

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2012-178740

(P2012-178740A)

(43) 公開日 平成24年9月13日(2012.9.13)

(51) Int.Cl.			F I			テーマコード (参考)	
H04B	7/155	(2006.01)	H04B	7/155		5J500	
H04B	3/04	(2006.01)	H04B	3/04	C	5K046	
H04B	1/04	(2006.01)	H04B	1/04	R	5K060	
H03F	3/24	(2006.01)	H03F	3/24		5K072	
H03F	1/32	(2006.01)	H03F	1/32			

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2011-40887(P2011-40887)
(22) 出願日 平成23年2月25日(2011.2.25)

(71) 出願人 000004352
日本放送協会
東京都渋谷区神南2丁目2番1号
(74) 代理人 100147485
弁理士 杉村 憲司
(74) 代理人 100161148
弁理士 福尾 誠
(72) 発明者 小島 政明
東京都世田谷区砧一丁目10番11号 日
本放送協会放送技術研究所内
(72) 発明者 橋本 明記
東京都世田谷区砧一丁目10番11号 日
本放送協会放送技術研究所内

最終頁に続く

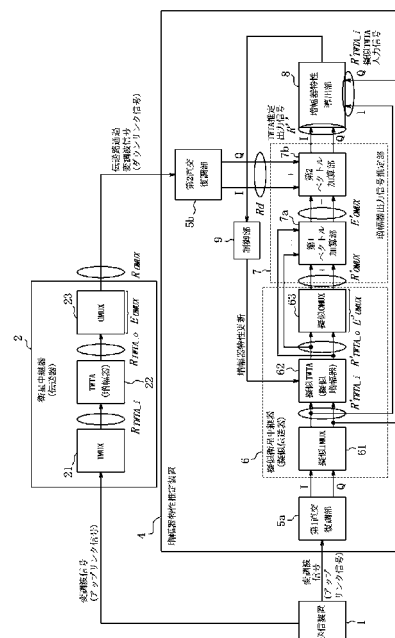
(54) 【発明の名称】 増幅器特性推定装置、補償器、及び送信装置

(57) 【要約】

【課題】経年変化する増幅器の特性を推定する。

【解決手段】増幅器特性推定装置4は、増幅器22の特性を擬似する擬似増幅器62を有し、伝送器2の特性を擬似する擬似伝送器6と、伝送路通過変調波信号、擬似伝送器6の出力信号、及び擬似増幅器62の出力信号から、増幅器22の出力信号を推定した増幅器推定出力信号を生成する増幅器出力信号推定部7と、擬似増幅器62の入力信号及び増幅器推定出力信号から増幅器22の推定特性値を導出する増幅器特性導出部8と、擬似伝送器6、増幅器出力信号推定部7、及び増幅器特性導出部8による処理を所定の回数繰り返すように制御し、増幅器特性導出部8により増幅器22の推定特性値が導出されるたびに、擬似増幅器62の特性を推定特性値に更新する制御部9と、を備える。

【選択図】図2



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

所定の変調方式で変調された変調波信号、及び該変調波信号が所定の伝送路を通過した後の伝送路通過変調波信号を受信し、該変調波信号及び該伝送路通過変調波信号を伝送路の入出力信号として信号解析することで、該伝送路上の伝送器に含まれる増幅器の特性を推定する増幅器特性推定装置であって、

前記増幅器の特性を擬似する擬似増幅器を有し、前記伝送器の特性を擬似する擬似伝送器と、

前記伝送路通過変調波信号、前記擬似伝送器の出力信号、及び前記擬似増幅器の出力信号から、前記増幅器の出力信号を推定した増幅器推定出力信号を生成する増幅器出力信号推定部と、

前記擬似増幅器の入力信号及び前記増幅器推定出力信号から前記増幅器の特性を推定した推定特性値を導出する増幅器特性導出部と、

前記擬似伝送器、前記増幅器出力信号推定部、及び前記増幅器特性導出部による処理を所定の回数繰り返すように制御するとともに、前記増幅器特性導出部により前記増幅器の推定特性値が導出されるたびに、前記擬似増幅器の特性を該推定特性値に更新する制御部と、

を備えることを特徴とする増幅器特性推定装置。

【請求項 2】

前記増幅器出力信号推定部は、前記擬似伝送器の出力信号の I Q ベクトルと、前記擬似増幅器の出力信号の I Q ベクトルとの差分ベクトルの逆ベクトルに、前記伝送路通過変調波信号の I Q ベクトルを加算することで、前記増幅器の出力信号の I Q ベクトルを推定することを特徴とする、請求項 1 に記載の増幅器特性推定装置。

【請求項 3】

前記増幅器特性導出部は、前記擬似増幅器に入力される信号の第 1 の電力値と、前記増幅器推定出力信号の第 2 の電力値と、前記増幅器推定出力信号の位相値及び前記擬似増幅器に入力される信号の位相値を減算した位相偏移量とを演算する電力位相演算部と、

前記第 1 の電力値、前記第 2 の電力値、及び前記位相偏移量をそれぞれ領域ごとに分割し、領域ごとに、前記第 1 の電力値、前記第 2 の電力値、及び前記位相偏移量の平均値を算出する切換平均部と、

を備えることを特徴とする、請求項 1 又は 2 に記載の増幅器特性推定装置。

【請求項 4】

前記擬似伝送器は、前記伝送器の入力フィルタ及び出力フィルタの特性を近似した設定値と、前記増幅器の特性を推定するための初期値とをあらかじめ有することを特徴とする、請求項 1 ~ 3 のいずれか一項に記載の増幅器特性推定装置。

【請求項 5】

前記擬似増幅器に入力される信号及び前記増幅器出力信号推定部に入力される信号の値を記憶する記憶部を更に備え、

前記制御部は、前記記憶部に記憶された信号の値を用いて、前記擬似伝送器、前記増幅器出力信号推定部、及び前記増幅器特性導出部による処理を繰り返し行うように制御することを特徴とする、請求項 1 ~ 4 のいずれか一項に記載の増幅器特性推定装置。

【請求項 6】

前記所定の変調方式は、A S K、P S K、又は A P S K を含むことを特徴とする、請求項 1 ~ 5 のいずれか一項に記載の増幅器特性推定装置。

【請求項 7】

前記伝送器は、中継器、電気機器、光学機器、又はこれらの組み合わせを含むことを特徴とする、請求項 1 ~ 6 のいずれか一項に記載の増幅器特性推定装置。

【請求項 8】

請求項 1 ~ 7 のいずれか一項に記載の増幅器特性推定装置を備えることを特徴とする補償器。

10

20

30

40

50

【請求項 9】

請求項 8 に記載の補償器を備えることを特徴とする送信装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、変調波信号及び該変調波信号が所定の伝送路を通過した後の伝送路通過変調波信号を受信し、該変調波信号及び該伝送路通過変調波信号を伝送路の入出力信号として信号解析することで、伝送路上の増幅器の特性を推定する増幅器特性推定装置、及び同推定方法に基づき性能を向上させた増幅器特性推定装置を用いた補償器及び送信装置に関するものである。

10

【背景技術】

【0002】

現在運用されている各種規格のデジタル放送のうち、衛星放送を例にとれば、放送衛星に備えられた伝送器（衛星中継器）を使って複数の放送事業者が独立したTS（トランスポートストリーム）を伝送できるように、放送波信号は多重伝送される。

【0003】

図9は、従来の衛星デジタル放送伝送システムの構成を示すブロック図である。従来の衛星放送伝送システムは、送信装置1と、衛星中継器2と、受信装置3-1～3-Nとを備える。送信装置1は、TMCC（Transmission and Multiplexing Configuration Control）信号等の制御情報で指定される所定のデジタル変調方式に基づいて変調波信号を生成し、音声やデータ放送などを多重した主信号を衛星中継器2に送信する。

20

【0004】

衛星中継器2は、進行波管増幅器（以下、「TWTA」と称する）22と、TWTA22に前置される入力フィルタである入力マルチプレクサフィルタ（以下、「OMUXフィルタ」と称する）21と、TWTA22に後置される出力フィルタである出力マルチプレクサフィルタ（以下、「OMUXフィルタ」と称する）23とを備える。図9ではOMUXフィルタ21、TWTA22、及びOMUXフィルタ23をそれぞれ1つのみ示したが、実際には増幅するチャンネル数分が実装されている。衛星中継器2は、アンテナ（図示せず）で受信された変調波信号を増幅器及び周波数変換器（図示せず）により増幅及び周波数変換し、OMUXフィルタ21により送信装置1で送信された変調波信号から、1チャンネル分ごとに帯域抽出を行い、TWTA22により電力増幅を行い、OMUXフィルタ23により不要周波数成分を抑圧し、後続の合成器（図示せず）により全チャンネル分の放送波信号を合成し、アンテナ（図示せず）から受信装置3-1～3-N（Nは、1以上の自然数）に向けて伝送路通過変調波信号を送信する。

30

【0005】

受信装置3-1～3-Nは、伝送路通過変調波信号に含まれるTMCC信号等の制御情報を絶えず監視することにより、送信装置1において様々な伝送制御が行われたとしても、それに追従して受信方式などを切り換えることができる。

【0006】

TWTA22は、入力レベルと出力レベルとの間の関係が比例関係となるように電力増幅処理することが望ましい。しかし、TWTA22の入出力特性は、実際には入力レベルが大きくなると利得が低下する非線形性を示し、同時に入力信号に対する出力信号の位相も回転する。したがって、入力レベルを徐々に上げると、あるレベルまでは出力レベルも上がるが、入力レベルが所定のレベルを超えると、出力レベルは逆に低下する現象となる。このような出力レベルの低下が起こる直前の動作点を、一般に、出力飽和点という。また、この出力飽和点から入力レベルをX[dB]下げて運用する場合を「入力バックオフX[dB]」といい、同様に、入力レベルを絞って、出力飽和点から出力レベルをY[dB]下げた状態で運用する場合を「出力バックオフY[dB]」という。

40

【0007】

TWTA22の飽和点で最も効率の良い伝送が可能であるため、 $\pi/2$ シフトBPSK

50

を含む B P S K や $\pi / 4$ シフト Q P S K を含む Q P S K、8 P S K といった P S K 変調を利用する場合は、T W T A 2 2 の入力信号について、入力バックオフが 0 d B となるようなレベルで入力されるように、前置減衰器等により自動調整する。一方、1 6 A P S K や 3 2 A P S K といった A P S K 変調の場合は、信号点配置において複数の振幅を持つ信号点が存在するため、増幅器の非線形特性によって所要 C / N (Carrier to Noise Ratio) の劣化を起し易い。このため、これらの変調方式を利用する場合には、T W T A 2 2 の入力信号について、入力バックオフが、それぞれの変調方式と誤り訂正符号の組み合わせに対して、出力バックオフによる電力損と非線形による所要 C / N の劣化の和がもっとも小さくなるようなレベルで入力されるように、前置減衰器等により自動調整する。

【 0 0 0 8 】

10

このように、従来からのデジタル信号の送信装置 1 に用いられる変調器は、送信するデジタル信号を、変調方式に従って 1 シンボルで同時に伝送できる情報ビット数ごとに、当該シンボルに対応する 1 つの信号点に定まるようにマッピングした送信信号点で搬送波を変調している。特に、3 2 A P S K 等の多値振幅位相変調では信号歪に対してより線形性が要求され、放送衛星では、T W T A 2 2 をある程度線形で動作させるために、より大きな出力バックオフをとる必要がある (例えば、特許文献 1 参照)。

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 0 9 】

【 特許文献 1 】 特許公開 2 0 0 8 - 1 9 9 5 7 4 号公報

20

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 1 0 】

従来、運用中の伝送器 (衛星放送の場合、衛星中継器) は、その特性測定が困難であり、特に増幅器 (衛星放送の場合、T W T A) は経年劣化により、運用前の事前測定値と比較して、特性が時間とともに変化する。そのため、伝送路特性を既知として前置補償する補償器の場合、補償に誤差が生じ、所要 C / N 劣化を引き起こすおそれがあった。

【 0 0 1 1 】

本発明の目的は、上述の問題に鑑み、送信装置の変調波信号及び伝送路通過後の伝送路通過変調波信号を受信し、受信した 2 信号を伝送路の入出力信号として信号解析することにより、経年変化する増幅器の特性を推定する増幅器特性推定装置、及び同推定方法に基づき性能を向上させた補償器及び送信装置を提供することにある。

30

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 1 2 】

上記課題を解決するため、本発明による増幅器特性推定装置は、所定の変調方式で変調された変調波信号、及び該変調波信号が所定の伝送路を通過した後の伝送路通過変調波信号を受信し、該変調波信号及び該伝送路通過変調波信号を伝送路の入出力信号として信号解析することで、該伝送路上の伝送器 (例えば衛星中継器) に含まれる増幅器の特性を推定する増幅器特性推定装置であって、前記増幅器の特性を擬似する擬似増幅器を有し、前記伝送器の特性を擬似する擬似伝送器と、前記伝送路通過変調波信号、前記擬似伝送器の出力信号、及び前記擬似増幅器の出力信号から、前記増幅器の出力信号を推定した増幅器推定出力信号を生成する増幅器出力信号推定部と、前記擬似増幅器の入力信号及び前記増幅器推定出力信号から前記増幅器の特性を推定した推定特性値を導出する増幅器特性導出部と、前記擬似伝送器、前記増幅器出力信号推定部、及び前記増幅器特性導出部による処理を所定の回数繰り返すように制御するとともに、前記増幅器特性導出部により前記増幅器の推定特性値が導出されるたびに、前記擬似増幅器の特性を該推定特性値に更新する制御部と、を備えることを特徴とする。

40

【 0 0 1 3 】

また、本発明による増幅器特性推定装置において、前記増幅器出力信号推定部は、前記擬似伝送器の出力信号の I Q ベクトルと、前記擬似増幅器の出力信号の I Q ベクトルとの

50

差分ベクトルの逆ベクトルに、前記伝送路通過変調波信号の I Q ベクトルを加算することで、前記増幅器の出力信号の I Q ベクトルを推定することを特徴とする。

【 0 0 1 4 】

また、本発明による増幅器特性推定装置において、前記増幅器特性導出部は、前記擬似増幅器に入力される信号の第 1 の電力値（入力電力値）と、前記増幅器推定出力信号の第 2 の電力値（出力電力値）と、前記増幅器推定出力信号の位相値（出力位相値）から前記擬似増幅器に入力される信号の位相値（入力位相値）を減算した位相偏移量とを演算する電力位相演算部と、前記第 1 の電力値、前記第 2 の電力値、及び前記位相偏移量をそれぞれ領域ごとに分割し、領域ごとに、前記第 1 の電力値、前記第 2 の電力値、及び前記位相偏移量の平均値を算出する切換平均部と、を備えることを特徴とする。

10

【 0 0 1 5 】

また、本発明による増幅器特性推定装置において、前記擬似伝送器は、前記伝送器の入力フィルタ及び出力フィルタの特性を近似した設定値と、前記増幅器の特性を推定するための初期値とをあらかじめ有することを特徴とする。

【 0 0 1 6 】

また、本発明による増幅器特性推定装置において、前記擬似増幅器に入力される信号及び前記増幅器出力信号推定部に入力される信号の値を記憶する記憶部（擬似 T W T A 入力信号記憶部及びダウリンク信号記憶部）を更に備え、前記制御部は、前記記憶部に記憶された信号の値を用いて、前記擬似伝送器、前記増幅器出力信号推定部、及び前記増幅器特性導出部による処理を繰り返し行うように制御することを特徴とする。

20

【 0 0 1 7 】

また、本発明による増幅器特性推定装置において、前記所定の変調方式は、A S K、P S K、又は A P S K を含むことを特徴とする。

【 0 0 1 8 】

また、本発明による増幅器特性推定装置において、前記伝送器は、中継器、電気機器、光学機器、又はこれらの組み合わせを含むことを特徴とする。

【 0 0 1 9 】

また、本発明による補償器（特性補正機能付き補償器）は、前記増幅器特性推定装置のいずれかを備えることを特徴とする。

【 0 0 2 0 】

また、本発明による送信装置（特性補正機能付き送信装置）は、前記補償器を備えることを特徴とする。

30

【 発明の効果 】

【 0 0 2 1 】

本発明によれば、送信装置の変調波信号及び伝送器通過後の伝送路通過変調波信号を受信し、受信した 2 信号を伝送路の入出力信号として信号解析することにより、経年変化する増幅器の特性を推定することができるようになる。また、増幅器の特性を推定できるので、伝送路特性を既知として補償する補償器に対して、補償の精度を上げ、所要 C / N の劣化を改善することができるようになる。さらに、該補償器を送信装置に具備することにより、所要 C / N を低減させた送信装置を提供することができる。

40

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 2 2 】

【 図 1 】 本発明による実施例 1 に係る増幅器特性推定装置を適用した衛星デジタル放送伝送システムの構成を示すブロック図である。

【 図 2 】 本発明による実施例 1 に係る増幅器特性推定装置の構成を示すブロック図である。

【 図 3 】 本発明による実施例 1 に係る増幅器特性推定装置の増幅器出力信号推定の動作原理を示す図である。

【 図 4 】 本発明による実施例 1 に係る増幅器特性推定装置の増幅器特性導出部の構成を示すブロック図である。

50

【図 5】本発明による実施例 1 に係る増幅器特性推定装置により推定した増幅器の入出力特性 (A M - A M 特性) を示す図である。

【図 6】本発明による実施例 1 に係る増幅器特性推定装置により推定した増幅器の入出力特性 (A M - P M 特性) を示す図である。

【図 7】本発明による実施例 2 に係る増幅器特性推定装置の構成を示すブロック図である。

【図 8】本発明による実施例 3 に係る増幅器特性推定装置、補償器及び送信装置を適用した衛星デジタル放送伝送システムの構成を示すブロック図である。

【図 9】従来の衛星デジタル放送伝送システムの構成を示すブロック図である。

【発明を実施するための形態】

【実施例 1】

【0023】

以下、本発明による実施例 1 の増幅器特性推定装置について、図面を参照して詳細に説明する。伝送路上に配置される伝送器は、中継器、電気機器、光学機器、又はこれらの組み合わせを含むものであるが、以下の実施例では、伝送器が衛星中継器である場合を例に説明する。

【0024】

図 1 は実施例 1 の増幅器特性推定装置を衛星デジタル放送伝送システムに適用した例を示す図である。衛星デジタル放送で採用されている規格には、DVB-S2、高度広帯域衛星デジタル放送の伝送方式などがある。そこで、増幅器特性推定装置は、これらの規格に準拠した一般化した変調波信号に対応するものとして説明する。図 1 に示す伝送システムは、送信装置 1 と、衛星中継器 2 と、受信装置 3-1 ~ 3-N と、増幅器特性推定装置 4 とを備え、図 9 に示した従来の伝送システムに対して、更に増幅器特性推定装置 4 を備える。

【0025】

送信装置 1 は、TMC C 信号等の制御情報で指定される所定のデジタル変調方式に基づいて変調波信号を衛星中継器 2 及び増幅器特性推定装置 4 に出力する。なお、所定のデジタル変調方式は、ASK、 $\pi/2$ シフトBPSKを含むBPSK、 $\pi/4$ シフトQPSKを含むQPSK、8PSK、16APSK又は32APSKなどを含む。

【0026】

衛星中継器 2 は、IMUXフィルタ 21 により、送信装置 1 から入力される変調波信号から 1 チャンネル分ごとに帯域抽出を行い、TWTA 22 により電力増幅を行い、OMUXフィルタ 23 により不要周波数成分を抑圧する。

【0027】

増幅器特性推定装置 4 は、地球局に設置され、送信装置 1 から送信される変調波信号 (アップリンク信号)、及び変調波信号が所定の伝送路を通過した後の信号、すなわち衛星中継器 2 から送信される伝送路通過変調波信号 (ダウンリンク信号) を受信する。そして、変調波信号及び伝送路通過変調波信号を伝送路の入出力信号として信号点ごとに信号解析することにより、伝送器 (衛星中継器) 2 に含まれる増幅器 (TWTA) 22 の入出力特性 (以下、「TW T 特性」ともいう) を推定する。

【0028】

図 2 は、本発明による実施例 1 の増幅器特性推定装置 4 の構成を示すブロック図である。増幅器特性推定装置 4 は、第 1 直交復調部 5a と、第 2 直交復調部 5b と、擬似衛星中継器 (擬似伝送器) 6 と、増幅器出力信号推定部 7 と、増幅器特性導出部 8 と、制御部 9 とを備える。

【0029】

第 1 直交復調部 5a は、送信装置 1 から受信した変調波信号をベースバンド帯域に周波数変換し、A/D 変換を施し、IQ デジタル信号に変換する。第 2 直交復調部 5b は、衛星中継器 2 から受信した伝送路通過変調波信号をベースバンド帯域に周波数変換し、A/D 変換を施し、IQ デジタル信号に変換する。このとき、信号解析の信号点数を増やすた

10

20

30

40

50

めに、シンボル同期点と同様に、シンボル間の非サンプル点（オーバーサンプル点）も I Q 信号として変換し、解析するのが好適である。シンボル間の非サンプル点を解析することにより TWT 特性の入力電力を広範囲で推定することができる。

【0030】

第 1 直交復調部 5 a 及び第 2 直交復調部 5 b から出力される I Q デジタル信号は、電力正規化部（図示せず）により、双方の平均電力が同値となるように、全信号点の振幅を定数倍して調整される。ここで、サンプル点は同期をとるように調整される。また、伝送路通過変調波信号については、衛星中継器 2 のフィルタ群遅延特性の影響を考慮し、タイミング調整される。この調整には、ある時間での I Q 信号点（オーバーサンプル点を除く）におけるエラーベクトル振幅（EVM: Error Vector Magnitude）が最小となる遅延量を選ぶ方法等がある。

10

【0031】

擬似衛星中継器 6 は、擬似 I M U X フィルタ 6 1 と、擬似 T W T A 6 2 と、擬似 O M U X フィルタ 6 3 とを備える。擬似衛星中継器 6 は、擬似 I M U X フィルタ 6 1 により入力されるデジタル信号から 1 チャンネル分の帯域抽出を行い、擬似 T W T A 6 2 により電力増幅を行って、擬似 O M U X フィルタ 6 3 により不要周波数成分を抑圧する。

【0032】

擬似 I M U X フィルタ 6 1 は、特性値として I M U X フィルタ 2 1 の特性を近似した設定値をあらかじめ有する。擬似 O M U X フィルタ 6 3 は、特性値として O M U X フィルタ 2 3 の特性を近似した設定値をあらかじめ有する。擬似 T W T A（擬似増幅器）6 2 は、特性値として T W T A 2 2 の特性を推定するための初期値（以下、「T W T A 特性初期値」と称する）をあらかじめ有する。擬似 T W T A 6 2 の特性値は、後述するように増幅器特性導出部 8 が導出する T W T A 2 2 の特性の推定値に更新され、更新されるごとに T W T A 2 2 の実際の特性に近似した特性を有することになる。

20

【0033】

このようにして、擬似衛星中継器 6 は、理想 I Q 信号点（送信するデジタル信号の信号点のマッピング後の理想的な信号点配置）に対して、衛星中継器 2 によって生じ得る信号点のずれを模擬した信号点をもつ I Q 信号を出力する。

【0034】

以下、I Q 平面上に配置される信号点を「I Q 信号点」と称し、I Q 信号点のベクトルを「I Q ベクトル」と称して、増幅器出力信号推定部 7 の動作を説明する。増幅器出力信号推定部 7 は、擬似衛星中継器 6 の出力信号の I Q ベクトルと、擬似 T W T A 6 2 の出力信号の I Q ベクトルとの差分ベクトルの逆ベクトルに、伝送路通過変調波信号の I Q ベクトルを加算することで、伝送路上の T W T A 2 2 の出力信号の I Q ベクトルを推定する。例えば、増幅器出力信号推定部 7 は、第 1 ベクトル加算部 7 a と、第 2 ベクトル加算部 7 b とにより構成される。

30

【0035】

図 3 は、増幅器出力信号推定部 7 の動作原理を示す図である。まず、第 1 ベクトル加算部 7 a は、擬似衛星中継器 6 から擬似 T W T A 6 2 の出力信号（擬似 T W T A 出力信号）を取得する。また、第 1 ベクトル加算部 7 a は、擬似 O M U X フィルタ 6 3 の出力信号（擬似 O M U X 出力信号）を取得する。そして、第 1 ベクトル加算部 7 a は、擬似 O M U X 出力信号の I Q ベクトル (R'_{OMUX}) から擬似 T W T 出力信号の I Q ベクトル (R'_{TWTAO}) を差し引いて、擬似 O M U X 6 3 で生じる歪信号の I Q ベクトル (E'_{OMUX}) を信号点ごとに生成する。

40

【0036】

続いて、第2ベクトル加算部7bは、第2直交復調部5bから伝送路通過変調波信号を取得する。そして、第2ベクトル加算部7bは、擬似OMUX63で生じる歪信号のIQベクトルの逆ベクトル($-E'_{OMUX}$)と伝送路通過変調波信号のIQベクトル(Rd)とを加算し、衛星中継器2のTWTA22の推定される出力信号(TWTA推定出力信号)を生成する。

【0037】

ここで、第1ベクトル加算部7a及び第2ベクトル加算部7bの各入出力段は、電力正規化部(図示せず)により、各段のIQ信号点の平均電力がすべて同値になるように、全信号点の振幅が定数倍して調整される。また、第1ベクトル加算部7a及び第2ベクトル加算部7bは、演算対象となる各信号点ベクトルのタイミングを対応させる必要があるため、デジタル信号処理によるビット遅延を考慮し、タイミング調整を行う。

【0038】

実際には、擬似衛星中継器6の擬似TWTA62の特性は推定値であるため衛星中継器2のTWTA22のTWTA特性とは異なり、TWTA22から出力されるTWTA出力信号と擬似TWTA62から出力されるTWTA推定出力信号とは一致しないが、上記ベクトル演算及び後述するTWTA22の推定特性値の更新動作を繰り返すことで擬似TWTA62の特性がTWTA22の実特性に漸近し、推定精度を高めることが可能となる。

【0039】

増幅器特性導出部8は、擬似衛星中継器6の擬似TWTA62の入力信号(擬似TWTA入力信号)、及び増幅器出力信号推定部7により推定したTWTA22の出力信号(TWTA推定出力信号)から、TWTA22の特性の推定値(推定特性値)を導出する。ここで、TWTA22の特性とは、AM-AM特性及び/又はAM-PM特性である。TWTA22の特性をより精度良く推定するために、以下に説明するように、AM-AM特性及びAM-PM特性の双方を導出するのが好適である。

【0040】

図4は、増幅器特性導出部8の構成を示すブロック図である。増幅器特性導出部8は、電力位相演算部81と、切換平均部82と、増幅器特性記述部83とを備える。電力位相演算部81は、IQ/入力電力変換部811aと、IQ/出力電力変換部811bと、IQ/入力位相変換部812aと、IQ/出力位相変換部812bと、位相加算部813とを有する。切換平均部82は、入力電力信号切換部821aと、出力電力信号切換部821bと、位相偏移信号切換部821cと、切換制御部822と、入力電力平均化部823aと、出力電力平均化部823bと、位相偏移平均化部823cとを有する。

【0041】

IQ/入力電力変換部811aは、擬似衛星中継器6から入力される擬似TWTA入力信号のIQ信号点から入力電力値[dB]を演算する。IQ/出力電力変換部811bは、増幅器出力信号推定部7から入力されるTWTA推定出力信号のIQ信号点から出力電力値[dB]を演算する。

【0042】

IQ/入力位相変換部812aは、擬似衛星中継器6から入力される擬似TWTA入力信号のIQ信号点から入力位相値($-180 \sim +180$ [deg])を演算する。IQ/出力位相変換部812bは、増幅器出力信号推定部7から入力されるTWTA推定出力信号のIQ信号点から出力位相値($-180 \sim +180$ [deg])を演算する。

【0043】

位相加算部813は、IQ/出力位相変換部812bから入力される出力位相値から、IQ/入力位相変換部812aから入力される入力位相値を減算($-180 \sim +180$ [deg])し、位相偏移量を算出する。

【0044】

入力電力信号切換部821aは、IQ/入力電力変換部811aから入力される入力電

10

20

30

40

50

力信号を時分割で切り換え、各ポートに出力する。出力電力信号切換部 8 2 1 b は、I Q / 出力電力変換部 8 1 1 b から入力される出力電力信号を時分割で切り換え、各ポートに出力する。位相偏移信号切換部 8 2 1 c は、位相加算部 8 1 3 から入力される位相偏移信号を時分割で切り換え、各ポートに出力する。

【 0 0 4 5 】

切換制御部 8 2 2 は、I Q / 入力電力変換部 8 1 1 a から入力される入力電力信号（各信号点における T W T A 入力電力に相当）の瞬時電力に応じて、制御信号を入力電力信号切換部 8 2 1 a、出力電力信号切換部 8 2 1 b、及び位相偏移信号切換部 8 2 1 c に送り、出力電力信号切換部 8 2 1 b、位相偏移信号切換部 8 2 1 c、及び入力電力信号切換部 8 2 1 a が該瞬時電力に対応した同一のポート番号のポートに切換えるよう制御する。

10

【 0 0 4 6 】

例えば、入力電力を - 2 5 [d B] から + 5 [d B] までの特性範囲で 1 [d B] ごとに区分的に分けたとき、入力電力信号切換部 8 2 1 a、出力電力信号切換部 8 2 1 b、及び位相偏移信号切換部 8 2 1 c は、それぞれ出力ポート 1 (+ 4 . 5 [d B] < 入力電力 < + 5 . 5 [d B])、出力ポート 2 (+ 3 . 5 [d B] < 入力電力 < + 4 . 5 [d B])、出力ポート 3 (+ 2 . 5 [d B] < 入力電力 < + 3 . 5 [d B])、・・・、出力ポート 3 1 (- 2 4 . 5 [d B] < 入力電力 < - 2 5 . 5 [d B]) という形で 1 個の入力ポートに対して 3 1 個の出力ポートが用意され、切換制御部 8 2 2 の制御により、入力電力信号切換部 8 2 1 a、出力電力信号切換部 8 2 1 b、及び位相偏移信号切換部 8 2 1 c は、入力電力に対応したポート番号のポートに切り換わる。例えば、I Q / 入力電力変換部 8 1 1 a から入力される入力電力が + 5 . 1 [d B] であるとき、入力電力信号切換部 8 2 1 a、出力電力信号切換部 8 2 1 b、及び位相偏移信号切換部 8 2 1 c の出力ポートは出力ポート 1 に切り換わり、それぞれ出力ポート 1 から信号を出力する。

20

【 0 0 4 7 】

入力電力平均化部 8 2 3 a は、入力電力信号切換部 8 2 1 a からポートごとに入力される擬似 T W T A 6 2 の入力電力の平均値を、ポートごとに算出する。出力電力平均化部 8 2 3 b は、出力電力信号切換部 8 2 1 b からポートごとに入力される T W T A 2 2 の推定出力電力の平均値を、ポートごとに算出する。位相偏移平均化部 8 2 3 c は、位相偏移信号切換部 8 2 1 c からポートごとに入力される T W T A 2 2 の推定位相偏移量の平均値を、ポートごとに算出する。

30

【 0 0 4 8 】

なお、増幅器特性導出部 8 の各ブロックの各入出力段は、電力正規化部（図示せず）により、各段の I Q 信号点の平均電力がすべて同値になるように、全信号点の振幅が定数倍して調整される。また、各ブロックは、演算対象となる各信号点に対応させる必要があるため、デジタル信号処理によるビット遅延を考慮し、タイミング調整を行う。

【 0 0 4 9 】

増幅器特性記述部 8 3 は、入力電力平均化部 8 2 3 a から入力される、擬似 T W T A 6 2 の入力電力のポートごとの平均値と、出力電力平均化部 8 2 3 b から入力される、T W T A 2 2 の推定出力電力のポートごとの平均値とをテーブルファイル化して A M - A M 特性を記述する。また、入力電力平均化部 8 2 3 a から入力される、擬似 T W T A 6 2 の入力電力のポートごとの平均値と、位相偏移平均化部 8 2 3 c から入力される、T W T A 2 2 の推定位相偏移量のポートごとの平均値とをテーブルファイル化して A M - P M 特性を記述する。

40

【 0 0 5 0 】

制御部 9 は、増幅器特性推定装置 4 の各ブロック（第 1 直交復調部 5 a、第 2 直交復調部 5 b、擬似衛星中継器 6、増幅器出力信号推定部 7、及び増幅器特性導出部 8）の動作を制御する。なお、図 2 では制御部 9 と各ブロック間の制御線は省略している。また、制御部 9 は、擬似 T W T A 6 2、擬似 O M U X フィルタ 6 3、増幅器出力信号推定部 7、及び増幅器特性導出部 8 による処理を所定の回数繰り返すように制御し、増幅器特性導出部 8 により T W T A 2 2 の推定特性値が導出されるたびに、擬似増幅器 6 2 の特性を推定特

50

性値に更新する。このような繰り返し処理を行うことで、増幅器特性導出部 8 により導出される推定特性値は、実際の T W T A 2 2 の特性に漸近する。

【 0 0 5 1 】

図 5 は、図 2 に示す構成の増幅器特性推定装置 4 で T W T 特性を推定したときの A M - A M 特性のシミュレーション結果を示す図である。また、図 6 は、図 2 に示す構成の増幅器特性推定装置 4 で T W T 特性を推定したときの A M - P M 特性のシミュレーション結果を示す図である。ここでは、変調方式を 8 P S K とし、T W T A 2 2 の動作点（入力 0 d B、出力 0 d B の点）は出力飽和点とした。また実伝送を想定し、アップリンク C / N 及びダウンリンク C / N をそれぞれ 3 0 d B に設定した。また、擬似 T W T A 6 2 に設定される T W T A 特性初期値として、A M - A M 特性は線形で、A M - P M 特性は入力信号電力によらず位相回転がない理想特性を設定し、推定のための繰り返し回数は 1 0 回とした。シミュレーション結果から、T W T 特性（A M - A M 特性及び A M - P M 特性）は更新を繰り返すことで実特性に漸近し、入力電力が - 1 5 d B 以上の領域では、1 0 回目推定値特性が実特性によく一致している。

10

【 0 0 5 2 】

このように、実施例 1 に係る増幅器特性推定装置 4 によれば、衛星中継器 2 の特性を擬似する擬似衛星中継器 6 と、伝送路通過変調波信号及び擬似 T W T A 出力信号から、T W T A 2 2 の出力信号を推定した増幅器推定出力信号を生成する増幅器出力信号推定部 7 と、擬似 T W T A 入力信号及び T W T A 推定出力信号から T W T A 2 2 の特性の推定値を導出する増幅器特性導出部 8 とを用いて T W T A 2 2 の推定特性値を繰り返し導出し、T W T A 2 2 の推定特性値が導出されるたびに、擬似 T W T A 6 2 の特性を推定特性値に更新することにより、T W T A 2 2 の特性が経年変化した場合でも、現状の特性値を高い精度で推定することができるようになる。

20

【 実施例 2 】

【 0 0 5 3 】

次に、本発明による実施例 2 の増幅器特性推定装置について、図面を参照して詳細に説明する。なお、実施例 1 と同じ構成要素には同一の参照番号を付して説明を省略する。図 7 は実施例 2 に係る増幅器特性推定装置の構成を示すブロック図である。実施例 2 に係る増幅器特性推定装置 4 は、実施例 1 に係る増幅器特性推定装置 4 と比較して、擬似 T W T A 入力信号記憶部 1 0 a と、ダウンリンク信号記憶部 1 0 b とを更に備える点のみが相違する。なお、説明の便宜上、擬似 T W T A 入力信号記憶部 1 0 a とダウンリンク信号記憶部 1 0 b とを区別して図示するが、記憶部は全体で 1 つとしてもよいのは勿論である。

30

【 0 0 5 4 】

擬似 T W T A 入力信号記憶部 1 0 a は、擬似 I M U X 6 1 フィルタから出力され、擬似 T W T A 6 2 に入力される信号の I Q デジタル信号値を記憶する。ダウンリンク信号記憶部 1 0 b は、第 2 直交復調部 5 b から出力され、増幅器出力信号推定部 7 に入力される信号の I Q デジタル信号を記憶する。

【 0 0 5 5 】

制御部 9 は、擬似 T W T A 入力信号記憶部 1 0 a 及びダウンリンク信号記憶部 1 0 b に記憶されている I Q デジタル信号値を用いて、擬似 T W T A 6 2、擬似 O M U X フィルタ 6 3、増幅器出力信号推定部 7、及び増幅器特性導出部 8 による処理を繰り返し行うように制御する。なお、制御部 9 は、繰り返し処理が行われている間、擬似 T W T A 入力信号記憶部 1 0 a 及びダウンリンク信号記憶部 1 0 b に新たな I Q デジタル信号値が入力されないように制御する。

40

【 0 0 5 6 】

このように、実施例 2 に係る増幅器特性推定装置 4 によれば、擬似 T W T A 6 2 に入力される変調波信号及び増幅器出力信号推定部 7 に入力される伝送路通過変調波信号の値を記憶する記憶部（擬似 T W T A 入力信号記憶部 1 0 a 及びダウンリンク信号記憶部 1 0 b）を備えることにより、2 回目以降の繰り返し処理を行うときも、同一の I Q デジタル信号値を用いて演算を行うことができるため、異なる信号を用いることによる誤差が生じな

50

くなり、より高精度で T W T A 2 2 の特性を推定することができるようになる。

【実施例 3】

【0057】

次に、本発明による実施例 3 の補償器及び送信装置について、図面を参照して詳細に説明する。なお、実施例 1 及び実施例 2 と同じ構成要素には同一の参照番号を付して説明を省略する。図 8 は実施例 3 に係る増幅器特性推定装置、特性補正機能付き補償器、及び特性補正機能付き送信装置を適用した衛星デジタル放送伝送システムの構成を示すブロック図である。

【0058】

特性補正機能付き補償器 30 は、増幅器特性推定装置 4 と、補償器 31 とで構成される。補償器 31 は、伝送路上で生じる歪に対して送信側で予め逆特性の歪を与えておくことにより、伝送路上で生じる歪を打ち消し伝送特性を改善する装置である。このとき、補償器 31 は、伝送路の特性を想定して、発生すると思われる歪と逆特性の歪を与えるが、実際の伝送路の伝送路特性が既知の場合には、より精度の高い歪み補償が可能となる。しかし、伝送路上の増幅器 (T W T A 2 2) が経年変化した場合には、歪補償精度が低下し伝送劣化が生じる。

10

【0059】

そこで、増幅器特性推定装置 4 は、推定した T W T A 2 2 の特性値を補償器 31 に転送する。補償器 31 は、増幅器特性推定装置 4 から転送された T W T A 2 2 の推定特性値を用いて補償特性を更新し、歪補償を行う。したがって、本実施例の特性補正機能付き補償器 30 によれば、現在の増幅器特性に追従した補償が可能となるため、T W T A 2 2 の経年変化の影響を排除した補償器を提供することが可能となる。

20

【0060】

また、特性補正機能付き送信装置 40 は、送信装置 1 と、特性補正機能付き補償器 30 とで構成される。特性補正機能付き補償器 30 は、送信装置 1 で発生した変調波信号に対し、T W T A 2 2 の経年変化の影響を排除した歪補償を行う。したがって、本実施例の特性補正機能付き送信装置 40 によれば、T W T A 2 2 の経年変化の影響を排除した送信装置を提供することが可能となる。

【0061】

上述の各実施例は、代表的な例として説明したが、本発明の趣旨及び範囲内で、多くの変更及び置換ができることは当業者に明らかである。したがって、本発明は、上述の実施形態によって制限するものと解するべきではなく、特許請求の範囲から逸脱することなく、種々の変形や変更が可能である。

30

【0062】

例えば、上述の実施例 1 及び実施例 2 の増幅器特性推定装置 4 においては、送信装置 1 から出力された変調波信号を、第 1 直交復調部 5 a によりベースバンド信号に変換して、擬似衛星中継器 6 に入力する構成としたが、送信装置 1 に内蔵される直交変調器 (図示せず) で変調する前の I Q 信号を出力できる場合には、第 1 直交復調部 5 a は不要となり、送信装置 1 から出力された変調波信号を擬似衛星中継器 6 に直接入力する構成とすることも可能である。

40

【0063】

また、上述の実施例 3 の特性補正機能付き送信装置 40 においては、送信装置 1 で発生した変調波信号を補償器 31 に入力する構成としたが、送信装置 1 に内蔵される直交変調器 (図示せず) で変調する前の I Q 信号を出力できる場合には、その I Q 信号を補償器 31 に入力し、補償器 31 内で直交変調した後に出力する構成とすることも可能である。

【0064】

さらに、上述の実施例では増幅器特性推定装置を衛星デジタル放送伝送システムに適用した場合を代表的な例として説明したが、同様にそれ以外の伝送路にも適用が可能である。例えば、デジタル変調された信号を更に電気 / 光変換して光ファイバーで伝送し、光 / 電気変換してデジタル変調された信号を復元し、デジタル復調するような場合には、電気

50

／光変換器、光／電気変換器の非線形特性が問題になる場合がある。このような場合、実施例の増幅器特性推定装置４において、擬似衛星中継器６を、擬似ＩＭＵＸフィルタ６１、擬似ＴＷＴＡ６２、及び擬似ＯＭＵＸフィルタ６３で構成する代わりに、電気／光変換器、光／電気変換器で構成し、その特性を実際に用いられる電気／光変換器、光／電気変換器の非線形特性とすることで、電気／光変換器、光／電気変換器の非線形特性を推定したり、該推定した特性を用いて歪補償したり、該推定した特性を用いて歪補償した後の信号を送信したりすることができる。

【産業上の利用可能性】

【００６５】

本発明によれば、送信装置の変調波信号及び伝送路通過変調波信号を解析することにより、現状の増幅器特性を推定できる。また、推定した増幅器特性により、増幅器の経年変化に追従する特性補正機能付き補償器、及び特性補正機能付き送信装置を提供可能となることから、デジタル信号の信号解析、衛星をはじめとする通信・放送用の補償器や送信装置などに有用である。

10

【符号の説明】

【００６６】

- １ 送信装置
- ２ 衛星中継器
- ３ - １ ~ ３ - N 受信装置
- ４ 増幅器特性推定装置
- ５ a 第１直交復調部
- ５ b 第２直交復調部
- ６ 擬似衛星中継器（擬似伝送器）
- ７ 増幅器出力信号推定部
- ７ a 第１ベクトル加算部
- ７ b 第２ベクトル加算部
- ８ 増幅器特性導出部
- ９ 制御部
- １０ a 擬似ＴＷＴＡ入力信号記憶部
- １０ b ダウンリンク信号記憶部
- ２１ ＩＭＵＸフィルタ
- ２２ ＴＷＴＡ（増幅器）
- ２３ ＯＭＵＸフィルタ
- ３０ 特性補正機能付き補償器
- ３１ 補償器
- ４０ 特性補正機能付き送信装置
- ６１ 擬似ＩＭＵＸフィルタ
- ６２ 擬似ＴＷＴＡ（擬似増幅器）
- ６３ 擬似ＯＭＵＸフィルタ
- ８１ 電力位相演算部
- ８２ 切換部
- ８３ 増幅器特性記述部
- ８１１ a ＩＱ／入力電力変換部
- ８１１ b ＩＱ／出力電力変換部
- ８１２ a ＩＱ／入力位相変換部
- ８１２ b ＩＱ／出力位相変換部
- ８１３ 位相加算部
- ８２１ a 入力電力信号切換部
- ８２１ b 出力電力信号切換部
- ８２１ c 位相偏移信号切換部

20

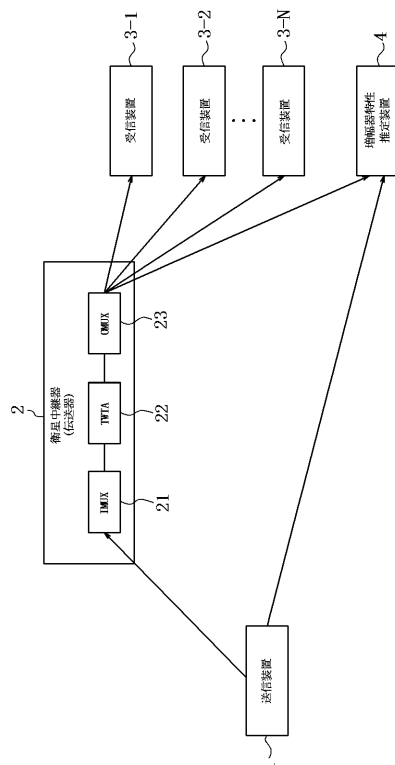
30

40

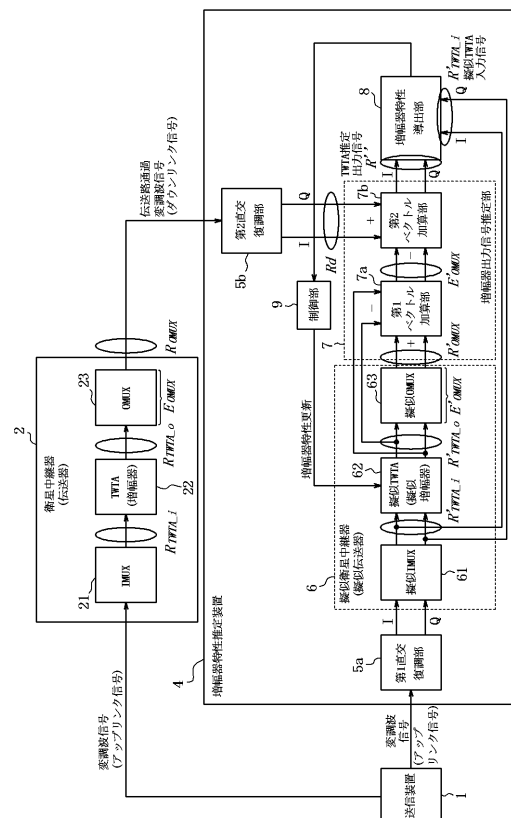
50

- | | |
|---------|-----------------|
| 8 2 2 | 切 換 制 御 部 |
| 8 2 3 a | 入 力 電 力 平 均 化 部 |
| 8 2 3 b | 出 力 電 力 平 均 化 部 |
| 8 2 3 c | 位 相 偏 移 平 均 化 部 |

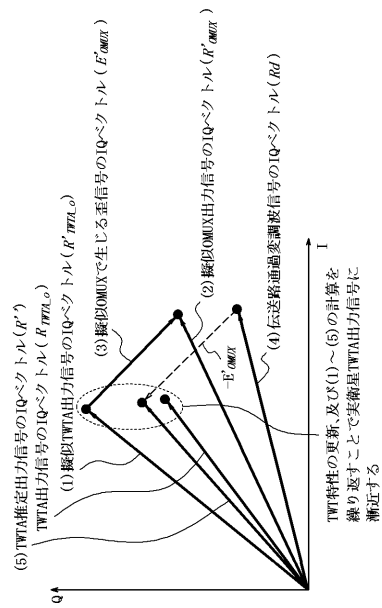
【 図 1 】



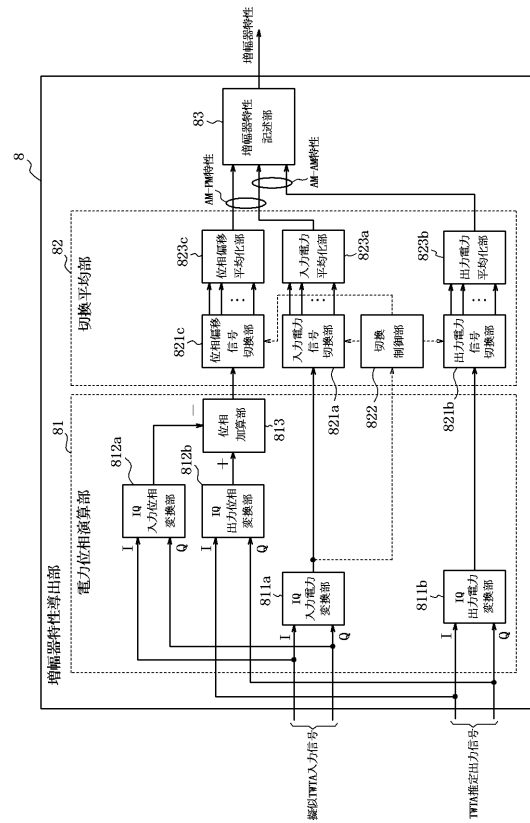
【圖 2】



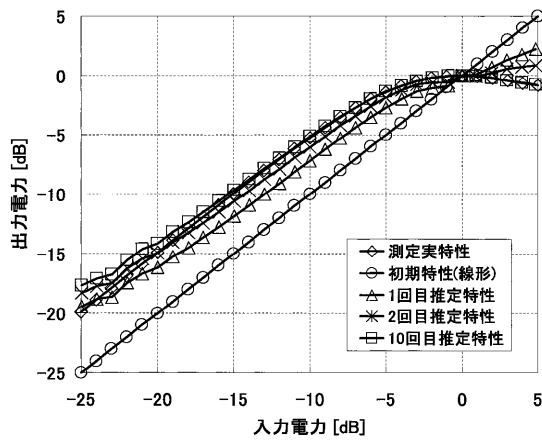
【図 3】



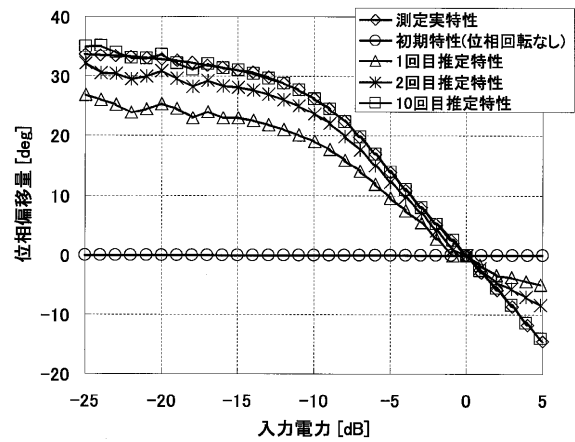
【図 4】



【図 5】



【図 6】



フロントページの続き

(72)発明者 鈴木 陽一

東京都世田谷区砧一丁目 1 0 番 1 1 号 日本放送協会放送技術研究所内

(72)発明者 木村 武史

東京都世田谷区砧一丁目 1 0 番 1 1 号 日本放送協会放送技術研究所内

(72)発明者 田中 祥次

東京都世田谷区砧一丁目 1 0 番 1 1 号 日本放送協会放送技術研究所内

F ターム(参考) 5J500 AA01 AA41 AC03 AC21 AC97 AC98 AF07 AF13 AH38 AH48
AK19 AK26 AK41 AK51 AK55 AS14 AT01 NG05 NH03 NH08
NH09 NH10 NH16
5K046 EE52 EE59
5K060 BB07 CC04 CC13 DD05 HH06 JJ14 KK03 KK06
5K072 AA22 BB14 BB22 CC02 DD02 GG09 HH05