

(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
2023年12月21日(21.12.2023)



(10) 国際公開番号

WO 2023/243191 A1

(51) 国際特許分類:
G06F 30/20 (2020.01) G06F 119/10 (2020.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2023/014092

(22) 国際出願日: 2023年4月5日(05.04.2023)

(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 2022-096932 2022年6月16日(16.06.2022) JP

(71) 出願人: 株式会社日立製作所(HITACHI, LTD.)
[JP/JP]; 〒1008280 東京都千代田区丸の内
一丁目6番6号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 松島 清人 (MATSUSHIMA Kiyoto);
〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目
6番6号 株式会社日立製作所内 Tokyo
(JP). 大前 彩 (OHMAE Aya); 〒1008280 東京

都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式
会社日立製作所内 Tokyo (JP).

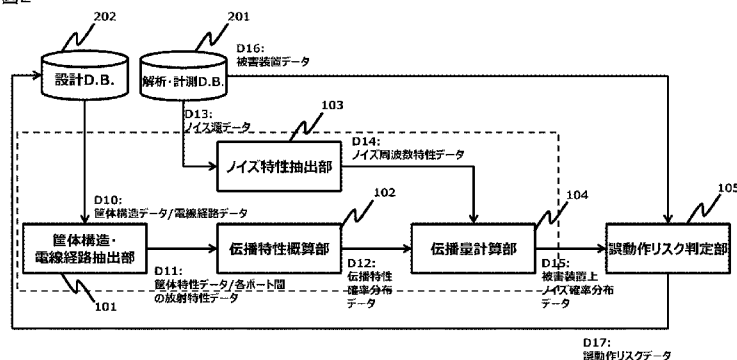
(74) 代理人: ポレール弁理士法人(POLAIRE I.P.C.);
〒1030021 東京都中央区日本橋本石町三
丁目3番5号 Tokyo (JP).

(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, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN,
CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC,
EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR,
HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, KE, KG, KH,
KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY,
MA, MD, MG, MK, MN, MU, 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,
ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG,
US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(54) Title: ELECTROMAGNETIC-NOISE ANALYSIS DEVICE AND ELECTROMAGNETIC-NOISE ANALYSIS METHOD

(54) 発明の名称: 電磁ノイズ解析装置および電磁ノイズ解析方法

図2



101 Casing structure and wiring path extraction unit
102 Propagation-characteristics estimation unit
103 Noise-characteristics extraction unit
104 Propagation-quantity computing unit
105 Malfunction-risk determination unit
201 Analysis/measurement database
202 Design database
D10 Casing structure data/wiring path data
D11 Casing characteristics data/Inter-ports radiation characteristics data
D12 Propagation-characteristics probability distribution data
D13 Noise source data
D14 Noise frequency characteristics data
D15 Harmed-device noise-probability distribution data
D16 Harmed device data
D17 Malfunction risk data

(57) Abstract: The purpose of the present invention is to provide an electromagnetic-noise analysis device that can analyze propagation paths in a short time even with respect to electromagnetic noise in high-frequency bands, and can ensure a definite level of reliability in the analysis results. To achieve the foregoing, this electromagnetic-noise analysis device is provided with: a propagation-characteristics estimation unit that, on the basis of information on casing structure and wiring paths, statistically estimates electromagnetic-field characteristics in the interior of the casing, and outputs propagation-characteristics probability distribution data; a propagation-quantity computing unit that, on the basis of the frequency characteristics of noise emitted by a noise source and the propagation-characteristics probability distribution data, statistically estimates a quantity of noise propagation from the noise source to a harmed device, and outputs harmed-device noise-probability distribution data; and a malfunction risk determination unit that, on the basis of the harmed-device noise-probability distribution data, determines a malfunction risk for the harmed device.

(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, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, 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, ME, 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:

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

(57) 要約: 本発明の目的は、高周波帯における電磁ノイズに対しても伝播経路を短時間で解析し、かつ、その解析結果に一定の信頼性を担保し得る電磁ノイズ解析装置を提供することにある。そのために、本発明の電磁ノイズ解析装置は、筐体構造および電線経路の情報に基づき、筐体内部の電磁界特性を統計的に概算して伝播特性確率分布データを出力する伝播特性概算部と、ノイズ源が発するノイズの周波数特性と前記伝播特性確率分布データに基づき、前記ノイズ源から被害装置へのノイズ伝播量を統計的に概算して被害装置上ノイズ確率分布データを出力する伝播量計算部と、前記被害装置上ノイズ確率分布データに基づき、前記被害装置の誤動作リスクを判定する誤動作リスク判定部と、を備える。

明 細 書

発明の名称：電磁ノイズ解析装置および電磁ノイズ解析方法

技術分野

[0001] 本発明は、電磁ノイズ解析装置および電磁ノイズ解析方法に関する。

背景技術

[0002] 複数の電気装置を組み合わせたシステムにおいては、ある電気装置から発生した電磁ノイズの影響を受けて他の電気装置が誤動作する可能性があるため、EMC（E l e c t r o - M a g n e t i c C o m p a t i b i l i t y：電磁両立性）設計が行われている。また、EMC設計の項目の1つとして、車体などの筐体内における配線についても、電磁ノイズに対する耐性を考慮した経路設計が必要となる。電磁ノイズの解析技術に関しては、例えば、特許文献1が知られている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2013-186683号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 従来の配線経路設計では、例えば特許文献1のように、通常電磁界解析、すなわち、車体などを構成する筐体の3次元モデルをメッシュ状に分割し、ノイズ源から伝播する電流値をメッシュ毎に計算してゆく解析が主に行われる。しかし、使用される信号の周波数が高い場合（波長が短い場合）、メッシュの量も増やす必要があるため、解析時間が長くなってしまう。特に、近年では使用周波数がGHz領域まで高周波化しているため、解析時間がさらに長くなる傾向にある。また、一般電磁界解析では、筐体をモデル化した3次元形状と、実際の形状にズレがあると、解析結果の信頼性が低下する可能性もあった。

[0005] 本発明の目的は、高周波帯における電磁ノイズに対しても伝播経路を短時

間で解析し、かつ、その解析結果に一定の信頼性を担保し得る電磁ノイズ解析装置を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0006] 前述の課題を解決するため、本発明の電磁ノイズ解析装置は、筐体構造および電線経路の情報に基づき、筐体内部の電磁界特性を統計的に概算して伝播特性確率分布データを出力する伝播特性概算部と、ノイズ源が発するノイズの周波数特性と前記伝播特性確率分布データに基づき、前記ノイズ源から被害装置へのノイズ伝播量を統計的に概算して被害装置上ノイズ確率分布データを出力する伝播量計算部と、前記被害装置上ノイズ確率分布データに基づき、前記被害装置の誤動作リスクを判定する誤動作リスク判定部と、を備える。

発明の効果

[0007] 本発明によれば、高周波帯における電磁ノイズに対しても伝播経路を短時間で解析し、かつ、その解析結果に一定の信頼性を担保し得る電磁ノイズ解析装置を提供できる。

[0008] 上記した以外の課題、構成および効果は、以下の実施形態の説明により明らかにされる。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]実施例1の計算機システムの全体構成を示す図。

[図2]実施例1における電磁ノイズ解析の全体フローを示す図。

[図3]図2の破線部分における具体的な計算フローを示す図。

[図4]ノイズ源－被害装置間の伝播特性確率分布のデータ例を示す図。

[図5]図4をz軸の方向から見たときのグラフ。

[図6]実施例2における電磁ノイズ解析の全体イメージを示す図。

[図7]実施例2に係る誤動作リスク判定部による処理を示すフローチャート。

[図8]誤動作リスク判定部による判定結果の一例を示す図。

[図9]実施例3における電磁ノイズ解析の全体イメージを示す図。

[図10]実施例4における電磁ノイズ解析の全体イメージを示す図。

発明を実施するための形態

- [0010] 以下、図面を参照して本発明の実施形態を説明する。実施形態は、本発明を説明するための例示であって、説明の明確化のため、適宜、省略および簡略化がなされている。本発明は、他の種々の形態でも実施することが可能である。特に限定しない限り、各構成要素は単数でも複数でも構わない。
- [0011] 実施形態において、プログラムを実行して行う処理について説明する場合がある。ここで、計算機は、プロセッサ（例えばCPU、GPU）によりプログラムを実行し、記憶資源（例えばメモリ）やインターフェースデバイス（例えば通信ポート）等を用いながら、プログラムで定められた処理を行う。そのため、プログラムを実行して行う処理の主体を、プロセッサとしても良い。同様に、プログラムを実行して行う処理の主体が、プロセッサを有するコントローラ、装置、システム、計算機、ノードであっても良い。プログラムを実行して行う処理の主体は、演算部であれば良く、特定の処理を行う専用回路を含んでいても良い。ここで、専用回路とは、例えばFPGA（Field Programmable Gate Array）やASIC（Application Specific Integrated Circuit）、CPLD（Complex Programmable Logic Device）等である。
- [0012] プログラムは、プログラムソースから計算機にインストールされても良い。プログラムソースは、例えば、プログラム配布サーバまたは計算機が読み取り可能な記憶メディアであっても良い。プログラムソースがプログラム配布サーバの場合、プログラム配布サーバはプロセッサと配布対象のプログラムを記憶する記憶資源を含み、プログラム配布サーバのプロセッサが配布対象のプログラムを他の計算機に配布しても良い。また、実施例において、2以上のプログラムが1つのプログラムとして実現されても良いし、1つのプログラムが2以上のプログラムとして実現されても良い。
- [0013] 本発明の実施形態に係る電磁ノイズ解析方法および装置について、以下、図1から図10を用いて説明する。本実施形態では、特に、電気自動車などの車両に這い回されるハーネス（配線）のEMCリスクを評価し、配線経路の設計に反映させる場合を例に挙げて説明する。

[0014] 電気自動車では、タイヤをモータで駆動するために、電池から出力される直流電流を交流に変換するインバータが用いられる。インバータには、電池が接続されるとともに、配線（モータケーブル）を用いてモータにも接続されている。電気自動車が加速したり減速したりする場合、制御信号がECU（Engine Control Unit）から配線（制御ケーブル）を介してインバータに伝達され、その信号に従ってインバータがパルス変調によるトルク制御を行う。このインバータのパルス変調時にノイズが生じ、これが部分的に外部に漏れると、ノイズ信号として車内の配線に乗ってしまう可能性がある。そして、配線に乗ったノイズ信号が、車内の電気装置、例えば、ECU、GPS（Global Positioning System）などのアンテナ、を制御する信号に重なると、これらの装置を誤動作されてしまう恐れもある。このため、ノイズに対する耐性を考慮した配線経路設計が必要となる。

[0015] そこで、本実施形態では、統計的な評価を電磁界解析に組み込むことで、解析時間を短くしつつ、解析結果に一定の信頼性を担保し得る配線経路設計を実現する。具体的には、RCM（Random Coupling Model）理論を適用することにより、筐体の形状などに起因した特性変動の影響を低減する。

[0016] RCM理論とは、複雑な形状の筐体内を伝搬する高周波の電磁波は、その波長が筐体に対して十分小さい（例えば、10分の1以下）場合、多重反射し、一定時間が経過すると、ランダム状態と見做すことができ、電磁界を統計的な強度分布としてモデル化できる、という理論である。なお、車体についても、単純な形状ではないため、電磁ノイズの波長に対して十分大きいので、RCM理論が適用できる。

実施例 1

[0017] 実施例 1 に係る電磁ノイズ解析方法は、計算機システムによって実現される。図 1 は、実施例 1 の計算機システムの全体構成を示す図である。図 1 に示すように、計算機システムは、プロセッサ 1 と、記憶部 2 と、入力部 3 と

、出力部４と、これらを接続する接続線５と、を備える。プロセッサ１は、前述のとおり例えばＣＰＵである。記憶部２は、メモリやＨＤＤ（Hard Disk Drive）などである。入力部３は、キーボード、マウス、タッチパネルなどである。出力部４は、例えばディスプレイである。接続線５は、回路基板上の配線、接続コード、ネットワークなどである。これらの構成は、同一の場所にある必要はなく、遠隔地に設置してネットワークなどを介して接続されても良い。

[0018] プロセッサ１は、記憶部２などに記憶されたプログラムを読み出して実行することによって、各機能を実行する。図１では、プロセッサ１が実行する各機能を、概念的に、筐体構造・電線経路抽出部１０１、伝播特性概算部１０２、ノイズ特性抽出部１０３、伝播量計算部１０４、誤動作リスク判定部１０５として示している。各部の詳細については、後述する。

[0019] 記憶部２は、解析・計測データベース２０１および設計データベース２０２を有する。

解析・計測データベース２０１は、被害装置データ（Ｄ１６）およびノイズ源データ（Ｄ１３）を格納する。被害装置としては、ＥＣＵや各種アンテナなどが想定され、ノイズ源としては、インバータや各種センサなどが想定される。被害装置データ（Ｄ１６）は、例えば、装置の試験を通じて得られる脆弱性に関するデータ、装置の重要度に関するデータが該当する。脆弱性に関するデータは、被害装置において所定の周波数でどれだけの強度のノイズがあると誤動作が発生するかに関するデータであり、受信感度周波数特性や、複数の閾値（後述の電圧閾値や確率閾値）が含まれる。装置の重要度に関するデータは、筐体内の装置ごとのリスクの影響度合いを示すデータであり、車両の場合、例えば、車両の動作を制御する装置の重要度が、カーオーディオ関連の装置の重要度よりも高く設定される。ノイズ源データ（Ｄ１３）は、ノイズ源が発するノイズに関するデータであり、解析や実測によって予め取得される。なお、取得されるデータに含まれるノイズは、放射ノイズであっても、伝導ノイズであっても良い。

[0020] 次に、本実施例における電磁ノイズ解析のフローについて、図2から図5を用いて説明する。図2は、実施例1における電磁ノイズ解析の全体フローを示す図であり、図3は、図2の破線部分における具体的な計算フローを示す図である。

[0021] まず、伝播特性概算部102で行うRCM理論を適用した処理に対する前処理として、筐体構造・電線経路抽出部101が、設計データベース202から、筐体構造データおよび電線経路データ(D10)を取得し、筐体特性と、各ポートの間の伝播特性(電線経路の結合特性)と、を計算する。筐体特性は、筐体構造・電線経路抽出部101が、設計データベース202から取得した筐体構造データに基づいて計算することで得られる特性であり、筐体(車体)の体積やQ値などが含まれる。一方、各ポート間の伝播特性は、筐体構造・電線経路抽出部101が、設計データベース202から取得した電線経路データに基づき、あるポートと他のポートとの関係(例えばあるポートであるノイズ源が他のポートである被害装置に与える影響)を個別に計算していくことで得られる特性である。この計算では、各ポートの放射特性に影響のある近傍領域のみをモデル化すれば良いので、計算コストが削減できる。

[0022] 次に、伝播特性概算部102は、RCM理論を適用した処理を実行する。すなわち、伝播特性概算部102は、図3に示すように、筐体構造・電線経路抽出部101が計算した筐体特性に基づいて、複数の分布パターンをランダム行列計算により生成し、筐体(車体)内の電磁界の状態を、最頻値を中心とした確率分布の特性モデルとして表現する。さらに、伝播特性概算部102は、この筐体特性に基づく特性モデル(遠方特性モデル)と、筐体構造・電線経路抽出部101が計算した、各ポートの放射特性およびポート間伝播特性に基づく特性モデル(近傍特性モデル)と、を用いて、伝播特性確率分布を概算する。

この伝播特性確率分布は、精緻な3D解析を行わなくても、概算値として得ることができるので、解析時間の短縮につながる。

- [0023] 図4は、ノイズ源－被害装置間の伝播特性確率分布のデータ例を示す図であり、x軸が周波数、y軸が伝播特性、z軸が確率分布、をそれぞれ表している。図5は、図4をz軸の方向から見たときのグラフであり、x軸が周波数、y軸が伝播特性を示している。
- [0024] 図4および図5によれば、周波数ごとに、伝播特性、すなわち、ノイズ源から被害装置へのノイズの伝わり易さが異なり、その確率分布も異なることが分かる。また、図4において、一定の確率以上で生じる特性の範囲は無視できないので、その特性範囲に対応する形で伝播特性の上限と下限を定めると、図5に示すような、上限ラインおよび下限ラインが描ける。さらに、図4において、確率分布のピークを周波数ごとに結べば、図5に最頻値のラインを描くこともできる。
- [0025] 一方、ノイズ特性抽出部103は、解析・計測データベース201からノイズ源データ(D13)を取得し、ノイズ源が発するノイズの周波数特性を抽出する。
- [0026] 伝播量計算部104は、伝播特性概算部102が出力する伝播特性確率分布データ(D12)と、ノイズ特性抽出部103が出力するノイズ周波数特性データ(D14)と、に基づき、ノイズ源から被害装置へのノイズ伝播量を統計的に概算する。
- [0027] 誤動作リスク判定部105は、伝播量計算部104が出力する被害装置上ノイズ確率分布データ(D15)と、解析・計測データベース201が出力する被害装置データ(D16)と、に基づいて、被害装置が誤動作するリスクを判定する。例えば、誤動作リスク判定部105は、被害装置データ(D16)に含まれる受信感度周波数特性(どの周波数帯でどの程度のノイズが被害装置に加わると誤動作が発生するかの関係を示す情報)と、被害装置上ノイズ確率分布データ(D15)と、を用いた乗算などの演算の結果に基づいて、被害装置における誤動作の発生確率を算出する。さらに、誤動作リスク判定部105は、誤動作の発生確率と、被害装置データ(D16)に含まれる所定の閾値とを比較し、閾値以上の場合にリスク大、閾値未満の場合リ

スク小、と判定しても良い。

[0028] 誤動作リスク判定部105による判定結果は、誤動作リスクデータ(D17)として、設計データベース202に出力される。誤動作リスクデータ(D17)は、設計データベース202に記憶されるとともに、必要に応じて故障率としてSIL(Safety Integrity Level)設計にフィードバックされ、設計データの更新に活用される。また、誤動作リスクデータ(D17)は、出力部4を介して「〇〇操作時、××の確率でエラー発生」などと表示される。このように、リスクが被害装置の誤動作発生確率として定量的に示されると、EMC設計する上で有用となる。

実施例 2

[0029] 実施例2に係る電磁ノイズ解析方法について、図6から図8を用いて説明する。図6は、実施例2における電磁ノイズ解析の全体イメージを示す図である。本実施例は、以下の2つの点で実施例1と相違する。

[0030] 1つ目の相違点は、本実施例のノイズ特性抽出部103が、ノイズ源の動作状態ごとに、複数のノイズ周波数特性を抽出する点である。例えば、ノイズ源が電気自動車のインバータの場合、ノイズ特性抽出部103は、加速動作中のインバータのスイッチングにより生じるノイズの周波数特性と、回生(減速)動作中のインバータのスイッチングにより生じるノイズの周波数特性と、を区別して抽出する。図6のグラフ2Aでは、制御1として加速モード、制御2として回生モード、におけるノイズ周波数特性がそれぞれ示されている。このように、主要な制御モードごとに異なるノイズ周波数特性データを用いることで、伝播量計算部104で得られる被害装置上ノイズ確率分布の精度が向上し、結果として、誤動作リスク判定部105による判定精度も向上する。さらに、同じ加速動作中であっても、低速域と高速域とではインバータのスイッチング間隔が異なるので、速度域ごとでも異なるノイズ周波数特性データを用いるのが望ましい。

[0031] 2つ目の相違点は、本実施例の誤動作リスク判定部105が、誤動作の発生確率自体は計算せず、過大なノイズ(誘起電圧)が発生するか、その発生

確率がどの程度かを、電圧閾値や確率閾値と比較することで、リスクの大きさを判定する点である。

[0032] 図7は、実施例2に係る誤動作リスク判定部による処理を示すフローチャートである。

図7に示すように、本実施例の誤動作リスク判定部105は、まず、伝播量計算部104から被害装置上ノイズ確率分布データ(D15)として、被害装置上の誘起電圧の確率分布(図6のグラフ2C)を取得する(ステップS201)。次に、誤動作リスク判定部105は、被害装置上の誘起電圧の確率分布が所定の電圧閾値を超えるか否かを判定する(ステップS202)。

[0033] ステップS202において、誘起電圧の確率分布が電圧閾値を超える場合、誤動作リスク判定部105は、そのような誘起電圧のノイズを発生させる確率が所定の確率閾値より大きいかな否かを判定する(ステップS203)。ノイズの発生確率が確率閾値より大きい場合、誤動作リスク判定部105は、高リスクであると判定するとともに、設計データベース202に出力し(ステップS204)、判定処理を終了する。

[0034] 一方、ステップS202において、誘起電圧の確率分布が電圧閾値以下の場合、または、ステップS203において、ノイズの発生確率が確率閾値以下の場合、誤動作リスク判定部105は、設計データベース202に出力することなく、判定処理を終了する。このように、本実施例の誤動作リスク判定部105は、強いノイズが発生する(電圧閾値を超える)可能性があっても、その発生確率が十分に低い(確率閾値を超えない)場合には、被害装置が誤動作するリスクとしては小さいと判定する。すなわち、本実施例では、ノイズの強度だけでなく、その発生確率も勘案してリスクを判定しているので、精度の高い判定ができ、過剰なEMC設計を回避できる。

[0035] なお、ノイズ電圧の大きさに関する電圧閾値と、ノイズの発生確率に関する確率閾値とは、被害装置の特性に応じて決まる閾値であり、解析・計測データベース201から出力される被害装置データ(D16)に含まれる。また、確率閾値は、SILで定められた故障率の基準値に対応させるのが望

ましい。

[0036] 図8は、誤動作リスク判定部による判定結果の一例を示す図である。誤動作リスク判定部105は、判定結果である誤動作リスクを図8のように定量化（見える化）し、設計データベース202に出力する。

実施例 3

[0037] 実施例3に係る電磁ノイズ解析方法について、図9を用いて説明する。図9は、実施例3における電磁ノイズ解析の全体イメージを示す図である。

[0038] 本実施例では、ノイズ特性抽出部103が、ノイズの周波数特性だけでなく、各ノイズの発生確率も抽出し、伝播量計算部104が、ノイズの周波数特性だけでなく、各ノイズの発生確率も用いて、ノイズ伝播量を概算する点で、実施例2と相違する。本実施例のように、ノイズ源におけるノイズの発生確率も考慮すると、伝播量計算部104で得られる被害装置上ノイズ確率分布の精度が向上し、結果として、誤動作リスク判定部105による判定精度も向上する。

[0039] なお、図9のグラフ3Aは、周波数（x軸）およびノイズ強度（y軸）のみの2次元のグラフとなっているが、実際には、確率分布（z軸）も幅を持ったデータとして含まれる。また、ノイズの発生確率に代えて、制御モード（加速モードや回生モードなど）が実行される頻度が用いられても良い。

実施例 4

[0040] 実施例4に係る電磁ノイズ解析方法について、図10を用いて説明する。図10は、実施例4における電磁ノイズ解析の全体イメージを示す図である。

[0041] 本実施例は、電磁ノイズを解析する途中で、コネクタ形状や構造の左右非対称などに起因して生じる伝導ノイズを、ディファレンシャルモードまたはコモンモードに適宜変換するものである。

[0042] 前提として、伝播特性概算部102がRCM理論を適用した処理を行う場合、対象のノイズはコモンモードノイズに限定されるため、伝播特性概算部102が出力する伝播特性確率分布データ（D12）も、図10のグラフ4

Bに示すように、コモンモードノイズとなっている。したがって、ノイズ源データ（D 1 3）に含まれるノイズ周波数特性が、図 1 0 のグラフ 4 A に示すようにディファレンシャルモードの場合、ノイズ特性抽出部 1 0 3 は、ノイズ周波数特性をコモンモードに変換して伝播量計算部 1 0 4 に出力する。これにより、伝播量計算部 1 0 4 は、コモンモードノイズの伝播特性確率分布データ（D 1 2）と、コモンモードに変換されたノイズ周波数特性データ（D 1 4）と、に基づき、伝播量の計算が可能となる。

[0043] しかし、誤動作リスク判定部 1 0 5 が被害装置における誤動作のリスクを判定するためには、ノイズの伝播量をディファレンシャルモードに変換して評価する必要がある。そこで、本実施例の伝播量計算部 1 0 4 は、計算した伝播量をコモンモードからディファレンシャルモードに変換し、変換後のデータを被害装置上ノイズ確率分布データ（D 1 5）として誤動作リスク判定部 1 0 5 に出力するようにした。

[0044] 前述の各実施例は本発明を分かりやすく説明するために詳細に説明したものであり、必ずしも説明した全ての構成を備えるものに限定されるものではない。また、ある実施例の構成の一部を他の実施例の構成に置き換えることも可能であり、ある実施例の構成に他の実施例の構成を加えることも可能である。さらに、各実施例の構成の一部について、他の構成の追加・削除・置換をすることも可能である。

[0045] 例えば、前述の各実施例では、筐体構造・電線経路抽出部 1 0 1 が筐体特性データおよび各ポート間の放射特性データ（D 1 1）を抽出し、ノイズ特性抽出部 1 0 3 がノイズ周波数特性データ（D 1 4）を抽出したが、D 1 1 および D 1 4 を予め設計データベース 2 0 2 および解析・計測データベース 2 0 1 に格納しておけば、筐体構造・電線経路抽出部 1 0 1 およびノイズ特性抽出部 1 0 3 は省略が可能である。また、前述の各実施例では、ノイズ源データ（D 1 3）および被害装置データ（D 1 6）が共通の解析・計測データベース 2 0 1 に格納されているが、各データがそれぞれ別のデータベースに格納されても良い。

符号の説明

[0046] 1…プロセッサ、2…記憶部、3…入力部、4…出力部、5…接続線、101…筐体構造・電線経路抽出部、102…伝播特性概算部、103…ノイズ特性抽出部、104…伝播量計算部、105…誤動作リスク判定部、201…解析・計測データベース、202…設計データベース

請求の範囲

- [請求項1] 筐体構造および電線経路の情報に基づき、筐体内部の電磁界特性を統計的に概算して伝播特性確率分布データを出力する伝播特性概算部と、
- 、
- ノイズ源が発するノイズの周波数特性と前記伝播特性確率分布データに基づき、前記ノイズ源から被害装置へのノイズ伝播量を統計的に概算して被害装置上ノイズ確率分布データを出力する伝播量計算部と、
- 前記被害装置上ノイズ確率分布データに基づき、前記被害装置の誤動作リスクを判定する誤動作リスク判定部と、
- を備えた電磁ノイズ解析装置。
- [請求項2] 請求項1において、
- 前記伝播量計算部は、前記ノイズ源の動作状態ごとの複数の周波数特性を用いて、前記ノイズ伝播量を概算する電磁ノイズ解析装置。
- [請求項3] 請求項1において、
- 前記伝播量計算部は、ノイズの周波数特性だけでなく、ノイズの発生確率も用いて、前記ノイズ伝播量を概算する電磁ノイズ解析装置。
- [請求項4] 請求項1において、
- 前記誤動作リスク判定部は、前記被害装置の脆弱性に関するデータも用いて、前記被害装置の誤動作リスクを判定する電磁ノイズ解析装置。
- 。
- [請求項5] 請求項4において、
- 前記誤動作リスク判定部は、前記被害装置の脆弱性に関するデータと前記被害装置上ノイズ確率分布データとを用いた演算の結果に基づいて、前記被害装置の誤動作発生確率を出力する電磁ノイズ解析装置。
- [請求項6] 請求項4において、
- 前記被害装置の脆弱性に関するデータには、ノイズ電圧の大きさに関する電圧閾値と、ノイズの発生確率に関する確率閾値と、が含まれ、
- 前記誤動作リスク判定部は、前記被害装置上ノイズ確率分布データを

、前記電圧閾値および前記確率閾値と比較することで、リスクの大小を出力する電磁ノイズ解析装置。

[請求項7] 請求項1において、
ノイズの周波数特性をディファレンシャルモードからコモンモードに変換して前記伝播量計算部に出力するノイズ特性抽出部を、さらに備える電磁ノイズ解析装置。

[請求項8] 請求項7において、
前記伝播量計算部は、前記ノイズ伝播量をコモンモードからディファレンシャルモードに変換し、前記被害装置上ノイズ確率分布データとして前記誤動作リスク判定部に出力する電磁ノイズ解析装置。

[請求項9] 伝播特性概算部が、筐体構造および電線経路の情報に基づき、筐体内部の電磁界特性を統計的に概算して伝播特性確率分布データを出力するステップと、
伝播量計算部が、ノイズ源が発生するノイズの周波数特性と前記伝播特性確率分布データに基づき、前記ノイズ源から被害装置へのノイズ伝播量を統計的に概算して被害装置上ノイズ確率分布データを出力するステップと、
誤動作リスク判定部が、前記被害装置上ノイズ確率分布データに基づき、前記被害装置の誤動作リスクを判定するステップと、
を備えた電磁ノイズ解析方法。

[請求項10] 請求項9において、
前記伝播量計算部は、前記ノイズ源の動作状態ごとの複数の周波数特性を用いて、前記ノイズ伝播量を概算する電磁ノイズ解析方法。

[請求項11] 請求項9において、
前記伝播量計算部は、ノイズの周波数特性だけでなく、ノイズの発生確率も用いて、前記ノイズ伝播量を概算する電磁ノイズ解析方法。

[請求項12] 請求項9において、
前記誤動作リスク判定部は、前記被害装置の脆弱性に関するデータも

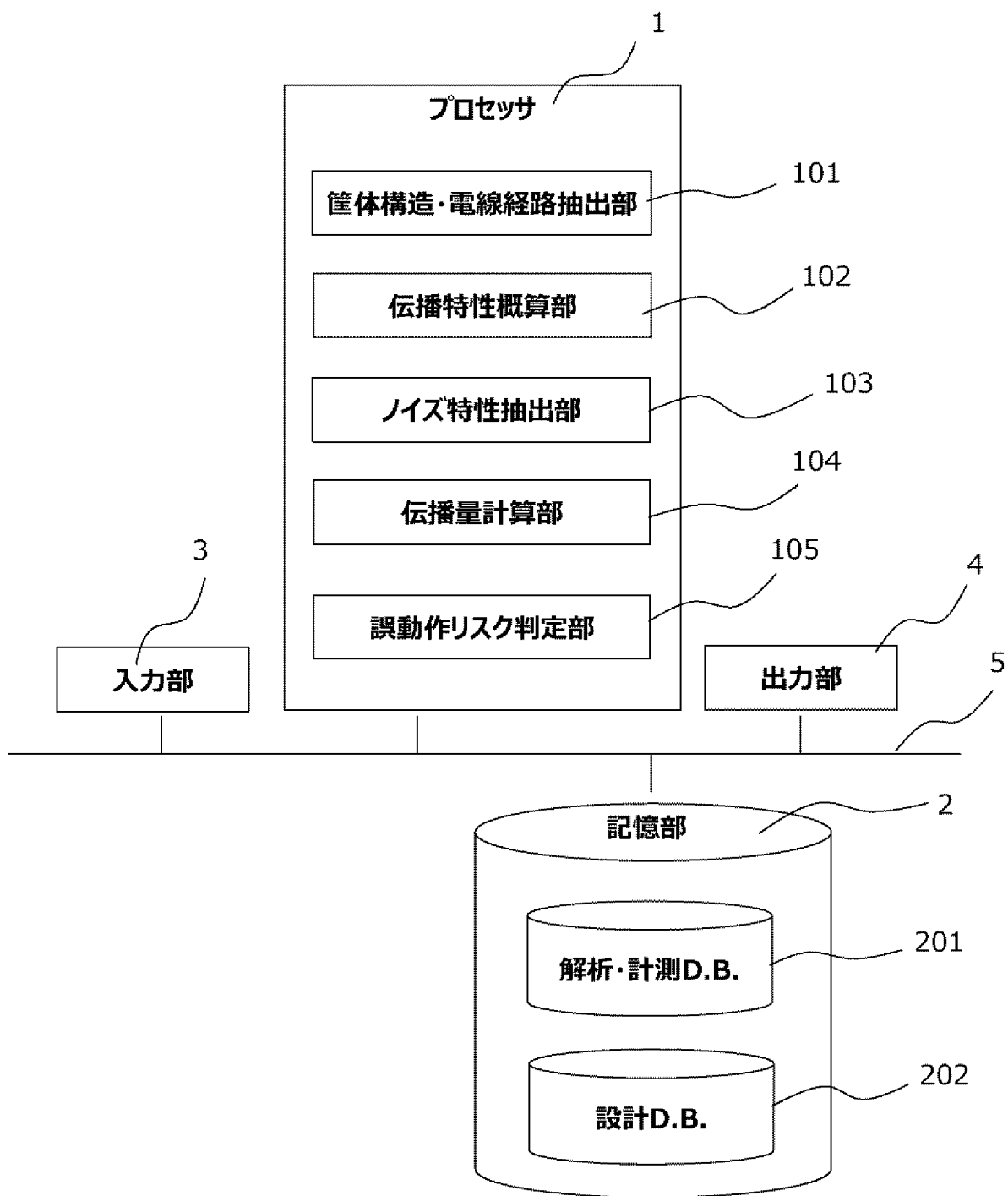
用いて、前記被害装置の誤動作リスクを判定する電磁ノイズ解析方法。

[請求項13] 請求項9において、
ノイズ特性抽出部が、ノイズの周波数特性をディファレンシャルモードからコモンモードに変換するステップを、さらに備える電磁ノイズ解析方法。

[請求項14] 請求項13において、
前記伝播量計算部は、前記被害装置上ノイズ確率分布データをコモンモードからディファレンシャルモードに変換して出力する電磁ノイズ解析方法。

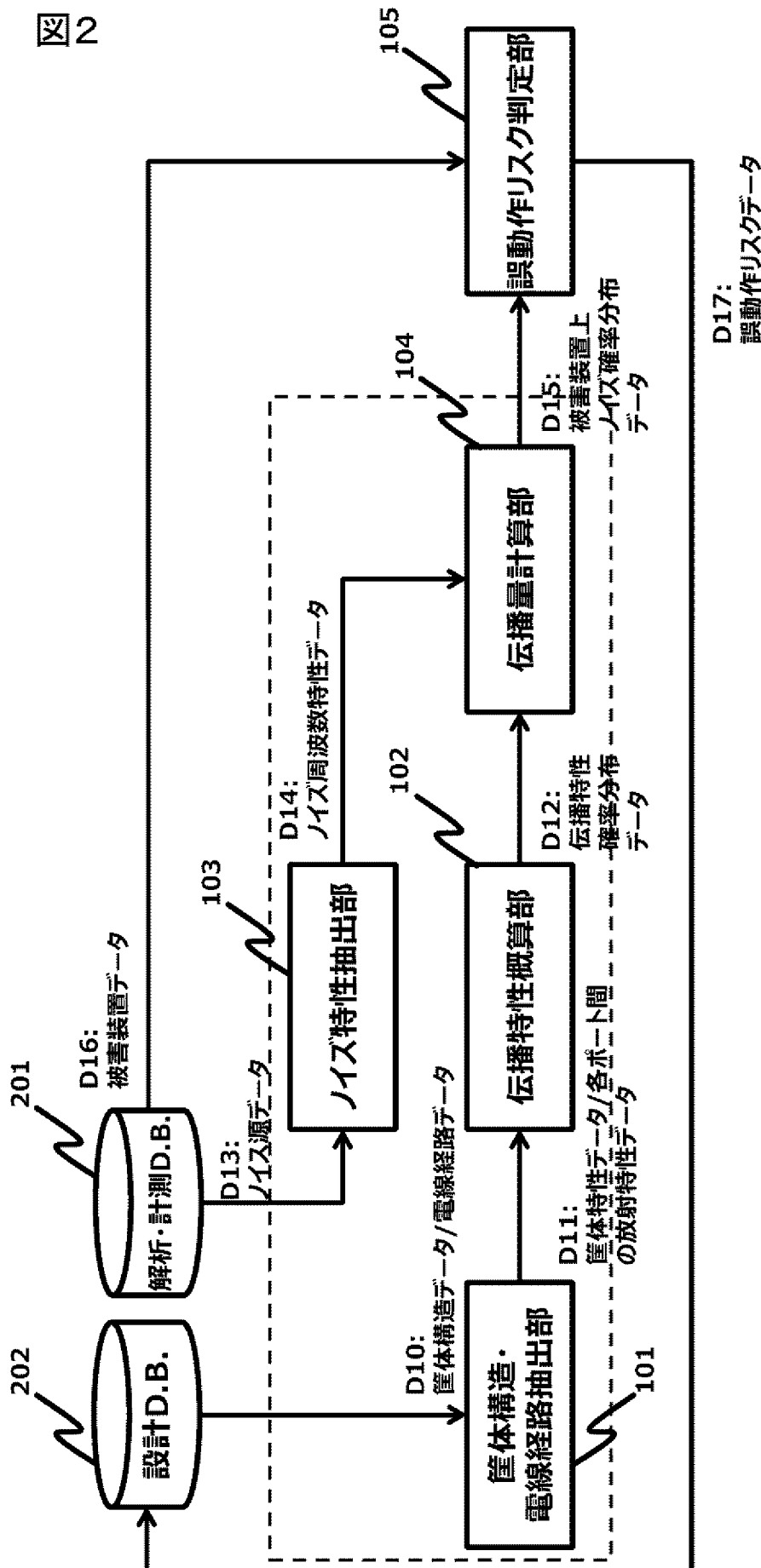
[図1]

図1



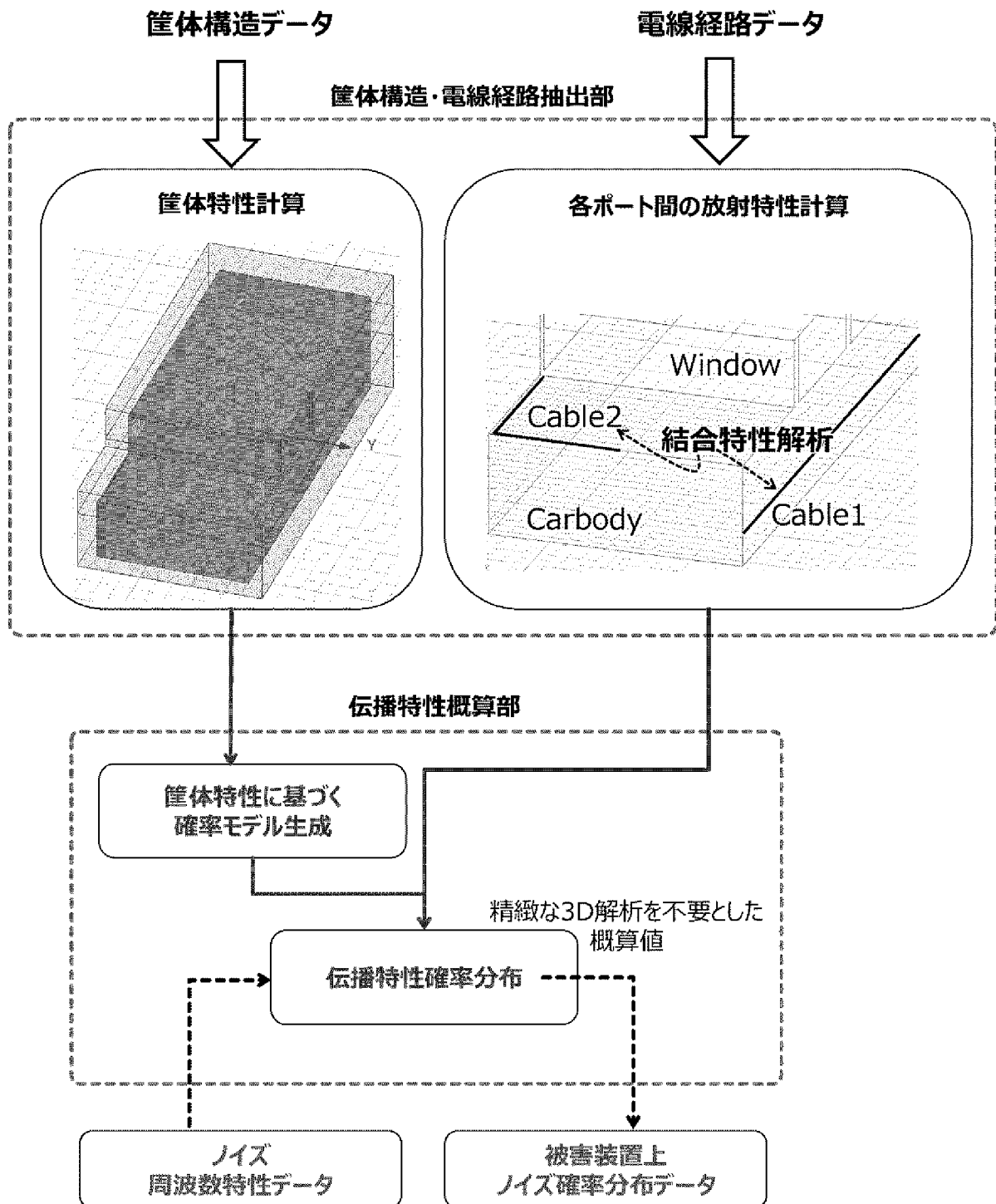
[図2]

図2



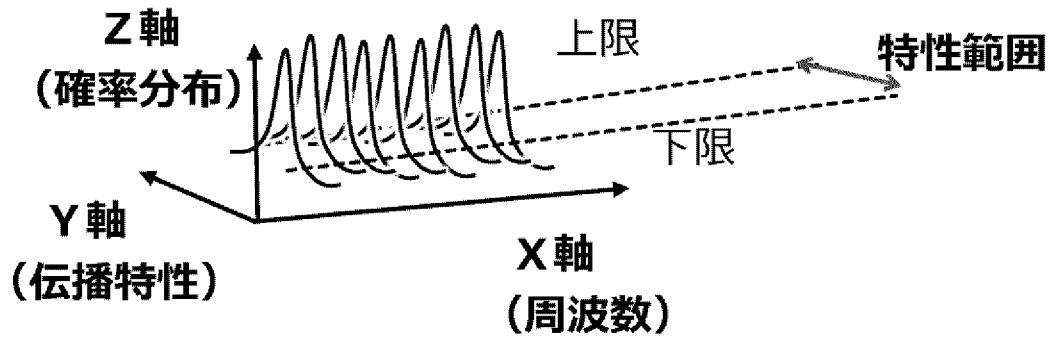
[図3]

図3



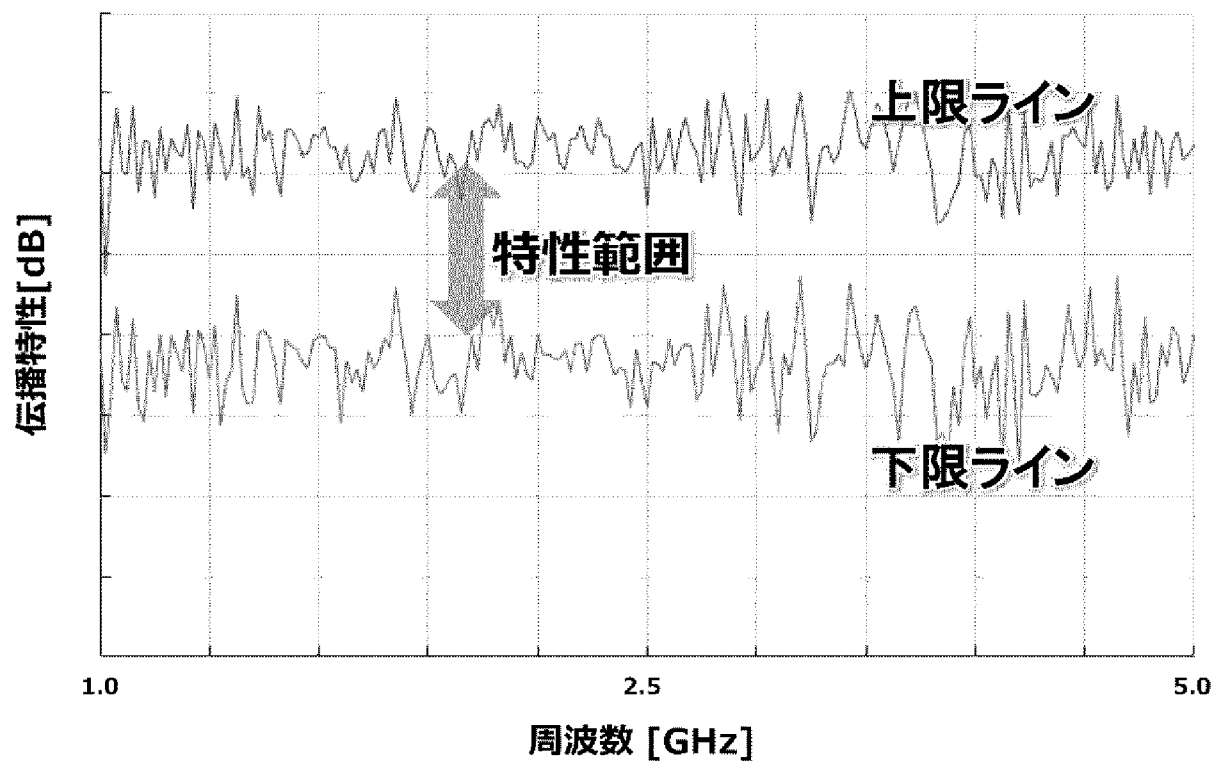
[図4]

図4



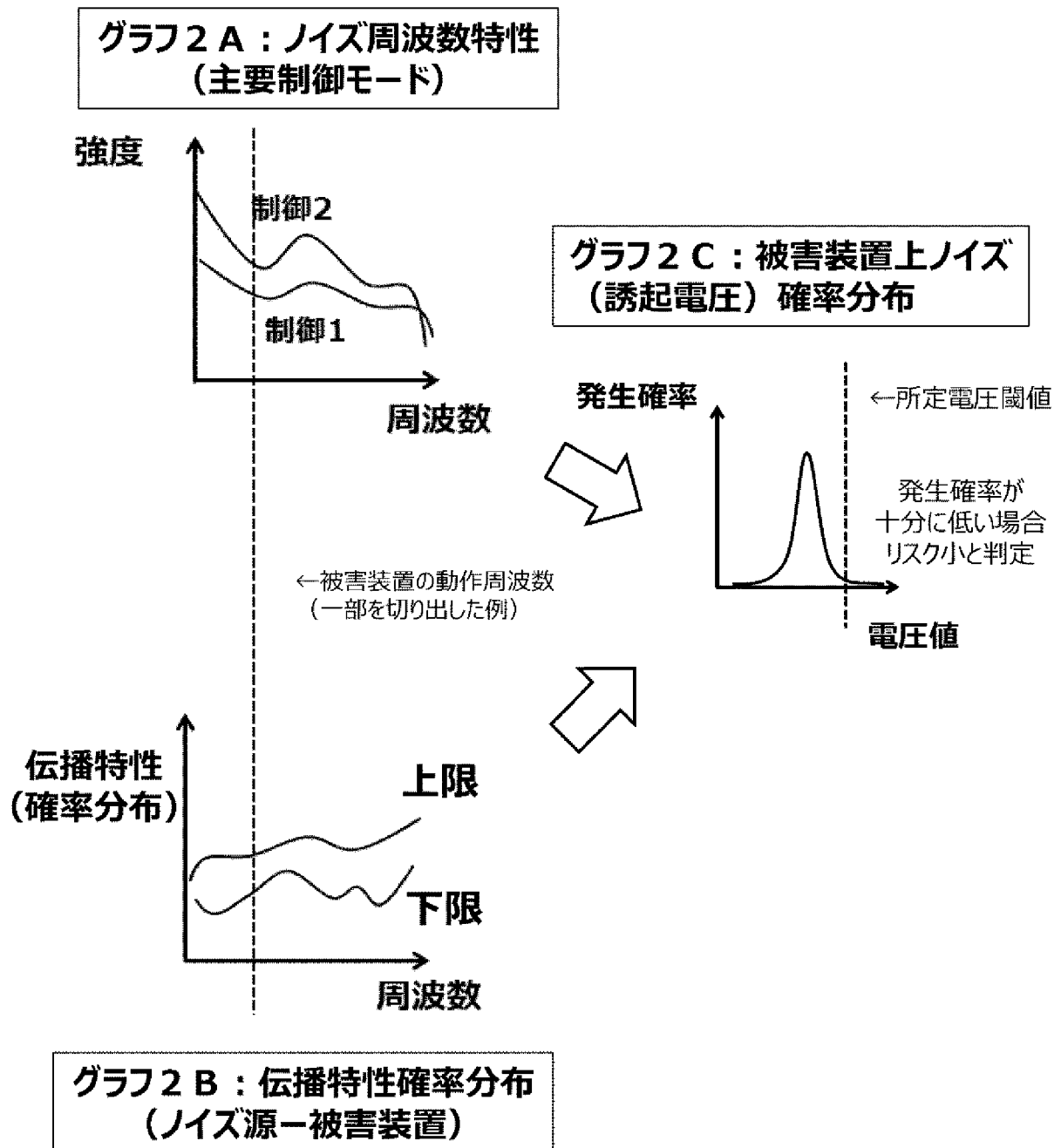
[図5]

図5



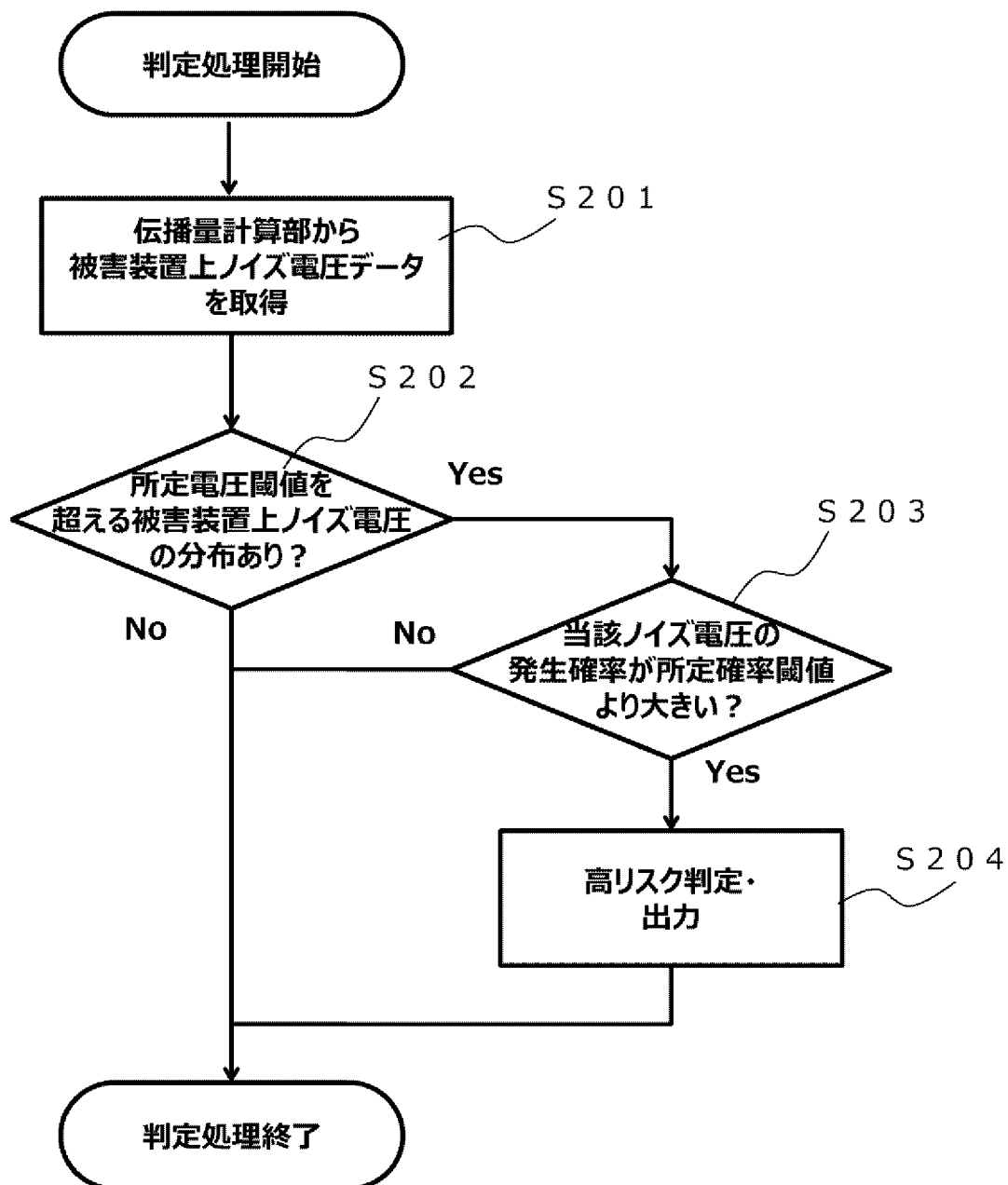
[図6]

図6



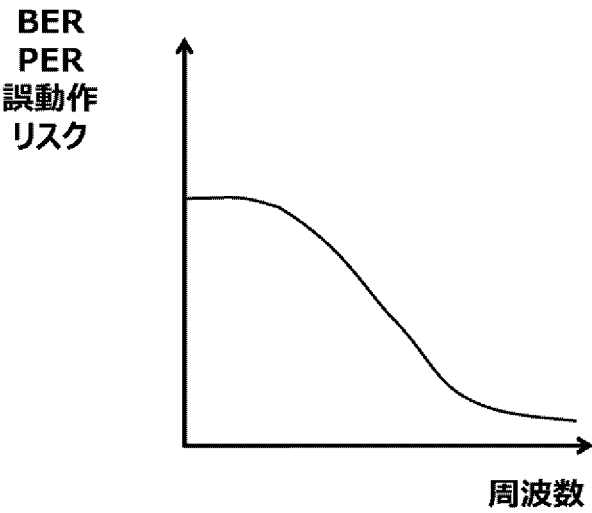
[図7]

図7



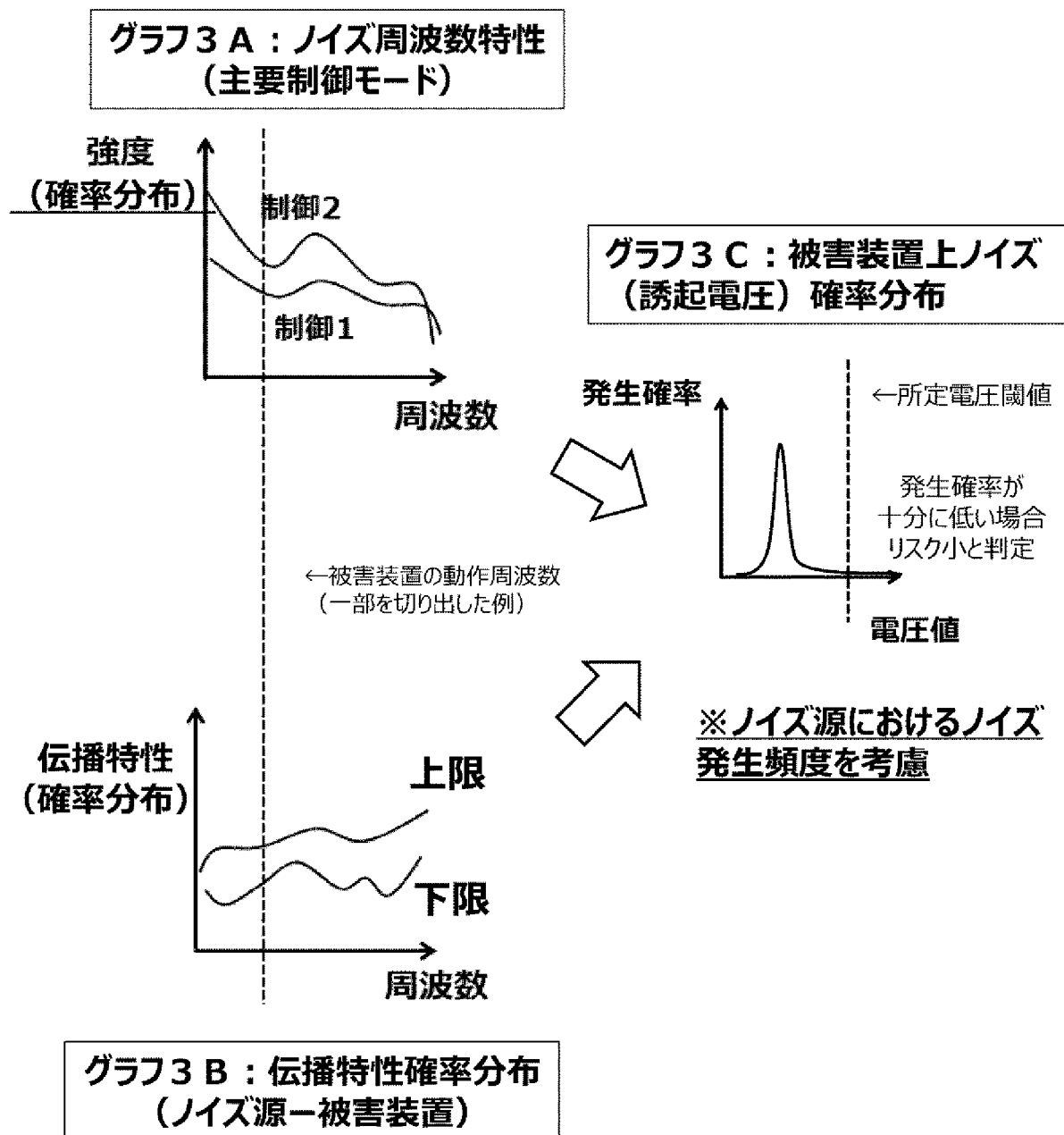
[図8]

図8



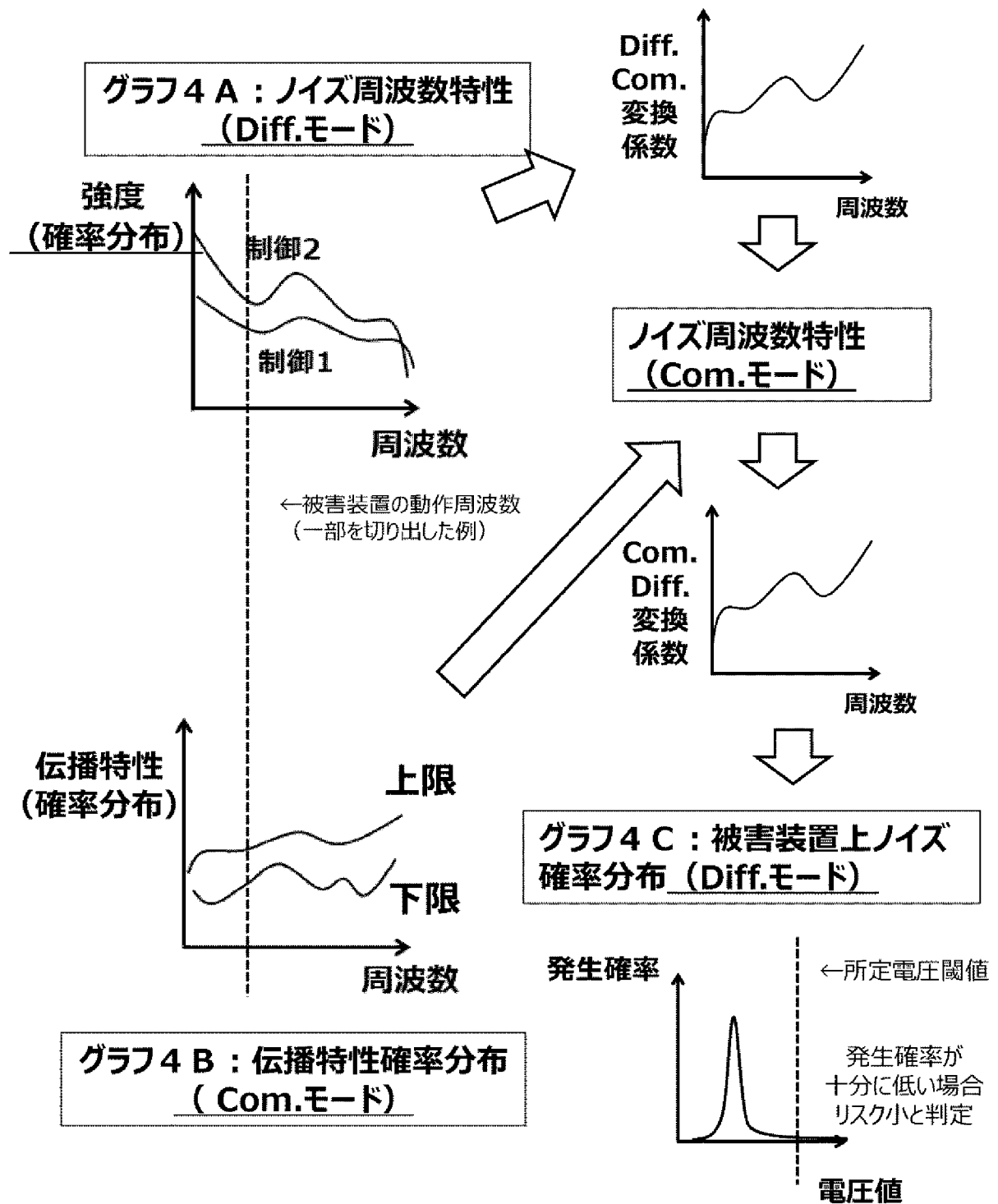
[図9]

図9



[図10]

図10



※ノイズ源におけるノイズ発生頻度を考慮

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2023/014092

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER*G06F 30/20*(2020.01)i; *G06F 119/10*(2020.01)n

FI: G06F30/20; G06F119/10

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)

G06F30/00-30/398; G01R29/08-29/14

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996

Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2023

Registered utility model specifications of Japan 1996-2023

Published registered utility model applications of Japan 1994-2023

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.
A	EP 0982594 A1 (BRITISH TELECOMMUNICATIONS PUBLIC LIMITED COMPANY) 01 March 2000 (2000-03-01) paragraphs [0019]-[0044]	1-14
A	JP 2013-186683 A (HITACHI, LIMITED) 19 September 2013 (2013-09-19) claims	1-14
A	JP 2010-146096 A (OKI ELECTRIC IND. COMPANY, LIMITED) 01 July 2010 (2010-07-01) abstract	1-14



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

06 June 2023

Date of mailing of the international search report

13 June 2023

Name and mailing address of the ISA/JP

Japan Patent Office (ISA/JP)

3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915

Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2023/014092

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
EP	0982594	A1	01 March 2000	US 6597184 B1 column 3, line 48 to column 7, line 14 WO 2000/011483 A1	
JP	2013-186683	A	19 September 2013	US 2014/0372092 A1 claims WO 2013/132948 A1	
JP	2010-146096	A	01 July 2010	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） G06F 30/20(2020.01)i; G06F 119/10(2020.01)n FI: G06F30/20; G06F119:10										
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）） G06F30/00-30/398; G01R29/08-29/14										
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 <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922 - 1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971 - 2023年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996 - 2023年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994 - 2023年</td> </tr> </table>			日本国実用新案公報	1922 - 1996年	日本国公開実用新案公報	1971 - 2023年	日本国実用新案登録公報	1996 - 2023年	日本国登録実用新案公報	1994 - 2023年
日本国実用新案公報	1922 - 1996年									
日本国公開実用新案公報	1971 - 2023年									
日本国実用新案登録公報	1996 - 2023年									
日本国登録実用新案公報	1994 - 2023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								
A	EP 0982594 A1 (BRITISH TELECOMMUNICATIONS PUBLIC LIMITED COMPANY) 01.03.2000 (2000 - 03 - 01) [0019] - [0044]	1-14								
A	JP 2013-186683 A (株式会社日立製作所) 19.09.2013 (2013 - 09 - 19) 特許請求の範囲	1-14								
A	JP 2010-146096 A (沖電気工業株式会社) 01.07.2010 (2010 - 07 - 01) 要約	1-14								
☐ 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。										
<table border="0"> <tr> <td> * 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 </td> <td> “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抵触するものではなく、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 </td> </tr> </table>			* 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抵触するものではなく、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						
* 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抵触するものではなく、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 06.06.2023		国際調査報告の発送日 13.06.2023								
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		権限のある職員（特許庁審査官） 松浦 功 5H 9181 電話番号 03-3581-1101 内線 3531								

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2023/014092

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
EP	0982594	A1	01.03.2000	US 6597184 B1 column 3, line 48 - column 7, line 14 WO 2000/011483 A1	
JP	2013-186683	A	19.09.2013	US 2014/0372092 A1 claims WO 2013/132948 A1	
JP	2010-146096	A	01.07.2010	(ファミリーなし)	