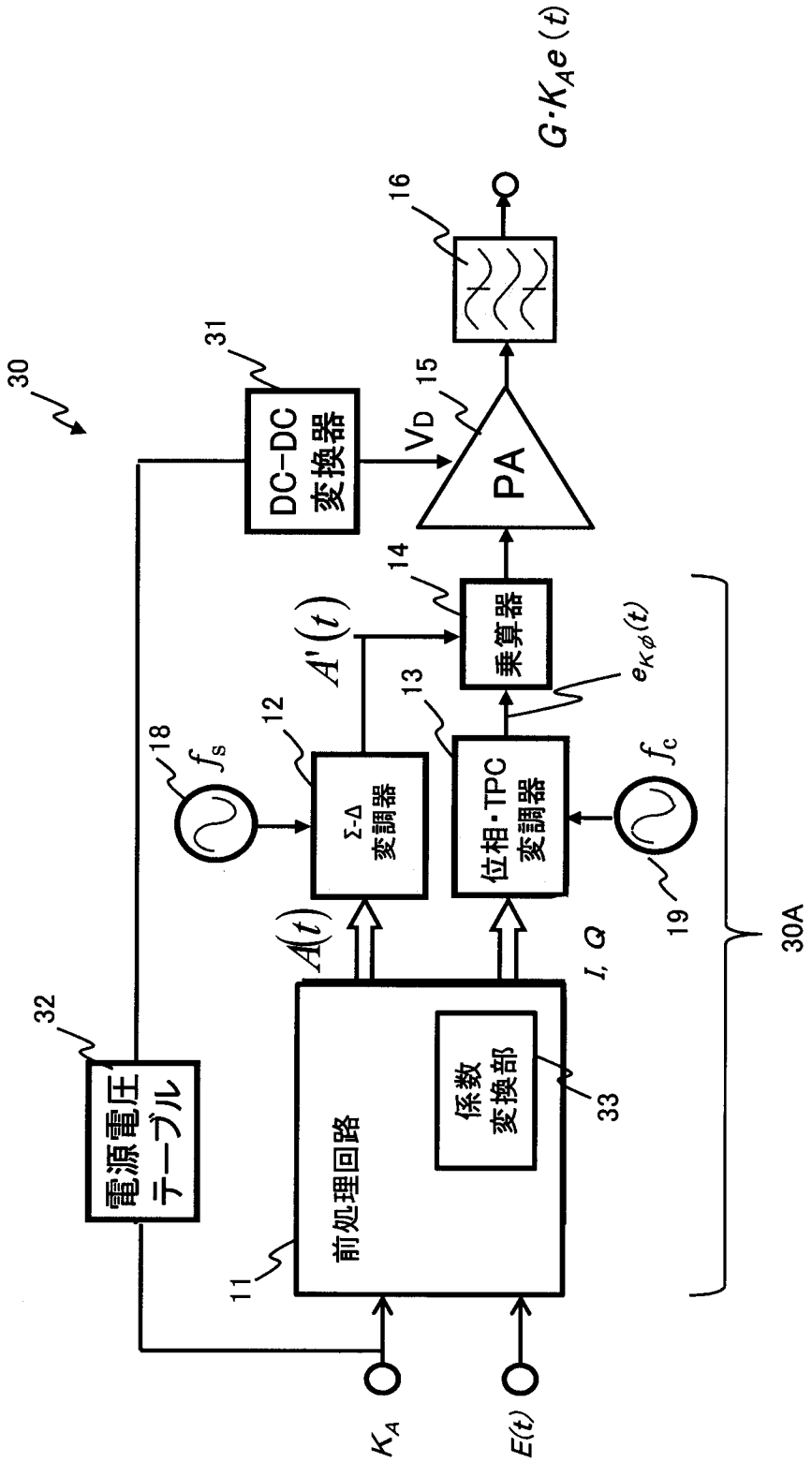
[図4]


電力増幅器へ
乗算器
(オンオフ
変調器)
14
PWM信号A´(t)
I
直交変調器
Q
25(13)
$f_c$
19
乗算器
24
乗算器
23
cos
21
sin
22
TPC制御
係数
$K_A$
$\phi(t)$

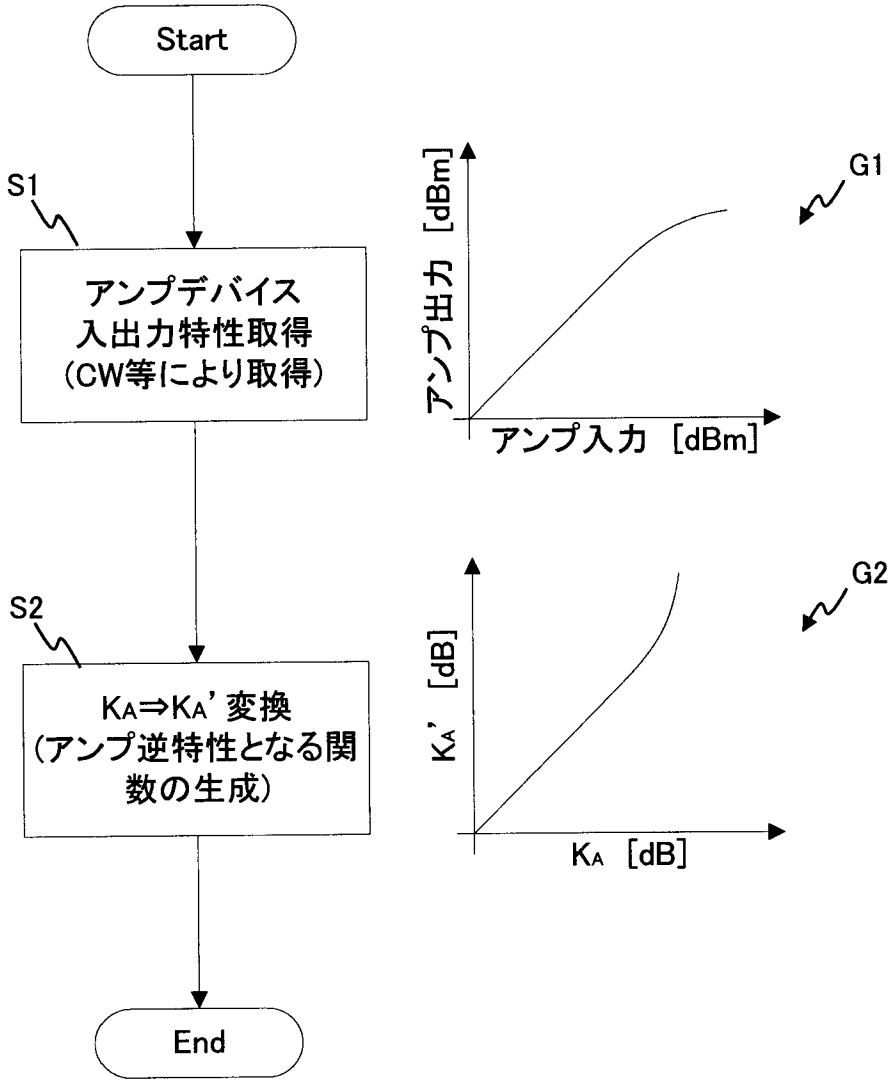
[図5]


電力増幅器へ
乗算器
(オンオフ
変調器)
14
PWM信号A´(t)
26
直交変調器
I
Q
25(13)
$f_c$
19
cos
21
sin
22
TPC制御
係数
$K_A$
$\phi(t)$

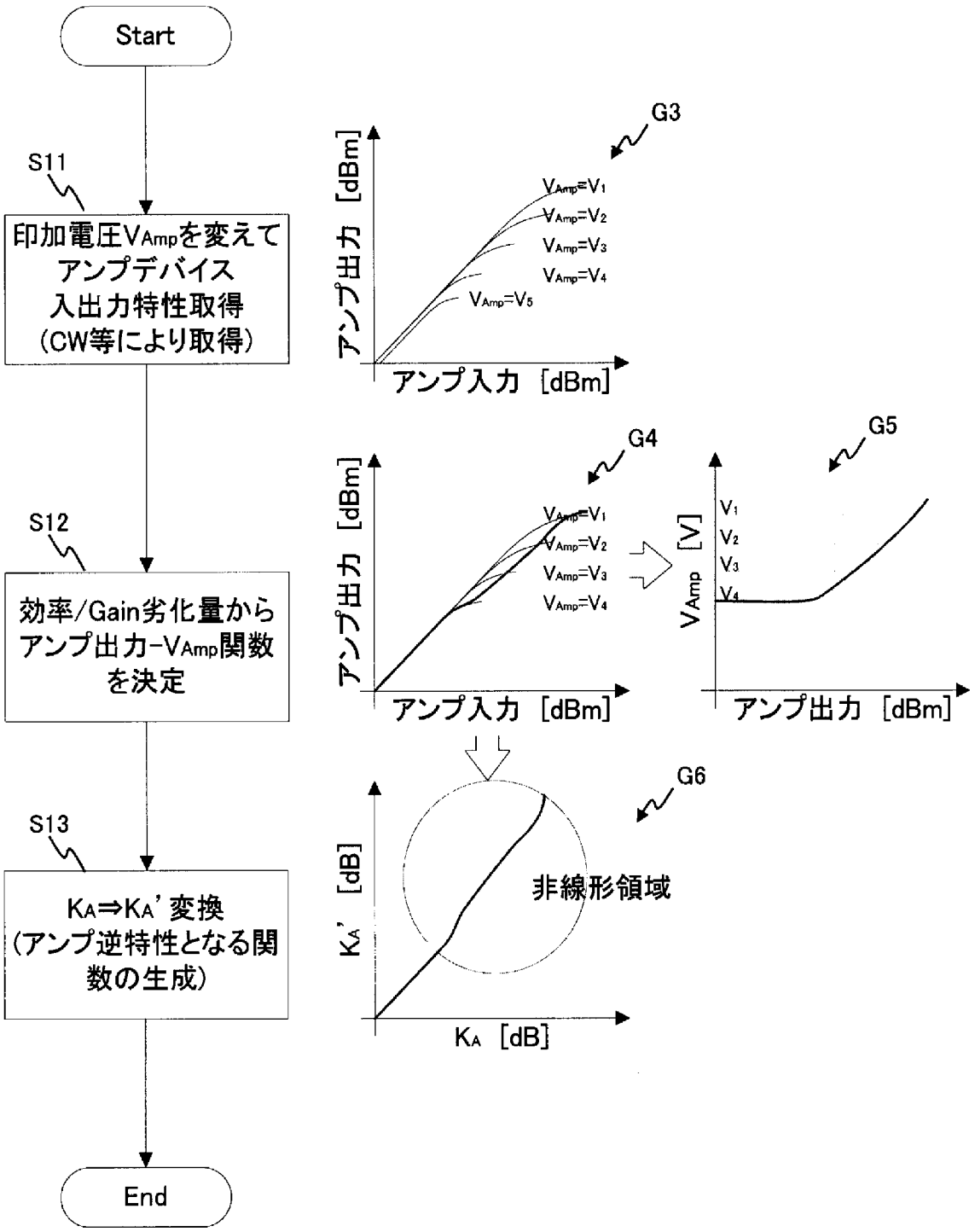
[図6]


30
31
DC-DC
変換器
$V_D$
15
PA
16
$G \cdot K_A e(t)$
14
乗算器
$A'(t)$
$e_{K\phi}(t)$
13
位相・TPC
変調器
$f_c$
19
12
Σ-Δ
変調器
18
$f_s$
$A(t)$
$I, Q$
32
電源電圧
テーブル
前処理回路
11
係数
変換部
33
30A
$K_A$
$E(t)$

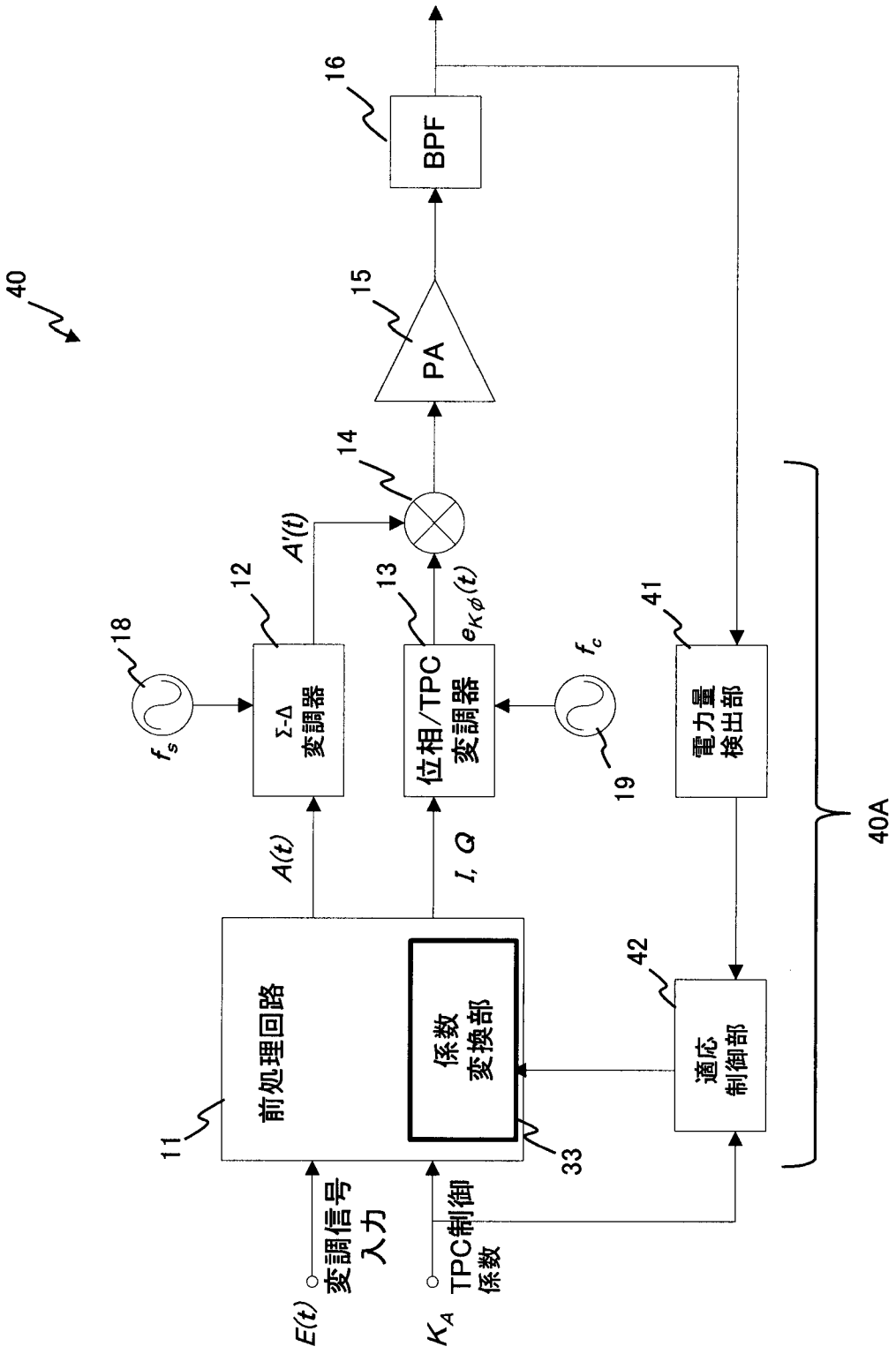
[図7]


Start
S1
アンプデバイス
入出力特性取得
(CW等により取得)
S2
KA⇒KA' 変換
(アンプ逆特性となる関
数の生成)
End
G1
アンプ出力 [dBm]
アンプ入力 [dBm]
G2
KA' [dB]
KA [dB]

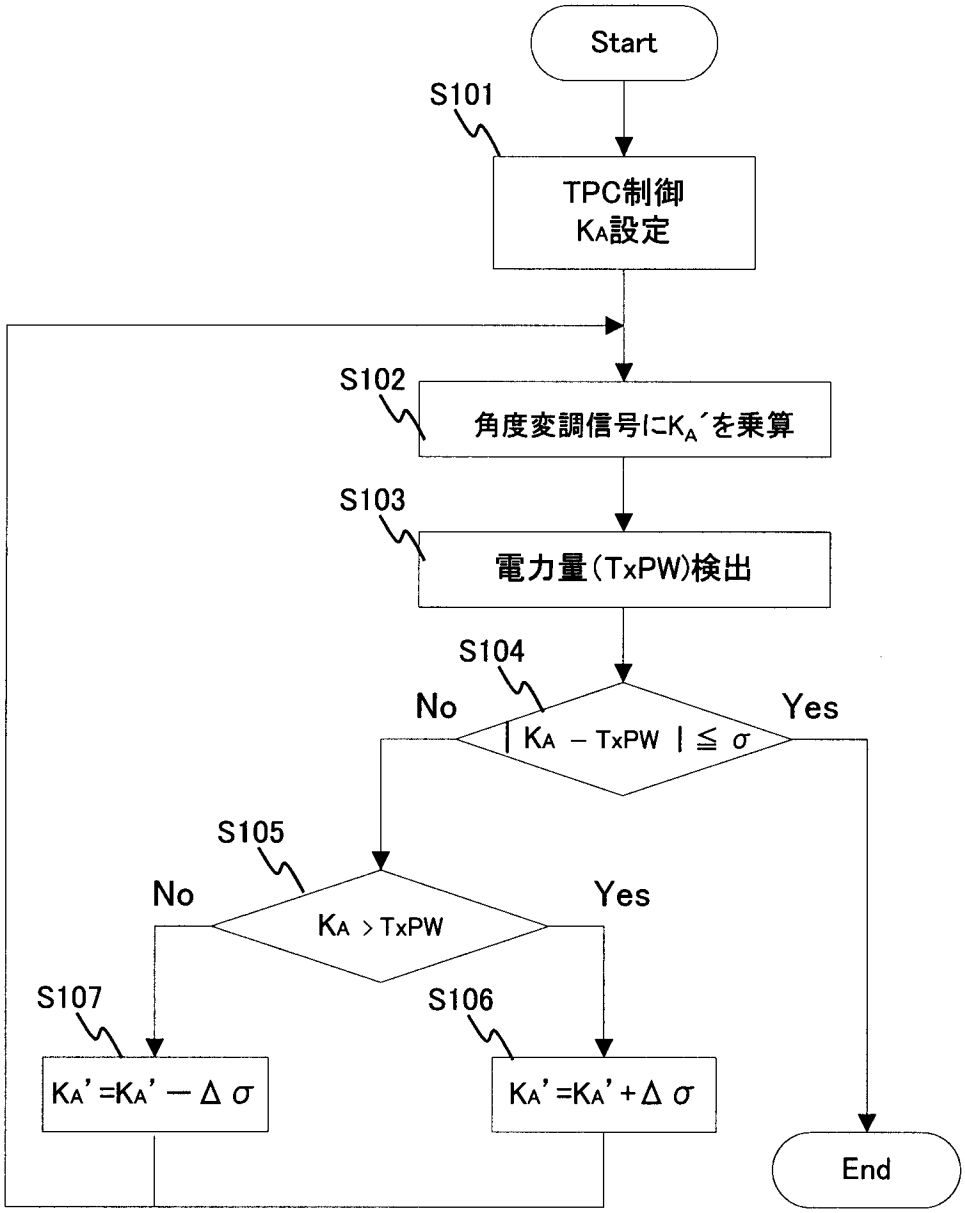
[図8]


Start
S11
印加電圧VAmpを変えて
アンプデバイス
入出力特性取得
(CW等により取得)
S12
効率/Gain劣化量から
アンプ出力-VAmp関数
を決定
S13
KA⇒KA' 変換
(アンプ逆特性となる関
数の生成)
End
G3
アンプ出力 [dBm]
アンプ入力 [dBm]
VAmp=V1
VAmp=V2
VAmp=V3
VAmp=V4
VAmp=V5
G4
G5
VAmp [V]
V1
V2
V3
V4
G6
KA' [dB]
KA [dB]
非線形領域

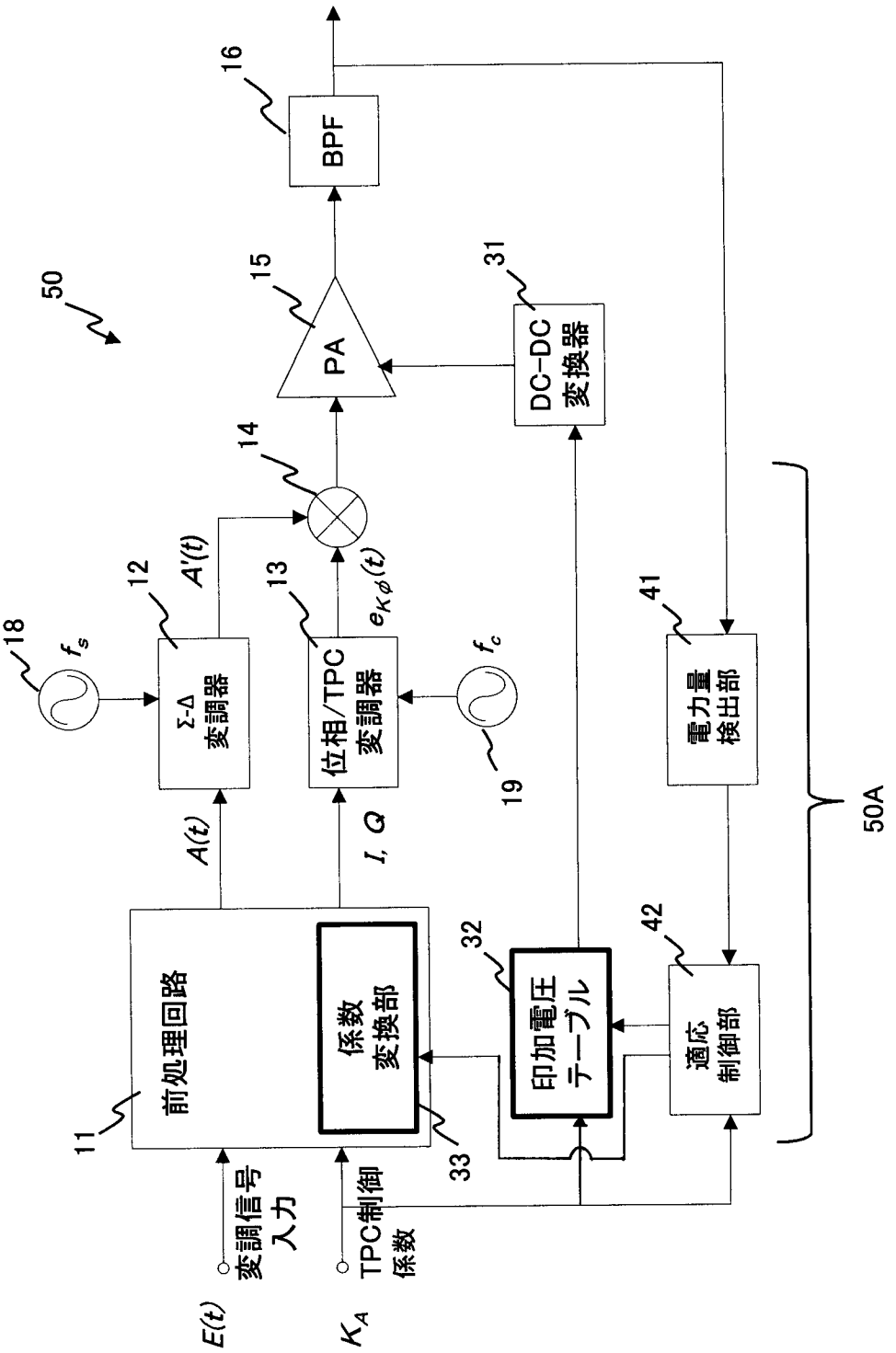
[図9]


40
16
BPF
15
PA
14
A'(t)
12
Σ-Δ
変調器
13
位相/TPC
変調器
$e_{K\phi}(t)$
41
電力量
検出部
18
$f_s$
$f_c$
19
A(t)
I, Q
40A
前処理回路
係数
変換部
42
適応
制御部
11
33
変調信号
入力
E(t)
TPC制御
係数
$K_A$

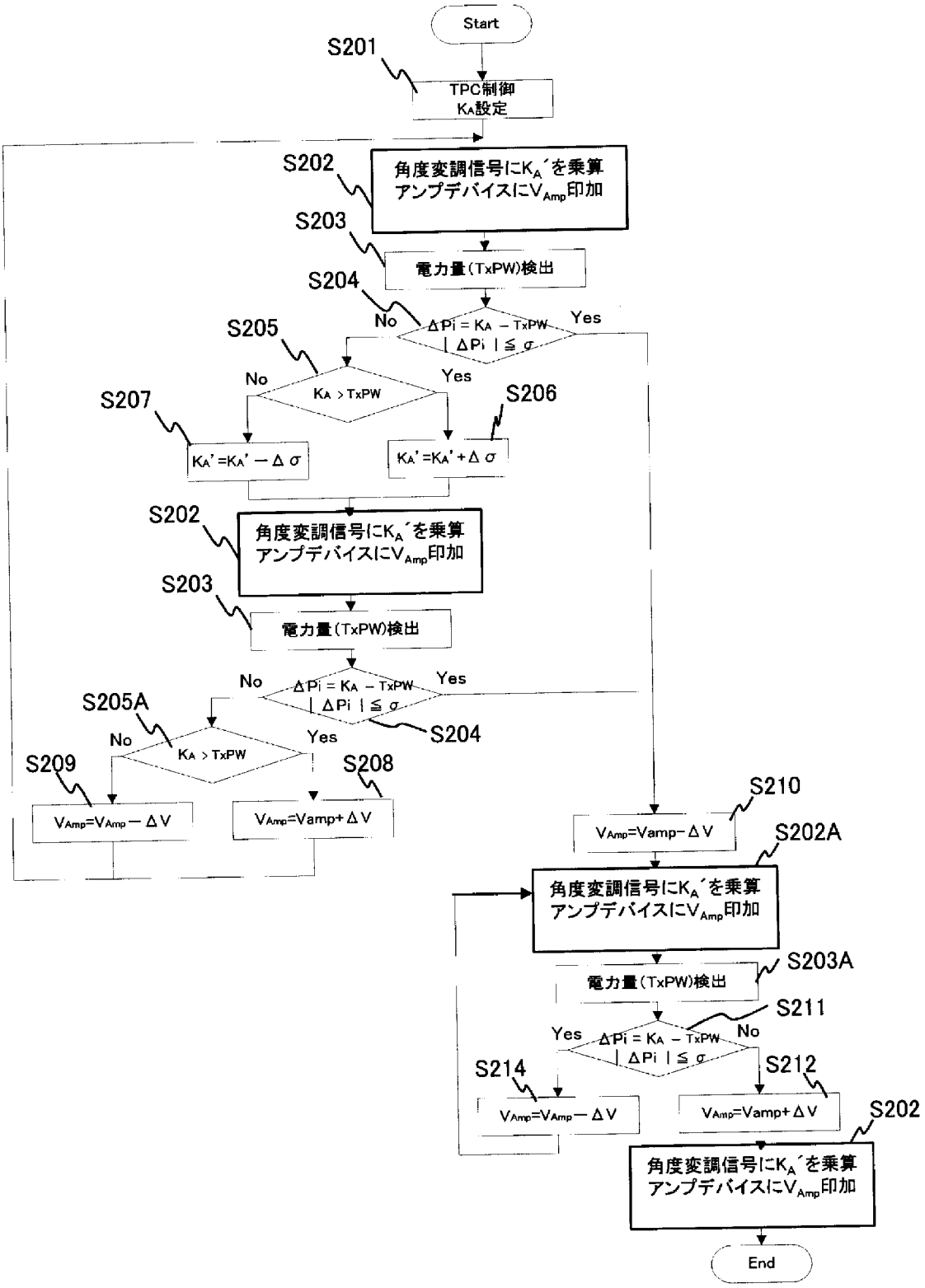
[図10]


Start
S101
TPC制御
KA設定
S102
角度変調信号にKA´を乗算
S103
電力量(TxPW)検出
S104
No
Yes
| KA − TxPW | ≦ σ
S105
No
Yes
KA > TxPW
S107
S106
KA'=KA' − Δ σ
KA'=KA' + Δ σ
End

[図11]


50
16
BPF
15
PA
31
DC-DC
変換器
14
12
A'(t)
13
$e_{K\phi}(t)$
18
$f_s$
Σ-Δ
変調器
位相/TPC
変調器
$f_c$
19
41
電力量
検出部
A(t)
I, Q
11
前処理回路
係数
変換部
33
32
印加電圧
テーブル
42
適応
制御部
50A
変調信号
入力
TPC制御
係数
E(t)
$K_A$

[図12]


Start
S201
TPC制御
KA設定
S202
角度変調信号にKA´を乗算
アンプデバイスにVAmp印加
S203
電力量(TxPW)検出
S204
No
ΔPi = KA − TxPW
| ΔPi | ≦ σ
Yes
S205
No
KA > TxPW
Yes
S207
KA'=KA'−Δσ
S206
KA'=KA'+Δσ
S202
角度変調信号にKA´を乗算
アンプデバイスにVAmp印加
S203
電力量(TxPW)検出
No
ΔPi = KA − TxPW
| ΔPi | ≦ σ
Yes
S204
S205A
No
KA > TxPW
Yes
S209
VAmp=VAmp−ΔV
S208
VAmp=Vamp+ΔV
S210
VAmp=Vamp−ΔV
S202A
角度変調信号にKA´を乗算
アンプデバイスにVAmp印加
S203A
電力量(TxPW)検出
S211
Yes
ΔPi = KA − TxPW
| ΔPi | ≦ σ
No
S214
VAmp=VAmp−ΔV
S212
VAmp=Vamp+ΔV
S202
角度変調信号にKA´を乗算
アンプデバイスにVAmp印加
End

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2010/072817

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
*H04L27/32*(2006.01)i, *H03F1/06*(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)
H04L27/32, H03F1/06, 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)
IEEE

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|---|---|---|
| A | JP 2008-104160 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 01 May 2008 (01.05.2008), abstract & US 2008/0068240 A1 | 1-8 |
| A | JP 2009-523327 A (Panasonic Corp.), 18 June 2009 (18.06.2009), abstract & US 2007/0165746 A1 & WO 2007/080996 A1 & CN 101371458 A | 1-8 |

☒ 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 | Date of mailing of the international search report |
|---|---|
| 09 March, 2011 (09.03.11) | 22 March, 2011 (22.03.11) |
| Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office<br>Facsimile No. | Authorized officer<br>Telephone No. |

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.
PCT/JP2010/072817

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|---|---|---|
| A | JP 2009-530914 A (Inter Digital Technology Corp.), 27 August 2009 (27.08.2009), abstract & US 2007/0211821 A1 & EP 1994705 A & WO 2007/106460 A2 | 1-8 |
| A | JP 2005-286995 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 13 October 2005 (13.10.2005), abstract & US 2007/0147541 A1 & WO 2005/083891 A1 | 1-8 |
| A | WO 2007/004518 A1 (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 11 January 2007 (11.01.2007), fig. 8 & US 2007/0013567 A1 & EP 1881611 A1 | 1-8 |

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１０／０７２８１７

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　H04L27/32(2006.01)i, H03F1/06(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（ＩＰＣ））

Int.Cl.　H04L27/32, H03F1/06, 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 | １９２２－１９９６年 |
| 日本国公開実用新案公報 | １９７１－２０１１年 |
| 日本国実用新案登録公報 | １９９６－２０１１年 |
| 日本国登録実用新案公報 | １９９４－２０１１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）

IEEE

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 |
|---|---|---|
| A | JP 2008-104160 A (松下電器産業株式会社) 2008.05.01, 要約欄<br>& US 2008/0068240 A1 | 1-8 |
| A | JP 2009-523327 A (パナソニック株式会社) 2009.06.18, 要約欄<br>& US 2007/0165746 A1 & WO 2007/080996 A1 & CN 101371458 A | 1-8 |
| A | JP 2009-530914 A (インターデイジタル　テクノロジー　コーポレーション) 2009.08.27, 要約欄<br>& US 2007/0211821 A1 & EP 1994705 A & WO 2007/106460 A2 | 1-8 |

☑　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<br>０９．０３．２０１１ | 国際調査報告の発送日<br>２２．０３．２０１１ |
| 国際調査機関の名称及びあて先<br>日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）<br>郵便番号１００－８９１５<br>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）　５Ｋ　９１８２<br>彦田　克文<br>電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３５５６ |

Ｃ（続き）．　関連すると認められる文献

| 引用文献のカテゴリー＊ | 引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示 | 関連する請求項の番号 |
|---|---|---|
| A | JP 2005-286995 A（松下電器産業株式会社）2005.10.13, 要約欄<br>& US 2007/0147541 A1 & WO 2005/083891 A1 | 1-8 |
| A | WO 2007/004518 A1（松下電器産業株式会社）2007.01.11, 図８<br>& US 2007/0013567 A1 & EP 1881611 A1 | 1-8 |