

(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
2015年5月21日(21.05.2015)



(10) 国際公開番号
WO 2015/072045 A1

- (51) 国際特許分類:
G01R 29/08 (2006.01) *G01R 23/16* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2014/003075
- (22) 国際出願日: 2014年6月10日(10.06.2014)
- (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 2013-235651 2013年11月14日(14.11.2013) JP
- (71) 出願人: 日本電気株式会社(NEC CORPORATION) [JP/JP]; 〒1088001 東京都港区芝五丁目7番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 塚本 健太(TSUKAMOTO, Kenta); 〒1088001 東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 家入 健(IEIRI, Takeshi); 〒2210835 神奈川県横浜市神奈川区鶴屋町三丁目33番8 アサヒビルディング 10階 響国際特許事務所 Kanagawa (JP).

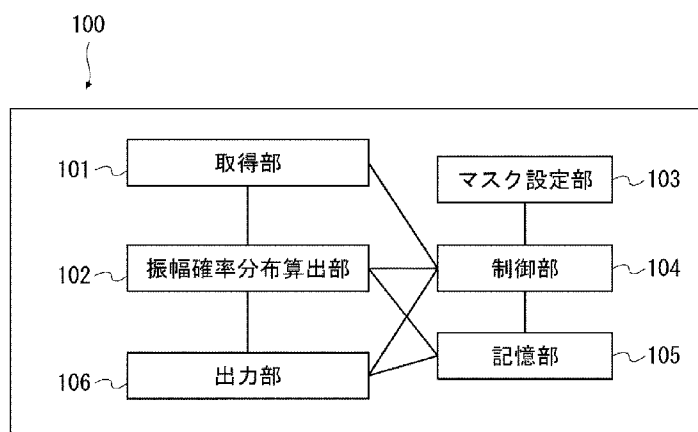
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, 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, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, 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, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第21条(3))

(54) Title: ELECTROMAGNETIC INTERFERENCE WAVE MEASUREMENT DEVICE, ELECTROMAGNETIC INTERFERENCE WAVE MEASUREMENT METHOD, AND NON-TRANSITORY COMPUTER READABLE MEDIUM

(54) 発明の名称: 電磁妨害波測定装置、電磁妨害波測定方法および非一時的なコンピュータ可読媒体



- 101 Acquisition unit
102 Amplitude probability distribution calculation unit
103 Mask setting unit
104 Control unit
105 Storage unit
106 Output unit

(57) Abstract: In the present invention, an electromagnetic interference wave measurement device (100) is provided at least with a mask setting unit (103) for setting an amplitude probability distribution mask by converting a bit error rate allowed by an arbitrarily specified desired communication system to an amplitude probability distribution mask, an acquisition unit (101) for collecting time-series measured data for electromagnetic interference waves emitted from an object under measurement, an amplitude probability distribution calculation unit (102) for calculating an amplitude probability distribution indicating the measured results on the basis of the measured data collected by the acquisition unit (101) for each predetermined time interval, and an output unit (106) for outputting the amplitude probability distribution mask set by the mask setting unit (103) and the amplitude probability distribution calculated by the amplitude probability distribution calculation unit (102). As a result, the present invention is capable of providing an electromagnetic interference wave measurement device capable of accurately determining the influence of electromagnetic interference waves emitted from an object under measurement on a desired communication system.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2015/072045 A1



電磁妨害波測定装置（１００）は、任意に指定された所望の通信システムにおいて許容されるビットエラー率を振幅確率分布マスクに変換して設定するマスク設定部（１０３）と、被測定対象から放出されている電磁妨害波に関する時系列の測定データを収集する取得部（１０１）と、取得部（１０１）において収集されたあらかじめ定めた所定時間毎の前記測定データに基づいて、測定結果を示す振幅確率分布を算出する振幅確率分布算出部（１０２）と、マスク設定部（１０３）において設定された振幅確率分布マスクおよび振幅確率分布算出部（１０２）において算出された振幅確率分布を出力する出力部（１０６）と、を少なくとも備えて構成される。これにより、被測定対象から放出される電磁妨害波が所望の通信システムに与える影響を精度良く判断することが可能な電磁妨害波測定装置を提供することができる。

明 細 書

発明の名称：

電磁妨害波測定装置、電磁妨害波測定方法および非一時的なコンピュータ可読媒体

技術分野

[0001] 本発明は、電磁妨害波測定装置、電磁妨害波測定方法および電磁妨害波測定プログラムに関し、特に、被測定対象から放射された電磁波データを収集して、電磁妨害波が通信システムに与える影響の評価に供する電磁妨害波測定装置、電磁妨害波測定方法および電磁妨害波測定プログラムに関する。

背景技術

[0002] 近年、移動体通信の電波利用の需要が増加している一方で、移動体通信が使用する電波の周波数帯域における妨害電波の電磁干渉が原因となって、携帯電話や無線ＬＡＮ（Local Area Network）等における無線通信妨害やテレビ・ラジオなどの受信障害が多発している。かくのごとき妨害電波は、様々な電子機器を発生源として放射され、周囲の無線通信機器、あるいは妨害電波の発生源となる電子機器自身の電磁障害を引き起こす要因となっている。このため、通信品質の確保を目的として、電子機器が発生する妨害波の放射を抑制することが強く求められている。

[0003] このような電磁妨害波（ＥＭＩ：Electro Magnetic Interference Wave）の評価においては、スペクトラムアナライザを用いて、測定周波数に対する妨害波強度の最大値や平均値の測定が実施されてきた。しかし、妨害波が時間とともに変動する特性を有していることが多く、単一パラメータを用いた評価手法の場合には、電磁妨害波を正確に評価することが困難であった。

[0004] また、妨害波の時間変動や通信への影響を評価する手法として、振幅確率分布測定が良く知られている。振幅確率分布（ＡＰＤ：Amplitude Probability Distribution）とは、次の式（１）に示すように、取得した妨害波振幅値の時系列を伴う測定データを基にして、振幅包落線があらかじめ規定した

振幅値 E_k を超えている時間 T_i と全測定時間 T との比で求められる統計パラメータである。振幅確率分布は、雑音の発生頻度と振幅強度との関係を表すので、デジタルノイズに対する妨害波評価尺度として有用である。この振幅確率分布の測定により、時間変動による雑音の影響を把握することができる。

[0005] [数1]

$$APD(E_k) = \frac{\sum_{i=1}^h T_i(E_k)}{T} \quad \dots (1)$$

[0006] また、振幅確率分布は、特許文献1の特開2011-135161号公報「OFDM無線通信端末」にも記載されているように、通信評価における誤り訂正前のビットエラー率（BER: Bit Error Rate）と相関が高い。そこで、あらかじめ定めた特定条件下において、振幅確率分布に基づき、被測定妨害波が周囲のデジタル無線通信システムに与える影響を評価することができる。ここで、該特定条件とは、測定器の内部雑音レベルが受信機の内部雑音レベルと等しいこと、受信機が同期検波であること、通信システムの通信帯域幅が測定帯域と等しいことなどである。

[0007] また、特許文献2の特許第3374154号公報「スペクトラムアナライザ」に、妨害波の振幅確率分布を測定する装置として、振幅確率分布測定機能を有するスペクトラムアナライザが開始されている。また、特許文献3の特開2008-039762号公報「電磁妨害波測定システムと、それを用いた選別システム」には、広帯域にわたる妨害波の振幅確率分布の測定を、複数の周波数帯に分割して一括で行い、測定結果を表示データとして出力する電磁妨害波測定システムが提案されている。前記特許文献2や前記特許文献3に記載された、振幅確率分布の測定機能を有するスペクトラムアナライザや、振幅確率分布とほぼ同等の妨害波パラメータであるCCDF（Complementary Cumulative Distribution Function）測定機能を有する測定装置は、設定された測定帯域幅内の妨害波振幅強度を測定し、演算処理に基づいて振幅確率分布ないしCCDFを得るものである。

先行技術文献

特許文献

[0008] 特許文献1：特開2011-135161号公報（第6－7頁）

特許文献2：特許第3374154号公報（第6－9頁）

特許文献3：特開2008-039762号公報（第3－6頁）

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0009] 前記特許文献1ないし前記特許文献3に記載されたような関連技術に係る測定装置においては、電磁妨害波の振幅確率分布を精度良く測定している。

[0010] しかしながら、電磁妨害波が通信システムへ与える影響を評価するためには、許容限界値を与える所望の通信性能値と比較することが必要である。この通信性能値としては、例えば、あらかじめ定めた所定の信号強度における所望のビットエラー率がある。そこで、特許文献1や特許文献3の測定装置によって測定した電磁妨害波の振幅確率分布を用いて、電磁妨害波による通信システムへの影響を、測定時に直ぐに評価するためには、その許容限界値を与える所望の通信性能値（ビットエラー率など）のデータを振幅確率分布のデータにあらかじめ変換しておくことが必要となる。

[0011] また、LTE（Long Term Evolution）など、通信環境に応じて複数の変調方式を使い分ける無線通信システムにおいては、許容される所望の通信性能値も変調方式毎に異なる。そのため、電磁妨害波が通信システムに与える影響を精度良く把握することがより困難になる。

[0012] （本発明の目的）

本発明は、前述のような課題に鑑みて成されたものであり、被測定対象から放出される電磁妨害波が所望の通信システムに与える影響を精度良く判断することを可能にする電磁妨害波測定装置、電磁妨害波測定方法および電磁妨害波測定プログラムを提供することを、その目的としている。

課題を解決するための手段

[0013] 前述の課題を解決するため、本発明による電磁妨害波測定装置、電磁妨害波測定方法および電磁妨害波測定プログラムは、主に、次のような特徴的な構成を採用している。

[0014] (1) 本発明による電磁妨害波測定装置は、

被測定対象から放出される電磁妨害波を測定し、電磁干渉の評価を行う電磁妨害波測定装置であって、

任意に指定された所望の通信システムにおいて許容されるビットエラー率を振幅確率分布マスクに変換し、変換した前記振幅確率分布マスクを設定するマスク設定部と、

前記被測定対象から放出されている電磁妨害波に関する時系列の測定データを収集する取得部と、

前記取得部において収集されたあらかじめ定めた所定時間毎の前記測定データに基づいて、前記電磁妨害波に関する振幅確率分布を算出する振幅確率分布算出部と、

前記マスク設定部において設定された前記振幅確率分布マスク、および前記振幅確率分布算出部において算出された前記振幅確率分布を出力する出力部と

を有することを特徴とする。

[0015] (2) 本発明による電磁妨害波測定方法は、

被測定対象から放出される電磁妨害波を測定し、電磁干渉の評価を行う電磁妨害波測定方法であって、

任意に指定された所望の通信システムにおいて許容されるビットエラー率を振幅確率分布マスクに変換し、変換した前記振幅確率分布マスクを設定するマスク設定ステップと、

前記被測定対象から放出されている電磁妨害波に関する時系列の測定データを収集する取得ステップと、

前記取得ステップにおいて収集されたあらかじめ定めた所定時間毎の前記測定データに基づいて、測定結果を示す振幅確率分布を算出する振幅確率分

布測定ステップと、

前記マスク設定ステップにおいて設定された前記振幅確率分布マスクおよび前記振幅確率分布測定ステップにおいて算出された前記振幅確率分布を出力する出力ステップと

を有することを特徴とする。

- [0016] (3) 本発明による電磁妨害波測定プログラムは、少なくとも前記(2)に記載の電磁妨害波測定方法を、コンピュータによって実行可能なプログラムとして実施することを特徴とする。

発明の効果

- [0017] 本発明の電磁妨害波測定装置、電磁妨害波測定方法および電磁妨害波測定プログラムによれば、通信性能の許容値から算出した振幅確率分布マスクを表示する機能を備えることにより、被測定対象から放出される電磁妨害波が所望の通信システムに与える影響を精度良く判断することが可能になる。

図面の簡単な説明

- [0018] [図1]本発明に係る電磁妨害波測定装置の第1実施形態の構成例を示すブロック構成図である。
- [図2]本発明の第1実施形態における妨害波測定装置の出力結果のイメージの一例を示すイメージ図である。
- [図3]妨害波を加法性ガウス雑音とした場合において異なる変調方式におけるビットエラー率の理論値を示す特性図である。
- [図4]本発明の第2実施形態における妨害波測定装置の出力結果のイメージの一例を示すイメージ図である。
- [図5]本発明に係る電磁妨害波測定装置の第4実施形態の構成例を示すブロック構成図である。

発明を実施するための形態

- [0019] 以下、本発明による電磁妨害波測定装置、電磁妨害波測定方法および電磁妨害波測定プログラムの好適な実施形態について添付図を参照して説明する。なお、以下の説明においては、本発明による電磁妨害波測定装置および電

磁妨害波測定方法について説明するが、かかる電磁妨害波測定方法をコンピュータにより実行可能な電磁妨害波測定プログラムとして実施するようにしても良いし、あるいは、電磁妨害波測定プログラムをコンピュータにより読み取り可能な記録媒体に記録するようにしても良いことは言うまでもない。

[0020] (本発明の特徴)

本発明の実施形態の説明に先立って、本発明の特徴についてその概要をまず説明する。本発明は、通信性能の許容値から算出した振幅確率分布マスクを表示する機能を備えることにより、被測定対象から放出される電磁妨害波が所望の通信システムに与える影響を精度良く判断することを可能にすることを主要な特徴としている。而して、測定者（ユーザ）は、所望の通信システムに関する通信性能値の観点から、被測定対象から放出されている電磁妨害波が許容されるものか否かを直ちに判断することができ、対策を素早く実施することができる。さらには、電子機器におけるフロントローディング設計開発や通信性能を保障する高品質な無線通信機器の設計開発等も可能になる。

[0021] より具体的には、本発明に係る電磁妨害波測定装置には、任意に指定された所望の通信方式におけるビットエラー率を振幅確率分布マスクに変換して設定するマスク設定部と、被測定対象から放出されている電磁妨害波に関する時系列の測定データを収集する取得部と、前記取得部において収集されたあらかじめ定めた所定時間毎の前記測定データに基づいて、測定結果を示す振幅確率分布を算出する振幅確率分布算出部と、前記マスク設定部において設定された前記振幅確率分布マスクおよび前記振幅確率分布算出部において算出された前記振幅確率分布を出力する出力部と、を少なくとも備えていることを主要な特徴としている。

[0022] [実施形態]

次に、本発明に係る電磁妨害波測定装置の実施形態について、図面を参照して詳細に説明する。なお、以下の各図面に付した符号は、理解を助けるための一例として各要素に便宜上付記したものであり、本発明を図示の態様に

限定することを意図するものではないことは言うまでもない。

[0023] [第1実施形態]

まず、本発明の第1実施形態として、通信性能として許容されるビットエラー率から変換した振幅確率分布マスクを提示する機能を有する電磁妨害波測定装置の好適な構成例について、図1を用いて説明する。図1は、本発明に係る電磁妨害波測定装置の第1実施形態の構成例を示すブロック構成図である。

[0024] 図1に示す電磁妨害波測定装置100は、取得部101と、振幅確率分布算出部102と、マスク設定部103と、制御部104と、記憶部105と、出力部106とを少なくとも含んで構成される。

[0025] 取得部101は、電磁妨害波等の外乱を含む電磁波を測定してデータ化する取得手段である。このとき用いられる受信インターフェースは、電磁波の周波数毎に振幅の測定が可能な電圧計、電界強度計、スペクトラムアナライザ等を用いれば良い。取得部101は、あらかじめ定めた所定時間に亘ってサンプリングして、電磁波の周波数と振幅値との測定を測定位置毎に繰り返す機能を有しており、被測定対象から放出されている電磁妨害波の時間的な波形変化をデジタルの時系列の測定データに変換する機能を有している。変換された時系列の測定データは、あらかじめ定めた所定時間毎に区分可能にして、振幅確率分布算出部102に送られる。

[0026] 振幅確率分布算出部102は、取得部101において測定結果として収集された時系列の測定データから振幅確率分布を算出する処理を行う振幅確率分布算出手段である。振幅確率分布算出部102において算出された振幅確率分布は、出力部106に送られるとともに、記憶部105に保存される。

[0027] マスク設定部103は、設定条件に応じて、ユーザが所望する通信システムの許容ビットエラー率を振幅確率分布マスクに変換して、変換した前記振幅確率分布マスクを設定する処理を行うマスク設定手段である。マスク設定部103において変換された振幅確率分布マスクは、出力部106に送られるとともに、記憶部105に保存される。マスク設定部103の設定条件に

については、ユーザが所望する通信システムないしは変調方式を選択して、所望する通信システムや変調方式における許容ビットエラー率を外部入力端末からユーザが入力することによって決定することができることが望ましい。

[0028] なお、通信システムや変調方式における許容ビットエラー率については、ユーザが入力する代わりに、規格等によってあらかじめ定められた固定値を用いることも勿論可能である。例えば、地上波デジタル放送の場合は、最低限、視聴可能とする誤り訂正前のビットエラー率は、所定のC/N (Channel to Noise) 比において 2×10^{-4} 以下と規定されている。また、WCDMA (登録商標 (Wideband Code Division Multiple Access)) の場合は、3GPP (the 3rd Generation Partnership) によって、エラー率が 10^{-3} 以下における最小受信感度が規定されている。

[0029] このように、要求水準が規格化されている通信システムに関しては、要求されるビットエラー率の変換結果である振幅確率分布マスクそのものを記憶部105にあらかじめ保持しておき、マスク設定部103においては、ユーザが所望の通信システムを選択することによって、該当する通信システムに関する振幅確率分布マスクを記憶部105から読み出して、設定することによって、被測定対象における電磁妨害波の測定結果を示す振幅確率分布と同時に提示することができる構成とすることが望ましい。

[0030] また、マスク設定部103において、測定帯域と通信システムの通信帯域幅とが異なるなど、ビットエラー率を振幅確率分布マスクに変換することが不適切な条件であった場合には、振幅確率分布マスクに変換することが不適切である旨のエラーを提示してユーザに伝える、などの処理を行っても良い。

[0031] 出力部106は、振幅確率分布算出部102において取得部101の測定結果に基づいて算出された振幅確率分布と、マスク設定部103において変換して設定された振幅確率分布マスクとを、内部のディスプレイ装置に表示する。または、プリンタ装置に印刷し、必要に応じ、外部のディスプレイ装置に出力する。振幅確率分布と振幅確率分布マスクとの出力方法は、ユーザ

が認識することが可能であれば如何なる方法であっても良く、例えば、ディスプレイ装置やプリンタ装置を介して出力すれば良い。また、振幅確率分布と振幅確率分布マスクを記憶部105に保存された状態で、他の情報処理システムからアクセスすることを可能にすることより、他の情報処理システムにおいても使用することができるようにしても良い。制御部104は、取得部101、振幅確率分布算出部102、マスク設定部103、記憶部105および出力部106を制御し、これら各部が行う上述の機能を可能にする。例えば、マスク設定部103で設定された振幅確率分布マスクは、制御部104経由で記憶部105および出力部106へ出力される。

[0032] 図2は、本発明の第1実施形態における妨害波測定装置において、振幅確率分布算出部102で計算された振幅確率分布、およびマスク設定部103に作成された振幅確率分布マスクを受けた出力部106が表示するデータの一例を示すイメージ図であり、横軸に振幅を、縦軸に確率を配置している。ここで、図2のイメージ図には、異なる動作状況におけるモバイル無線通信端末の測定結果である振幅確率分布として、該モバイル無線通信端末に対する妨害波源となるIC (Integrated Circuit) の負荷が通常の時 (IC通常時) の測定結果である振幅確率分布11と該ICの負荷が高い時 (IC高負荷時) の測定結果である振幅確率分布12とが例示されている。さらに、図2には、該モバイル無線通信端末において許容されるビットエラー率 (BER) から算出したAPD (Amplitude Probability Distribution) マスクすなわち振幅確率分布マスク10が例示されている。

[0033] 図2の振幅確率分布11と振幅確率分布12とに示すように、同一モバイル無線通信端末において、妨害波源となるICの負荷状況如何によって、妨害波特性が異なっていることが分かる。また、図2の右上部に示す振幅確率分布マスク10は、ユーザが選択/入力した通信システムすなわち当該モバイル無線通信端末を使用する通信システムにおける許容ビットエラー率 (BER) から変換して設定される。

[0034] 図2に例示した場合においては、妨害波源となるICの高負荷時において

、振幅確率分布 12 の曲線には、振幅確率分布マスク 10 と重なっている領域が存在している。このように、振幅確率分布 12 の曲線と振幅確率分布マスク 10 とが重なる領域の存在から、ビットエラー率が許容値以下にまで劣化する場合があることを推定することができる。かくのごとき状況を把握したユーザは、当該 IC に対して EMI (Electro-Magnetic Interference : 電磁妨害) 対策を行うか、或いは、IC に対して高負荷が掛からないような制御を行うといった対処を行うことができる。

[0035] 以上のように、第1実施形態では、振幅確率分布の測定結果と振幅確率分布マスクの設定結果とを提示するので、ユーザは、被測定対象から放射された電磁妨害波が、所望の通信システム下においてどれだけ影響を及ぼしているか、を素早くかつ容易に把握することができ、EMI 対策などに有効に活用することができる。また、ユーザは、電磁妨害波測定の初期の段階でビットエラー率特性を推定することができることから、EMI 設計開発のフロントローディング化が可能となり、製品コストの低減化を図ることが可能になる。

[0036] [第2実施形態]

次に、本発明の第2実施形態は、図1に示した電磁妨害波測定装置 100 におけるマスク設定部 103 をさらに好適に構成した例である。第1実施形態の説明で述べたとおり、マスク設定部 103 は、所望の許容ビットエラー率を振幅確率分布マスクに変換し、この振幅確率分布マスクを設定する機能を有する。本第2実施形態は、マスク設定部 103 において、複数の変調方式における振幅確率分布マスクを算出し、出力部 106 において、複数の変調方式における振幅確率分布マスクを同時に出力表示することを特徴としている。

[0037] 図3は、妨害波を加法的ガウス雑音とみなした場合において、異なる変調方式夫々におけるビットエラー率の理論値を示す特性図であり、横軸にビットエネルギー対雑音電力密度比 (E_b/N_0) を、縦軸にビットエラー率 (BER) を配置し、変調方式毎に理論的に計算した許容ビットエラー率のグ

ラフを示している。

[0038] 図3に示すように、ビットエラー率特性は変調方式毎に異なり、許容されるビットエラー率は同一 E_b/N_0 において、MSK (Minimum Shift Keying) / BPSK (Binary Phase Shift Keying) / QPSK (Quadrature Phase Shift Keying) 変調方式、FSK (Frequency Shift Keying) 変調方式、16QAM (Quadrature Amplitude Modulation) 変調方式、ASK (Amplitude-Shift Keying) 変調方式、64QAM変調方式、256QAM変調方式の順に、大きくなっていく。したがって、変調方式に応じて、許容ビットエラー率から変換して設定される振幅確率分布マスクも異なる形状になる。このため、通信環境によって複数の変調方式を使い分けるLTE (Long Term Evolution) などの適応変調方式を用いる無線通信システムなどにおいては、複数の変調方式に対応する複数の振幅確率分布マスクを提示することが有用となり得る。

[0039] 図4は、本発明の第2実施形態における妨害波測定装置において、振幅確率分布算出部102で計算された振幅確率分布、およびマスク設定部103に作成された振幅確率分布マスクを受けた出力部106が表示するデータの一例を示すイメージ図であり、図2の場合と同様、横軸に振幅を、縦軸に確率を配置している。図4のイメージ図には、図2の場合と同様に、モバイル無線通信端末の測定結果である振幅確率分布として、該モバイル無線通信端末に対する妨害波源となるIC (Integrated Circuit) の負荷が通常の時 (IC通常時) の測定結果である振幅確率分布11と該ICの負荷が高い時 (IC高負荷時) の測定結果である振幅確率分布12とが例示されている。一方、該モバイル無線通信端末において許容されるビットエラー率 (BER: Bit Error Rate) から算出した振幅確率分布マスクについては、図2の場合とは異なり、図4のイメージ図には、該モバイル無線通信端末において適応的に使用される変調方式それぞれにおける振幅確率分布マスクが同時に複数表示される。

[0040] 例えば、振幅確率分布マスクとして、該モバイル無線通信端末においてM

SK／BPSK／QPSK変調方式が使用する場合における振幅確率分布マスク10A、16QAM変調方式が使用する場合における振幅確率分布マスク10B、64QAM変調方式が使用する場合における振幅確率分布マスク10C、256QAM変調方式が使用する場合における振幅確率分布マスク10D、の4つの振幅確率分布マスクが同時に表示される。ただし、図4に示す振幅確率分布マスクは、変調方式や動作環境により異なる振幅確率分布マスクが表示される様子を理解し易いように例示したものであり、実際の各変調方式における振幅確率分布マスクは、図4の場合と異なる配置になる可能性がある。

[0041] 複数の振幅確率分布マスクを同時に表示することにより、ユーザは、変調方式毎の許容値の適合性を同時に評価することができることから、EMI対策だけでなく、変調方式を選択するシステム制御面についても、有用な知見を得ることができる。

[0042] 実際に、被測定対象からの妨害波が原因の通信性能劣化を評価する際には、対象通信システムの送受信機を用意し、受信機側において、送信機から送信した送信電波と被測定対象から発生した妨害波とを同時に受信させた状態で評価を行う。なお、無線機器自身から発生される妨害波が原因の通信性能劣化（イントラEMI）を評価する場合においては、被測定対象を受信機かつ妨害波源として評価することになる。このとき、通信システムの変調方式などの条件が変わった際には、一般的には、条件が変更される都度、測定をやり直す必要が生じる。これに対して、本第2実施形態の妨害波測定装置を使用する場合には、被測定対象の妨害波特性のみを用いた簡易な測定系を使用した評価を行うことによって、異なる変調方式における通信システムへの影響を一度に把握することができるという利点を得られる。

[0043] [第3実施形態]

次に、本発明の第3実施形態は、図1に示した電磁妨害波測定装置100におけるマスク設定部103を好適に構成した、第2の実施形態とは異なる例である。マスク設定部103が、所望の許容ビットエラー率を振幅確率分

布マスクに変換し、この振幅確率分布マスクを設定する機能を有することは、前述の第1および第2実施形態と同じである。本第3実施形態は、マスク設定部103において、加法性ガウス雑音におけるビットエラー率理論値から変換して設定すべき振幅確率分布マスクを算出し、出力部106において、マスク設定部103にて変換して設定された振幅確率分布マスクを出力表示することを特徴としている。つまり、本第3実施形態においては、妨害波のビットエラー率許容値に対する適合性ではなく、周波数依存性がないガウス雑音のビットエラー率から変換して設定された振幅確率分布マスクを、電磁妨害波測定時の参照として用いることを可能にしている。

[0044] 第2実施形態として図3の特性図に示したように、加法性ガウス雑音におけるビットエラー率の理論計算値は、様々な変調方式において知られている。しかし、被測定対象から実際に放射される妨害波特性は、周波数依存性を有する非ガウス雑音となるのが一般的である。例えば、妨害波特性がインパルス的である場合には、同電力のガウス雑音に比較して、ビットエラー率の劣化が著しい場合が多いことが知られている。

[0045] 本第3実施形態においては、加法性ガウス雑音を仮定した振幅確率分布マスクを提示することにより、ユーザは、被測定対象から発生した妨害波が通信に与える影響が、加法性ガウス雑音時の影響に対してどの程度であるかを容易に判断することができる。

[0046] [第4実施形態]

次に、本発明の振幅確率分布マスクを表示する機能を有する妨害波測定装置の第4実施形態として、図1に示した電磁妨害波測定装置100とは異なる構成からなる電磁妨害波測定装置の好適な構成例について説明する。本第4実施形態においては、マスク設定部において変換して設定された振幅確率分布マスクと、測定した妨害波の振幅確率分布との大小関係を比較する判定部を有することを特徴としている。

[0047] 図5は、本発明に係る電磁妨害波測定装置の第4実施形態の構成例を示すブロック構成図である。図5に示す電磁妨害波測定装置100Aは、第1実

施形態の図 1 に示した電磁妨害波測定装置 100 に対して、判定部 107 がさらに追加された構成となっているが、その他の各機能部については、図 1 の電磁妨害波測定装置 100 の各機能部と同一の機能を有するものであり、ここでの重複する説明は割愛する。

[0048] 判定部 107 は、取得部 101 において取得された電磁妨害波に関する時系列の測定データに基づいて振幅確率分布算出部 102 により変換された電磁妨害波の振幅確率分布と、マスク設定部 103 において変換して設定された振幅確率分布マスクとの大小関係を判定する。判定結果として、振幅確率分布マスクに電磁妨害波の振幅確率分布が重なる場合、つまり、電磁妨害波の測定結果である振幅確率分布の実測値が、許容範囲を示す振幅確率分布マスクのマスク値よりも大きくなった場合、には、判定部 107 は、電磁妨害波が原因のエラーが発生した旨を示すアラーム情報を出力部 106 に対して送る。ここで、出力部 106 は、振幅確率分布算出部 102 が測定結果として算出した振幅確率分布と、マスク設定部 103 が許容ビットエラー率を基にして算出した振幅確率分布マスクとを出力する他に、さらに、判定部 107 の判定結果としての上記エラー（振幅確率分布の実測値が振幅確率分布マスクのマスク値よりも大きくなったこと）の有無を示すアラーム情報を出力する。

[0049] つまり、本第 4 実施形態の電磁妨害波測定装置 100A においては、判定部 107 の判定結果により、振幅確率分布マスクに対する電磁妨害波の適合性の判別を自動化することができる。ユーザは、出力部 106 から出力されてくるアラーム情報に基づいて、振幅確率分布マスクに対する実測結果（振幅確率分布）のエラーの有無を容易に認識することができる。

[0050] なお、判定部 107 においては、エラーの発生の有無を示す判定結果すなわちアラーム情報を出力部 106 に対して送出する前述のような動作とは異なり、次のようなトリガ信号を出力部 106 に対して送出する動作を行うようにしても良い。

[0051] つまり、判定部 107 においては、振幅確率分布マスクに対する実測結果

(振幅確率分布)のエラーが発生していると判定した場合にのみ、振幅確率分布と振幅確率分布マスクとの出力(さらには、場合によっては、エラー発生を示すエラー情報の出力)を促すためのトリガ信号を出力部106に対して送出する。判定部107は、エラーが発生していないと判定した場合には、該トリガ信号を出力部106に対して送出することなく、振幅確率分布と振幅確率分布マスクとを、出力部106において出力表示しない構成としても良い。かかる場合には、振幅確率分布マスクに対して振幅確率分布がエラーとなる電磁妨害波が捕捉された場合にのみ、出力部106は、少なくとも、測定結果の振幅確率分布と許容範囲を示す振幅確率分布マスクとを出力表示することになる。

[0052] [その他の実施形態]

前述した図1の電磁妨害波測定装置100や図5の電磁妨害波測定装置100Aの各機能部は、該当する各機能を実現する手段としてハードウェアのみにより構成しても良いし、あるいは、電磁妨害波測定方法として、かくのごときそれぞれの機能を如何なる実現手段を用いて実現するようにしても良いし、あるいは、ハードウェアとソフトウェアとの組み合わせを用いて実現しても良い。ハードウェアとソフトウェアとを組み合わせた形態によって実現する場合には、プログラム記憶装置であるRAM(Random Access Memory)上に妨害波測定に供する制御プログラムが展開され、該制御プログラムの動作に基づいて、制御部(CPU:Central Processing Unit)等のハードウェアを動作させることによって、各機能部に相当する各種処理部(処理ステップ)として実現する。

[0053] また、上述した制御プログラムは、様々なタイプの非一時的なコンピュータ可読媒体(non-transitory computer readable medium)を用いて格納され、コンピュータに供給することができる。非一時的なコンピュータ可読媒体は、様々なタイプの実体のある記録媒体(tangible storage medium)を含む。非一時的なコンピュータ可読媒体の例は、磁気記録媒体(例えばフレキシブル

ディスク、磁気テープ、ハードディスクドライブ）、光磁気記録媒体（例えば光磁気ディスク）、CD-ROM（Read Only Memory）CD-R、CD-R/W、半導体メモリ（例えば、マスクROM、PROM（Programmable ROM）、EPROM（Erasable PROM）、フラッシュROM、RAM（Random Access Memory））を含む。また、プログラムは、様々なタイプの一時的なコンピュータ可読媒体（transitory computer readable medium）によってコンピュータに供給されてもよい。一時的なコンピュータ可読媒体の例は、電気信号、光信号、及び電磁波を含む。一時的なコンピュータ可読媒体は、電線及び光ファイバ等の有線通信路、又は無線通信路を介して、プログラムをコンピュータに供給できる。コンピュータにプログラムが供給された場合には、プログラム記憶装置であるメモリ（RAM）にプログラムが読み込まれ、制御部等を動作させる。

[0054] また、別の表現で説明すれば、電磁妨害波測定装置として動作させる情報処理システムを、RAM上に展開された電磁妨害波測定プログラムに基づき、取得部101の機能に相当する取得ステップと、振幅確率分布算出部102の機能に相当する振幅確率分布算出ステップと、マスク設定部103の機能に相当するマスク設定ステップと、判定部107の機能に相当する判定ステップと、出力部106の機能に相当する出力ステップと、…などの各処理ステップを実行させて、制御部を動作させることで実現することが可能である。かくのごとき情報処理システムは、パーソナルコンピュータ単体や、サーバや、クラウド上に構築することができる。

産業上の利用可能性

[0055] 本発明は、家電製品等の一般の電子機器から放射される妨害波測定評価や環境適合性試験において、電磁妨害波が無線通信システムへ与える影響を推定する測定装置に好適に適用することができる。本発明による電磁妨害波測定方法を用いれば、EMI対策を効率的に施すための知見を得ることができる。

[0056] 以上、本発明の好適な実施形態の構成を説明した。しかし、かかる実施形態は、本発明の単なる例示に過ぎず、何ら本発明を限定するものではないことに留意されたい。例えば、ブロック構成の分離併合、手順の入れ替え、個々の実施形態の組み合わせなどの変更は、本発明の趣旨および説明した機能を満たせば、自由であり、本発明の要旨を逸脱することなく、特定用途に応じて種々の変形変更が可能であることが、当業者には容易に理解できよう。

[0057] この出願は、2013年11月14日に提出された日本出願特願2013-235651を基礎とする優先権を主張し、その開示の全てをここに取り込む。

符号の説明

- [0058] 10 振幅確率分布マスク
- 10A 振幅確率分布マスク (MSK/BPSK/QPSK変調方式)
- 10B 振幅確率分布マスク (16QAM変調方式)
- 10C 振幅確率分布マスク (64QAM変調方式)
- 10D 振幅確率分布マスク (256QAM変調方式)
- 11 振幅確率分布 (IC通常時)
- 12 振幅確率分布 (IC高負荷時)
- 100 電磁妨害波測定装置
- 100A 電磁妨害波測定装置
- 101 取得部 (取得手段)
- 102 振幅確率分布算出部 (振幅確率分布測定手段)
- 103 マスク設定部 (マスク設定手段)
- 104 制御部 (制御手段)
- 105 記憶部 (記憶手段)
- 106 出力部 (出力手段)
- 107 判定部 (判定手段)

請求の範囲

- [請求項1] 被測定対象から放出される電磁妨害波を測定し、電磁干渉の評価を行う電磁妨害波測定装置において、
- 任意に指定された所望の通信システムにおいて許容されるビットエラー率を振幅確率分布マスクに変換し、変換した前記振幅確率分布マスクを設定するマスク設定手段と、
- 前記被測定対象から放出されている電磁妨害波に関する時系列の測定データを収集する取得手段と、
- 前記取得手段において収集されたあらかじめ定めた所定時間毎の前記測定データに基づいて、前記電磁妨害波に関する振幅確率分布を算出する振幅確率分布算出手段と、
- 前記マスク設定手段において設定された前記振幅確率分布マスク、および前記振幅確率分布算出手段において算出された前記振幅確率分布を出力する出力手段と
- を有する電磁妨害波測定装置。
- [請求項2] 前記マスク設定手段が設定する前記振幅確率分布マスクは、1ないし複数個の異なる変調方式のビットエラー率をそれぞれ変換して得た1ないし複数個の振幅確率分布マスクであることを特徴とする請求項1に記載の電磁妨害波測定装置。
- [請求項3] 前記マスク設定手段が前記振幅確率分布マスクに変換する前記ビットエラー率は、前記被測定対象から放出されている電磁妨害波が加法性ガウス雑音であると仮定した場合の理論ビットエラー率であることを特徴とする請求項1に記載の電磁妨害波測定装置。
- [請求項4] 前記振幅確率分布算出手段において算出された前記振幅確率分布と、前記マスク設定手段において設定された前記振幅確率分布マスクとの大小関係の判定を行い、この判定に基づき前記振幅確率分布マスクに対するエラーの有無を示すアラーム情報を前記出力手段に送出する判定手段をさらに有し、

前記出力手段は、前記判定手段から受け取った前記アラーム情報をさらに出力することを特徴とする請求項 1 ないし 3 のいずれか 1 項に記載の電磁妨害波測定装置。

[請求項5] 前記判定手段は、前記エラーが発生していると判定した場合には、前記振幅確率分布マスクと前記振幅確率分布との出力を促すためのトリガ信号を、前記アラーム情報に代えて、前記出力手段に送出することを特徴とする請求項 4 に記載の電磁妨害波測定装置。

[請求項6] 被測定対象から放出される電磁妨害波を測定し、電磁干渉の評価を行う電磁妨害波測定方法において、

任意に指定された所望の通信システムにおいて許容されるビットエラー率を振幅確率分布マスクに変換し、変換した前記振幅確率分布マスクを設定し、

前記被測定対象から放出されている電磁妨害波に関する時系列の測定データを収集し、

収集されたあらかじめ定めた所定時間毎の前記測定データに基づいて、測定結果を示す振幅確率分布を算出し、

設定された前記振幅確率分布マスクおよび算出された前記振幅確率分布を出力する

電磁妨害波測定方法。

[請求項7] 設定する前記振幅確率分布マスクは、1 ないし複数個の異なる変調方式のビットエラー率をそれぞれ変換して得た 1 ないし複数個の振幅確率分布マスクであることを特徴とする請求項 6 に記載の電磁妨害波測定方法。

[請求項8] 前記振幅確率分布マスクに変換する前記ビットエラー率は、前記被測定対象から放出されている電磁妨害波が加法性ガウス雑音であると仮定した場合の理論ビットエラー率であることを特徴とする請求項 6 に記載の電磁妨害波測定方法。

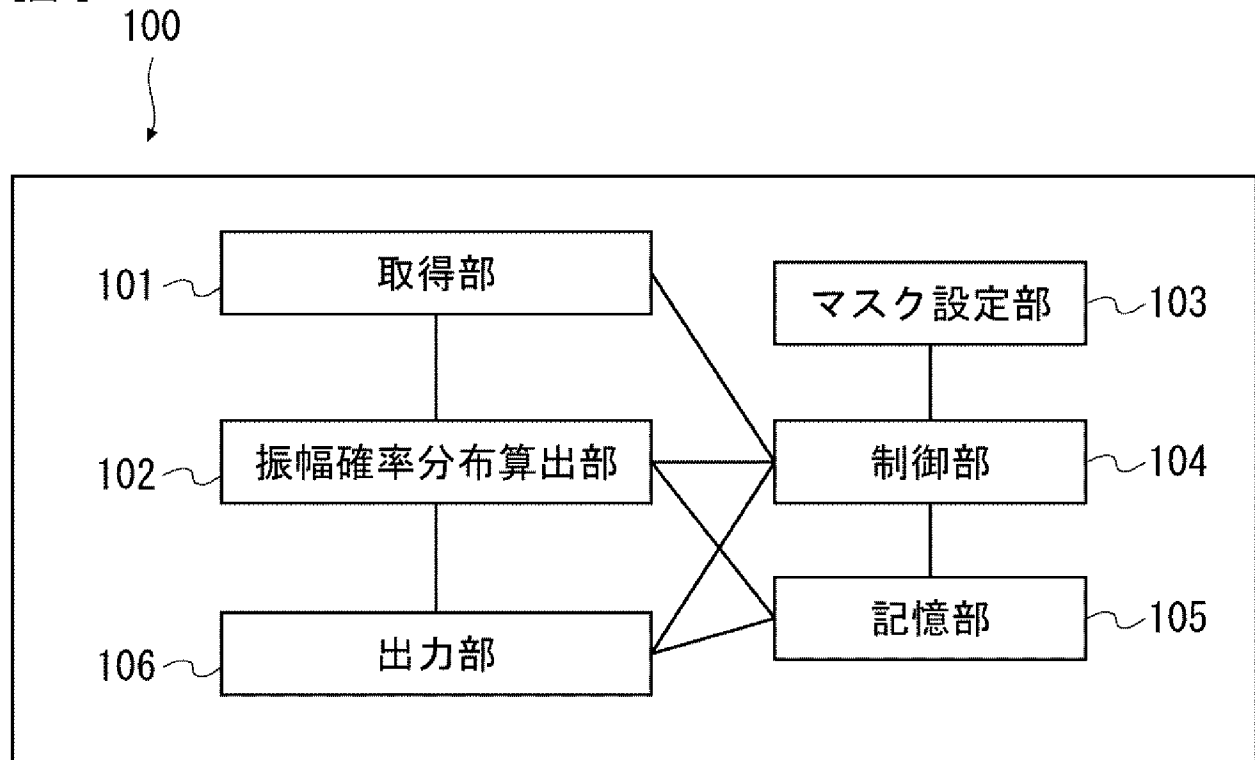
[請求項9] 算出された前記振幅確率分布と、設定された前記振幅確率分布マス

クとの大小関係の判定を行い、この判定に基づき前記振幅確率分布マスクに対するエラーの有無を示すアラーム情報を送出することをさらに有し、

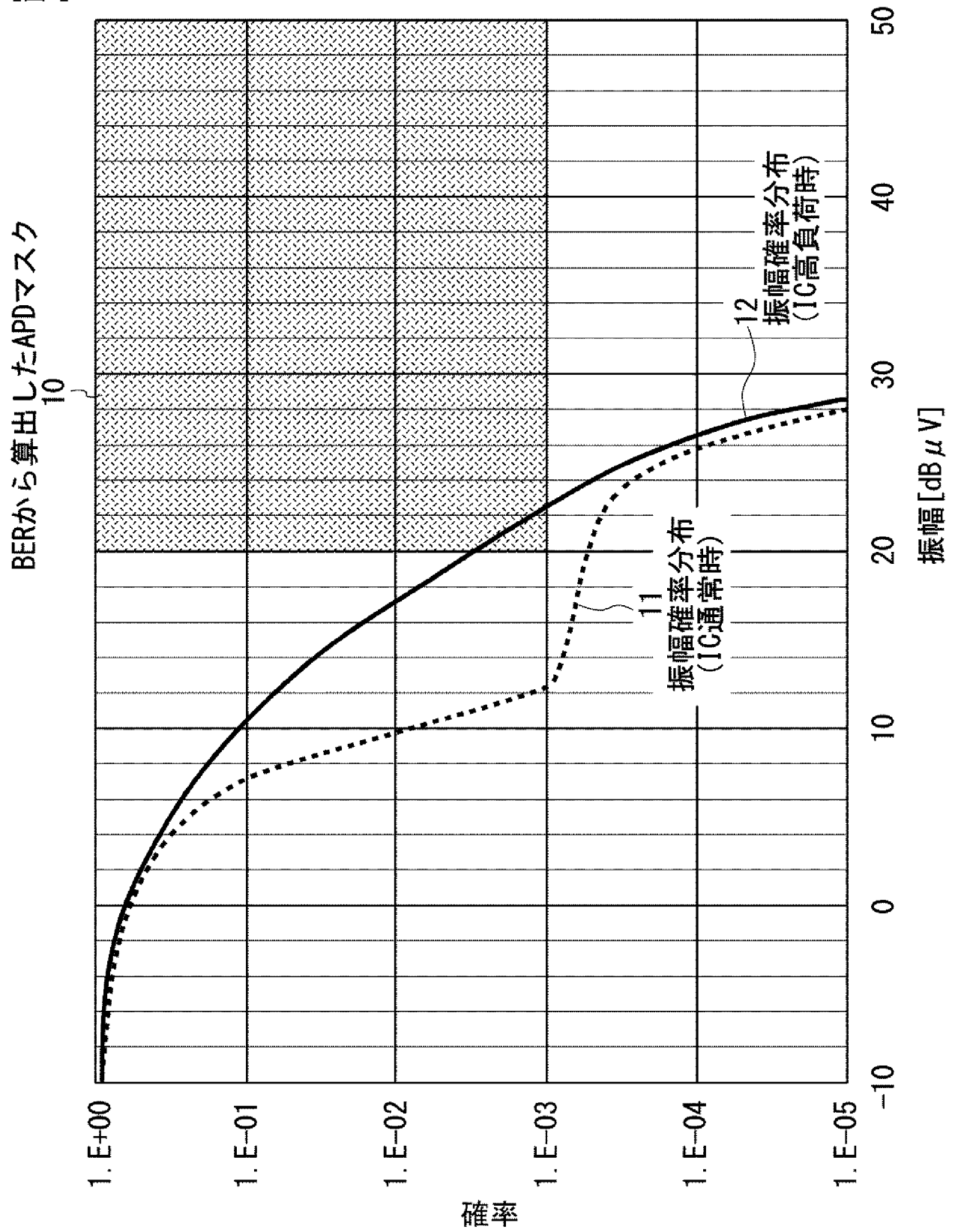
前記振幅確率分布を出力すると共に、送出された前記アラーム情報をさらに出力することを特徴とする請求項6ないし8のいずれか1項に記載の電磁妨害波測定方法。

[請求項10] 請求項6ないし9のいずれか1項に記載の電磁妨害波測定方法を、コンピュータによって実行せしめる電磁妨害波測定プログラムが格納された非一時的なコンピュータ可読媒体。

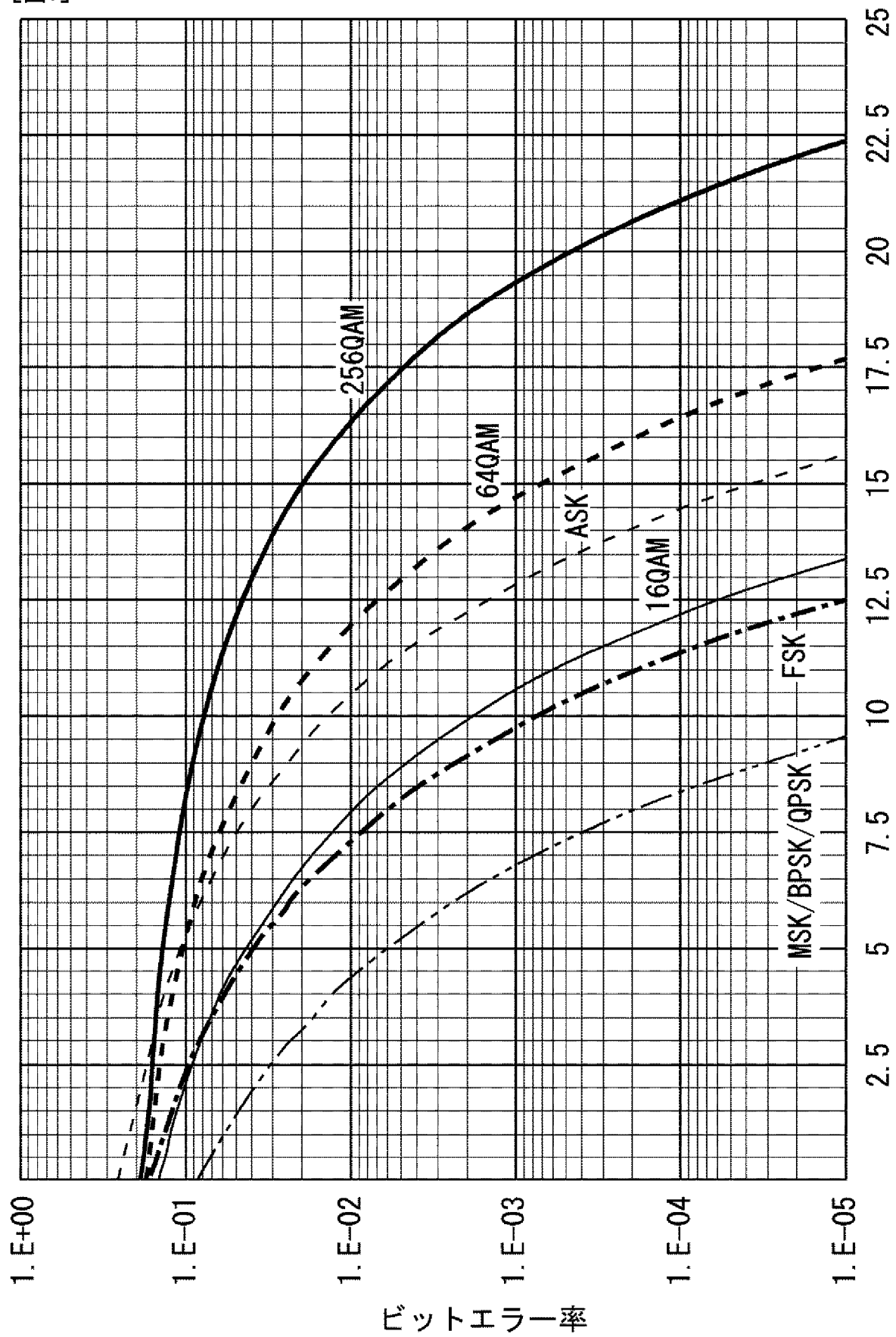
[図1]



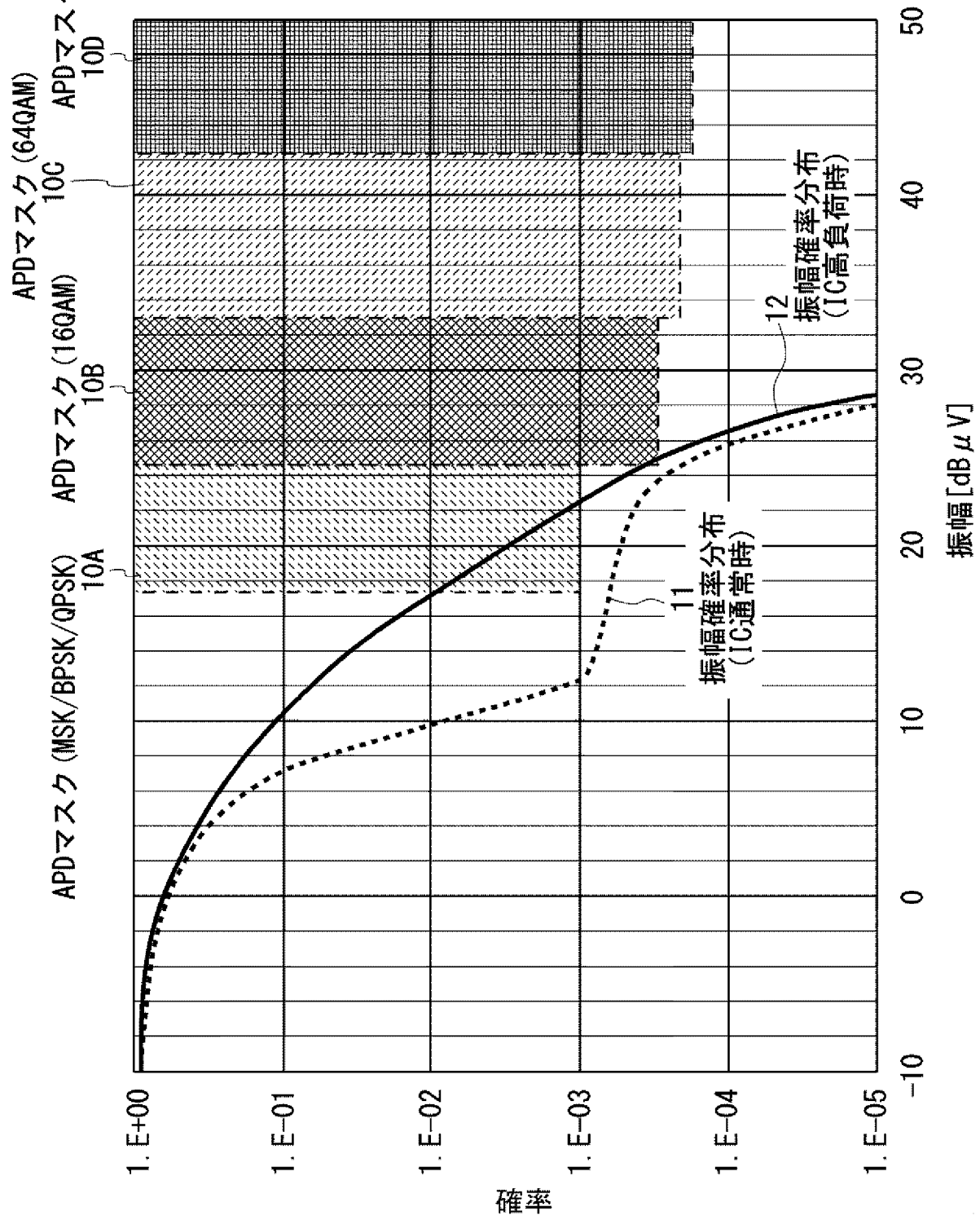
[図2]



ビットエネルギー対雑音電力密度比[dB]

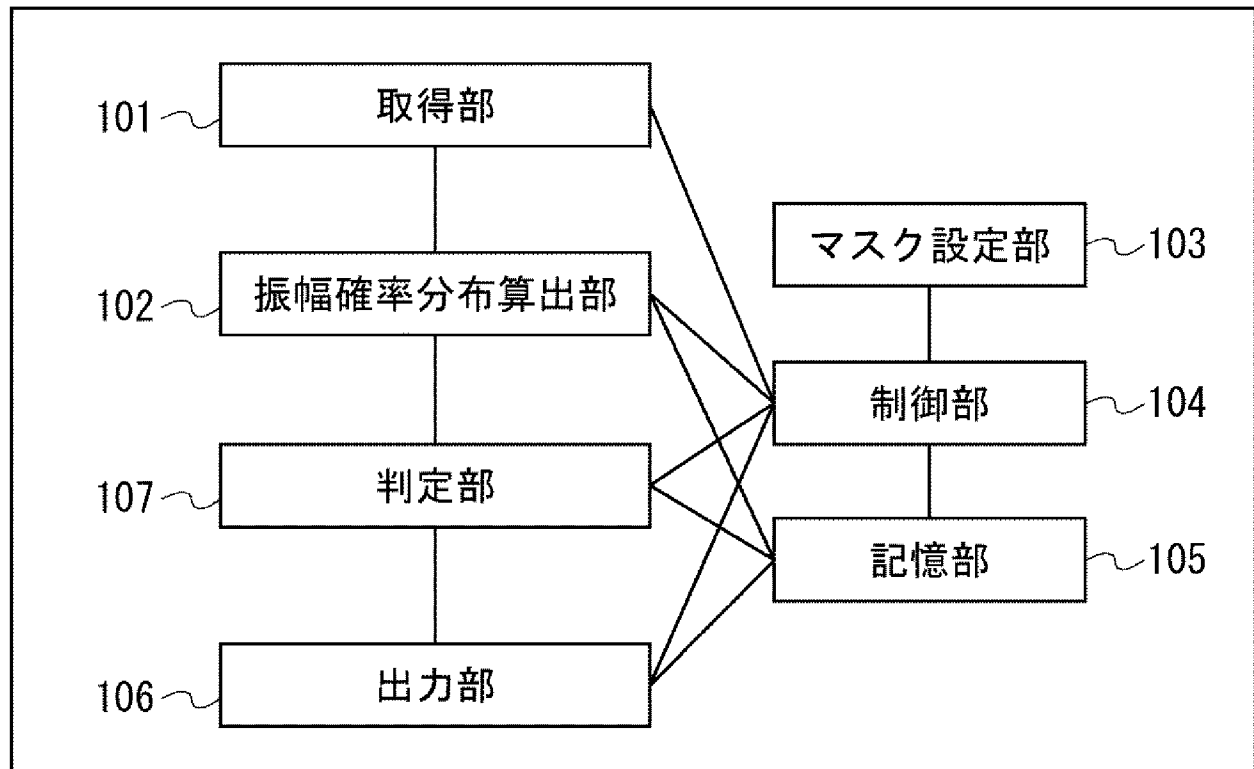


[図4]



[図5]

100A



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/003075

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01R29/08(2006.01)i, G01R23/16(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)

G01R29/08, G01R23/16

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	1996-2014
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2014	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2014

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	Kaoru GOTO, Shinobu ISHIGAMI, Yasushi MATSUMOTO, Takashi SHINOZUKA, Yukio YAMANAKA, "Bogai Denjiha no Shinpuku Kakuritsu Bunpu Sokutei to Digital Musen Tsushin no Hogo", Review of the National Institute of Information and Communications Technology, vol.52, no.1, National Institute of Information and Communications Technology, 2006.03, 69 to 77	1-10

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
 "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
 "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
 "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
 "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
 "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
 "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
 "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
09 September, 2014 (09.09.14)

Date of mailing of the international search report
22 September, 2014 (22.09.14)

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. G01R29/08(2006.01)i, G01R23/16(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. G01R29/08, G01R23/16

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	1971-2014年
日本国実用新案登録公報	1996-2014年
日本国登録実用新案公報	1994-2014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	後藤 薫, 石上 忍, 松本 泰, 篠塚 隆, 山中 幸雄, 妨害電磁波の振幅確率分布測定とデジタル無線通信の保護, 情報通信研究機構季報, vol. 52 No. 1, 独立行政法人情報通信研究機 構, 2006. 03, 69-77	1-10

☐ 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

09.09.2014

国際調査報告の発送日

22.09.2014

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A/J P）
郵便番号100-8915
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

菅藤 政明

2 S

5 2 6 0

電話番号 03-3581-1101 内線 3258