

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4671379号  
(P4671379)

(45) 発行日 平成23年4月13日(2011.4.13)

(24) 登録日 平成23年1月28日(2011.1.28)

(51) Int.Cl. F I  
H04B 1/04 (2006.01) H04B 1/04 D

請求項の数 5 (全 8 頁)

(21) 出願番号	特願2000-559647 (P2000-559647)	(73) 特許権者	591000827 タレス
(86) (22) 出願日	平成11年7月2日(1999.7.2)		フランス国 92526
(65) 公表番号	特表2002-520940 (P2002-520940A)		ルーセーヌ セデックス, リュ ドゥ ヴィリエ 45
(43) 公表日	平成14年7月9日(2002.7.9)	(74) 代理人	100109726 弁理士 園田 吉隆
(86) 国際出願番号	PCT/FR1999/001599	(74) 代理人	100101199 弁理士 小林 義教
(87) 国際公開番号	W02000/003489	(72) 発明者	ウルセンバック, フランソワ フランス国 エフ-95600 オーボン ヌ, リュ シュザンヌ 7
(87) 国際公開日	平成12年1月20日(2000.1.20)		
審査請求日	平成18年6月28日(2006.6.28)		
(31) 優先権主張番号	98/08925		
(32) 優先日	平成10年7月10日(1998.7.10)		
(33) 優先権主張国	フランス (FR)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 送信信号の精密化方法及びそれを実行するための増幅セルを有する送信機

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

n を 3 以上の整数とし、n 個の増幅セルによって瞬間振幅 A と瞬間位相  $\theta_0$  を有する送信信号を作成するための方法であって、各増幅セルが 2 以上の整数のレベルゼロを含む出力離散レベルを有し、絶対値 A と偏角  $\theta_0$  を有する 1 次ベクトルを対象とした場合、ベクトルの総和が 1 次ベクトルに等しく、n 個のセルと 1 対 1 の対応関係で選択され、各々が対応するセルの離散レベルの内の 1 つに対応する値の絶対値及び偏角を有する n 個の 2 次ベクトルを求める過程と、n 個のセルの各々を、瞬間振幅及び位相がそのセルに対応する 2 次ベクトルの絶対値及び偏角の値にそれぞれ対応する信号を供給するように制御する過程と、n 個のセルから供給される信号をエネルギー結合装置によって総和する過程を含むことを特徴とする方法。

【請求項 2】

n 個のベクトルを求める過程が、2 つ以上のセルがゼロ以外のレベルを供給するように選択する過程と、n 個のセルについてその値の総和 (以下中間総和と称す) が少なくとも A に等しくなる n 個のレベルを選択し、中間総和が丁度 A に等しい場合、n 個のベクトルの何れに対しても偏角  $\theta_0$  を選択し、中間総和が A より大きい場合、n 個のベクトルの内 n - 2 個に対して  $\theta_0$  を選択し、ゼロ以外のレベルを供給するように選択された 2 つのセルに対応する 2 つのベクトルに対して、n 個の 2 次ベクトルの総和が 1 次ベクトルと等しくなるような偏角  $\theta_0 + \theta_1$  と  $\theta_0 + \theta_2$  を供給するように選択する過程を含むことを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

## 【請求項 3】

全て同種の増幅セルを使用することを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の方法。

## 【請求項 4】

出力レベルを 3 つ以上有する増幅セルを使用し、 $n$  個の 2 次ベクトルのモジュールを 2 つの連続した出力レベルに対応する 2 つの値に制限することを特徴とする請求項 3 に記載の方法。

## 【請求項 5】

無線周波数の発振器 (22)、 $n$  を 3 以上の整数とし、何れも 2 以上の有限整数のゼロレベルを含む出力レベルを供給する  $n$  個の増幅セル ( $3_1$  乃至  $3_n$ )、送信アンテナ (7) 及びアンテナセルを結合するためのエネルギー結合装置 ( $4_1$  乃至  $4_n$ 、 $t_1$  乃至  $5_2$ 、6) を含み、瞬間振幅  $A$  及び瞬間位相  $\theta_0$  を有する信号を送信するための送信機であって、更に総和が絶対値  $A$  及び偏角  $\theta_0$  のベクトルに等しく、各々の絶対値に対応するセルの離散レベルの内の 1 つの値に等しく、 $n$  個のセルに対して 1 対 1 の対応関係を有する  $n$  個のベクトルを求めるための演算手段 (20) と、各セルに対してそのセルに対応するベクトルの絶対値によって決定される離散レベルを強制するための増幅制御手段 (30) と、各セルに対して発振器の位相によってそのセルに対応するベクトルの偏角に等しい位相を強制するための位相制御手段 (21、 $23_1$  乃至  $23_n$ 、 $24_1$  乃至  $24_n$ ) を有することを特徴とする送信機。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

本発明は、単一の出力として送信信号を供給するための、複数の増幅セルより得られた電力値の総和を求める方法に関するものである。

## 【0002】

送信機の総合的な効率、増幅セルそのものの効率のみならず、これらのセルによる基本的電力値の再合成に要する各過程において失われる電力にも依存する。この 2 つの点に着目して送信機の総合的な性能特性を改善することができる。しかし、振幅及び位相の線形性の条件や、作動中のモジュールの交換性やその標準化等、送信機に必要な機能に対応できる必要がある。

## 【0003】

A 級増幅器、即ちトランジスタ又はそれ以外の増幅器の構成要素が常に導電性を保つ増幅器は、出力信号が最も線形性を有するが、効率はあまり良好ではない。この効率を改善するために、プッシュ・プル型構造で AB 級モードで作動させることが可能である。この構造は準線形的ではあるが、効率は未だ低い。このような構造では、変調信号が増幅される。

## 【0004】

C 級モード、又はより好ましくは選択切換モードで作動する増幅器は、理想的な効率は 1 に近い。よって、全体的に高い効率を得るためには、この種の構造を用いることが大切である。送信すべき一連のデジタル信号を得るために振幅変調及び位相変調された出力信号を特定の離散レベルで供給するために全て又は一部の増幅セルの動作を制御する送信機も存在する。この種の構造では、連続した出力信号が得られず、再合成の効率が最適ではないことが多い。

## 【0005】

基本電力値が異なる増幅セルを使用する送信機もある。これによって、任意の電力値を利用可能な電力値に基づいてより細かく分割することができる。このような構造は、異なる種類のセルを多数必要とし、高価になる。又、この場合でも再合成効率が最適ではない。

## 【0006】

全て C 級モードで作動する同種の増幅セルを有する無線放送増幅器も存在する。各セルの基本電圧を加算することで変調が得られる。そのため、各セルは、遊動結合によってバーに沿って電圧を供給することも、供給しないことも可能である。この種の装置では、セルが相互依存性を有する。よって、故障したセルが存在すれば、送信機の作動中にそれを交

10

20

30

40

50

換することができない。

【0007】

本発明の目的は、上記の欠点を解消又は少なくとも軽減することである。

【0008】

それは、各々が2つ以上の出力レベルを提供可能な増幅セルの振幅及び位相制御によって実現する。

【0009】

そのために、本発明は、 $n$ を2以上の整数とし、 $n$ 個の増幅セルによって瞬間振幅 $A$ と瞬間位相 $\theta_0$ の送信信号を作成するための方法であって、各増幅セルが2以上の整数のレベルゼロを含む出力離散レベルを有し、絶対値 $A$ と偏角 $\theta_0$ を有する1次ベクトルを対象とした場合、ベクトルの総和が1次ベクトルに等しく、 $n$ 個のセルと1対1の対応関係で選択され、各々が対応するセルの離散レベルの内の1つに対応する値の絶対値及び偏角を有する $n$ 個の2次ベクトルを求める過程と、 $n$ 個のセルの各々を、瞬間振幅及び位相がそのセルに対応する2次ベクトルの絶対値及び偏角の値にそれぞれ対応する信号を供給するように制御する過程と、 $n$ 個のセルから供給される信号をエネルギー結合装置によって総和する過程を含むことを特徴とする方法を提案するものである。

【0010】

更に、本発明は、無線周波数の発振器(22)、 $n$ を2以上の整数とし、何れも2以上の有限整数のゼロレベルを含む出力レベルを供給する $n$ 個の増幅セル( $3_1$ 乃至 $3_n$ )、送信アンテナ(7)及びアンテナセルを結合するためのエネルギー結合装置( $4_1$ 乃至 $4_n$ 、 $t_1$ 乃至 $5_2$ 、6)を含み、瞬間振幅 $A$ 及び瞬間位相 $\theta_0$ を有する信号を送信するための送信機であって、更に総和が絶対値 $A$ 及び偏角 $\theta_0$ を有するベクトルに等しく、各々の絶対値が対応するセルの離散レベルの内の1つの値に等しく、 $n$ 個のセルに対して1対1の対応関係を有する $n$ 個のベクトルを求めるための演算手段(20)と、各セルに対してそのセルに対応するベクトルの絶対値によって決定される離散レベルを強制するための増幅制御手段(30)と、各セルに対して発振器の位相によってそのセルに対応するベクトルの偏角に等しい位相を強制するための位相制御手段(21、23 $_1$ 乃至23 $_n$ 、24 $_1$ 乃至24 $_n$ )を有することを特徴とする送信機を提案するものである。

【0011】

図1は、絶対値が $A$ であり、偏角が $\theta_0$ である第1のベクトルを符号 $a$ で示すベクトル図である。bにおいて、ベクトルの総和が第1ベクトル( $A$ 、 $\theta_0$ )となるように選択された異なる絶対値及び偏角を有する7つのベクトルの集合を示す。cに示す7つのベクトルは、それぞれのベクトルの絶対値は互いに等しく、偏角は $\theta_0$ に等しいが、これらのベクトルの総和の偏角は $\theta_0$ に等しく、絶対値は $A$ よりも各ベクトルの絶対値より小さい値だけ大きい。c'において、7つのベクトルからなる集合を示し、この内5つはcに示した7つのベクトルと等しいが、残りの2つは、7つのベクトルの総和が第1ベクトルとなるように、 $\theta_1 = -\theta_2$ として、位相が $\theta_0 + \theta_1$ 及び $\theta_0 + \theta_2$ である。

【0012】

ここで使用されるベクトルによって発明の第1の説明が得られる。増幅セルを設けた送信機の出力に、瞬間値( $A$ 、 $\theta_0$ )の信号を供給したいと仮定する。この結果を得るための第1の方法は、非常に漠然としているが改善可能であり、図1の符号bで示すものである。この方法は、増幅セルの一部、この例においては7つが、振幅及び位相が7つのベクトルの絶対値及び偏角にそれぞれ一致する瞬間信号を供給するようにすることで実現できる。この第1の方法は、図1のc'で示すように改善することができる。その目的で、全て同等であり、ゼロ値を含めて2つの値しか提供することができないセルの内、c'で示す7つのベクトルの絶対値及び偏角に対応する振幅及び位相を有する瞬間信号を供給するに足りる数、図に示す例では7つのセルを選択する。

【0013】

信号( $A$ 、 $\theta_0$ )を作成するために様々な実施形態が考えられる。特に、図1のc'に示す例において有用な変形として、同一のセルを使用するが、2つ以上の個別のレベルを出

10

20

30

40

50

力できるセルを選択するものがある。残りの説明における例として挙げる送信機はこの種のものである。この送信機において、同一である各増幅セルは、ゼロレベルを含む3つの個別のレベルを有する。これにより、図1のc'を参照して説明した位相差分 $\phi_0$ 、 $\phi_2$ の値を縮小し、これらの値は、瞬間位相 $\phi_0 + \phi_1$ と $\phi_0 + \phi_2$ を提供するように制御される2つのセルが同一レベルを出力するように制御された場合以外は同一とはならない。

#### 【0014】

それぞれが2つのセルに加えられたこれらの更なる位相差分 $\phi_1$ 、 $\phi_2$ を使用して、信号(A、 $\phi_0$ )を正確に作成する。又、信号(A、 $\phi_0$ )を得るための位相を選択された複数のセルに配分することができる。この方法は、図1のdに示す。ここで、図1のbとは違っていて、追加の位相は最適化され、即ち信号(A、 $\phi_0$ )を作成するために必要な最小限に低減される。ここで、dに示すセルは、少なくともこの例における瞬間には、同一の振幅を有する。又、ここでも2つ以上の個別のレベルを使用することができる。

#### 【0015】

送信信号(A、 $\phi_0$ )を作成中に起こり得る2つの特例がある。一つ目は、選択されたセルの振幅の総和が丁度望む振幅Aに相当する場合である。この場合、勿論上記の位相差分 $\phi_1$ 、 $\phi_2$ のような更なる位相を加える必要がない。しかし、これは瞬間値(A、 $\phi_0$ )が更なる位相を必要とする送信信号を作成するための一段階に過ぎない。二つ目は、増幅セルのゼロでない最低のレベルが所望の瞬間振幅Aより大きい場合である。この場合、図2に示すように、選択は単一のセルではなく、2つのセルに及ぶ必要がある。この図2は、同一レベルを有するが位相にずれがある2つのセルによる信号(A、 $\phi_0$ )の作成に相当する。

#### 【0016】

図3に、送信すべき信号の振幅特性A'及び位相特性 $\phi_0$ を生成するためのデジタル回路1と、アンテナ7を他の部分とともに含む送信機を示す。送信機の本発明に対応する部分は回路1とアンテナ7との間の部分である。これは、無線周波数への変換と制御用の回路2、n個の増幅セル3<sub>1</sub>乃至3<sub>n</sub>、及び直角3dBハイブリッド回路4<sub>1</sub>乃至4<sub>n</sub>及び6と、2つの配電器5<sub>1</sub>、5<sub>2</sub>と2つの平衡抵抗R<sub>1</sub>乃至R<sub>n</sub>、Rからなるエネルギー結合装置を含む。

#### 【0017】

このエネルギー結合装置は、1987年12月18日に出願されたフランス国特許第2635053号や、米国特許第5194835号を含むその対応特許に記載されている。この説明における例として挙げる送信機にこの装置を用いる。この装置の利点は、広範囲の周波数において各ポート間で完全なデカップリングを保持することができることである。但し、対象の周波数範囲や望む帯域幅によって、フェライト循環器を用いた配電箱、カスケード構造のハイブリッド結合器、ウィルキンソン型の構造等、他のエネルギーデカップリング装置も適用可能である。

#### 【0018】

図3における回路2は、作成すべき信号の瞬間値A'、 $\phi_0$ を回路1から受信する。振幅セル3<sub>1</sub>乃至3<sub>n</sub>から、そのセルの状態、つまり操作が適正であるか不良であることを示す信号Eも受信する。値A'に基づき、操作が適正であるセルから特定数のセルを選択し、各々に供給すべき信号のレベル及び位相を指示する。

#### 【0019】

この説明において例として挙げる送信機において、増幅セルの数nは16であり、これらのセルは何れも同一であり、ゼロレベルを含み3つの個別のレベルを提供することができる。

#### 【0020】

図4は図3の回路2における演算アルゴリズムを示すものである。

#### 【0021】

信号Eによる各増幅セルの状態に関する情報によって、不良のセルがあればそれも考慮し

10

20

30

40

50

て、最大利用可能な電力  $P_{max}$  を算出する。更に、 $A'$  が達成し得る最大値  $A'_{max}$  に関する情報と、それによる  $A'_{max}$  に対応する望ましい出力電力  $P'_{max}$  に関する情報に基づいて、送信機の最大出力を調整する。この調整は、比率係数  $P$  を設けることによって行う。その積  $P \cdot A'$  が、上記の値  $A$  となる。この絶対値の値は、 $A'_{max}$  に対応する電力  $P'_{max}$  が最大でも最大利用可能電力  $P_{max}$  に等しい限り、1 である。 $P'_{max}$  が  $P_{max}$  を超えると、絶対値は比率  $P_{max} / P'_{max}$  の平方根に等しい 1 未満の値となる。

【0022】

$P$  及び  $A'$  を知ることによって  $A$  も判明するので、望む電力に等しいか若干高い電力値に対応する各セルの離散レベルを求める。これは図1の  $c$  に対応するが、この例では、セルが同一であればその出力に2つではなく3つの離散レベルを提供するため、非ゼロベクトルは等しいとは限らない。但し、各増幅セルに対して3つのレベルが選択可能であるにも係らず、この例では、レベルを決定するために更なる条件が追加される。即ち、選択肢を2つの個別の連続したレベル、つまり例えばレベルが昇順に0、1、2である場合、レベル0及び1のみ、又はレベル1及び2のみに制限する。この追加条件によって、エネルギー結合装置の入力端に供給される電力値の配分により良いバランスを図る。図2に示す例は、演算アルゴリズムのこの段階で処理する。選択肢を2つの個別のレベルに制限する追加条件は、同一であるが3つ以上の個別のレベルを有する増幅セルにも適用可能である。

10

【0023】

ゼロ及び非ゼロのものを含む離散レベルを制御するために  $n$  個のセルにデジタル信号  $d_1$  乃至  $d_n$  を送信する。

20

【0024】

同時に、図1の  $c'$  で示すように位相によって調整を行うため、選択されたセルの内2つのセルの角度  $\theta_1$  及び  $\theta_2$  を求める。

【0025】

$\theta_0$  は既知であるので、この値をデジタル制御信号  $d_3$  乃至  $d_n$  として  $n - 2$  個のセルに与える。位相による調整に用いる2つのセルは、それぞれ位相  $\theta_0 + \theta_1$  と  $\theta_0 + \theta_2$  のデジタル制御信号  $d_1$  と  $d_2$  を受信する。ここで、そして図3におけるアルゴリズム内においても同様に、最初の2つのセルを使用して対象となる瞬間信号  $A$ 、 $\theta_0$  の位相調整を行うものとする。しかし、当然それ以外に得るべき瞬間信号に対して、他のセルを使用して位相による調整を行うこともでき、特にこの最初の2つのセルの内何れかが不良であればそうすることが好ましい。

30

【0026】

図5は図3における回路2の詳細を示す図である。送信すべき瞬間信号の特徴  $A'$ 、 $\theta_0$  とともに、増幅セルの状態を示す信号  $E$  を受信するマイクロコンピュータからなる論理ユニット20が描かれている。

【0027】

特に図4のアルゴリズムで示すとおり、論理ユニット20は図3に示す増幅セル  $3_1$  乃至  $3_n$  の作動状態を制御するためのデジタル信号  $d_1$  乃至  $d_n$  を求める。

【0028】

増幅セルの位相制御信号  $d_1$  乃至  $d_n$  を作成するために、本発明による回路2は位相回路  $2_3_1$  乃至  $2_3_n$  とそれらに続く周波数変換回路  $2_4_1$  乃至  $2_4_n$  とを含む。

40

【0029】

位相は、位相回路  $2_3_1$  乃至  $2_3_n$  によって中間周波数で作成され、変換回路によって無線周波数に変換される。その目的を果すため、位相回路は局部発振器21から中間周波数信号  $f_1$  を得てから、論理ユニット20によってデジタル制御されて位相を受ける。次いで、位相回路による信号は、周波数変換回路において周波数  $f_0 - f_1$  の信号と合成されて、無線周波数に変換される。ここで、 $f_0$  は図3による送信機から送信すべき信号の搬送周波数である。この周波数  $f_0 - f_1$  の信号は局部発振器22によって得られる。

【0030】

50

図6は増幅セル3の概略図である。これは図3による全て同一であるセル $3_1$ 乃至 $3_n$ の内何れか1つのセルである。図中、理解を容易にするため、選択切換モードで作動するトランジスタをスイッチとして示し、スイッチの制御を破線で示す。

【0031】

増幅セルは、変圧器 $T_r$ の1次巻線の同じ中間点に接続された異なる値の2つのDC電源 $E_1$ 、 $E_2$ を有し、電源電流 $E_1$ はスイッチ $t_1$ とそれに続く順方向に配置されたダイオード $d_1$ を介して、電源電流 $E_2$ はスイッチ $t_2$ とそれに続く順方向に配置されたダイオード $d_2$ を介して接続される。この例において、スイッチ $t_1$ 、 $t_2$ は低周波数トランジスタである。これらは、その入力端にセルの操作における3つの離散レベルの内何れかを選択するためのデジタル信号 $\phi_1$ を受信する制御回路30によって制御される。

10

【0032】

変圧器 $T_r$ の端部は2つのスイッチ $t_3$ 、 $t_4$ によってそれぞれ接地される。これらのスイッチはデジタル制御信号 $\phi_1$ によって制御される。この例におけるスイッチ $t_3$ 、 $t_4$ はプッシュ-プル構造で選択切換モードで作動する2つの無線周波数トランジスタである。

【0033】

変圧器 $T_r$ の2次巻線は端部がインピーダンス整合フィルタ回路31の2つの入力端に接続される。回路31の出力は方向性結合器32の入力に接続される。この結合器の主出力は増幅セルの出力となり、副出力は比較回路33の入力に接続される。回路33の出力は、増幅セルの作動状態を示すデジタル信号 $E$ の内、対象となる増幅セル $3_i$ に関する信号 $e_i$ を提供する。

20

【0034】

図6に示す増幅セルは次の動作を行う。

【0035】

デジタル信号 $\phi_1$ の値によって、セルの3つの離散した作動状態の内何れか1つを選択するために、制御回路30は：

- スイッチ $t_1$ 及び $t_2$ を開いたままにするか、
- スイッチ $t_1$ を閉めるか、
- スイッチ $t_2$ を閉める。

【0036】

変圧器 $T_r$ の1次巻線の側からして、その結果はスイッチ $t_1$ 及び $t_2$ の状態によって値が変わる電流として現れ、その値はそれぞれ：

- 0、
- $I_1$ 、
- $I_2$  ( $I_2$ は $I_1$ より大きい)となる。

【0037】

これらの3つの異なる電流値によって上記の3つの離散レベルが決定する。

【0038】

このようにして、2つのスイッチ $t_3$ 、 $t_4$ と変圧器 $T_r$ を含むプッシュ-プル構造は、無線周波数信号 $\phi_1$ による制御に基づいて増幅無線周波数信号を供給することができる。この信号は、回路31とそれに引き続き結合器32を通過することで、方向性結合器32の主出力において望む無線周波数信号を提供することができる。結合器32は回路31の出力信号の僅か一部を比較回路33に供給するための測定結合器である。基準値と比較してたら、回路33は対象の増幅セル $3_i$ の状態を示し、より具体的には、セルがその離散レベルの内1つ又は複数を供給することができないかを示すデジタル信号 $e_i$ を提供することができる。

40

【図面の簡単な説明】

【図1】 得られるべき送信信号とそれを得るための方法を示すベクトル図である。

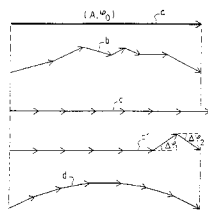
【図2】 得られるべき送信信号とそれを得るための方法を示すベクトル図である。

【図3】 本発明による送信機の部分概略図である

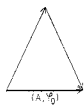
50

- 【図4】 図2における送信機の一要素に関連する演算アルゴリズムを示す図である。
- 【図5】 図2における送信機の一要素を示す図である。
- 【図6】 図2における送信機の一要素を示す図である。

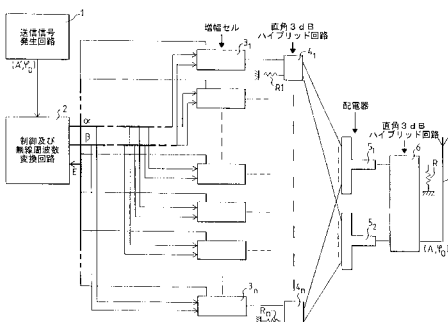
【図1】



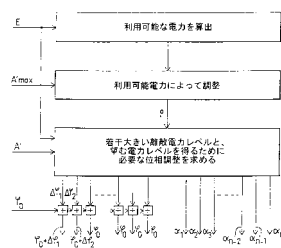
【図2】



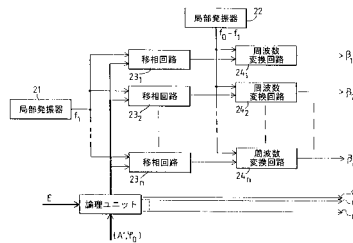
【図3】



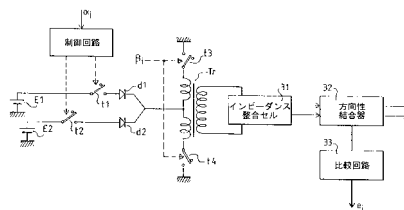
【図4】



【図5】



【図6】



---

フロントページの続き

(72)発明者 ドゥ グラモン, アルノー  
フランス国 エフ - 5 1 0 0 0 シャロン シュール マルヌ, リュ モーリス ドゥ プログ  
リ 1 0

審査官 稲葉 崇

(56)参考文献 特開平01 - 3 0 0 6 2 5 ( J P , A )  
特開平01 - 1 0 9 9 0 9 ( J P , A )  
特開平07 - 0 9 5 0 2 6 ( J P , A )  
特開平06 - 2 0 4 7 7 3 ( J P , A )

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B名)

H04B 1/02-1/04

H03G 1/00-3/34

H03F 1/00-3/72