

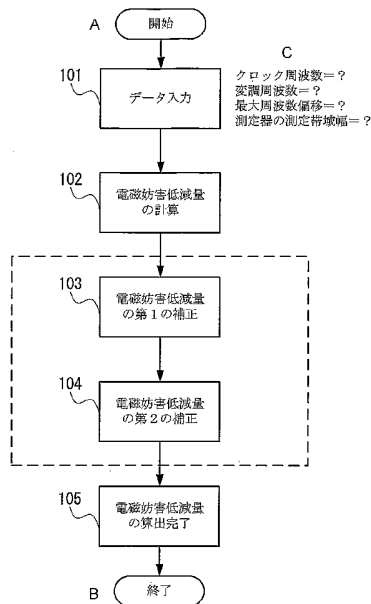


- (51) 国際特許分類:
G01R 29/08 (2006.01) G06F 1/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2005/015593
- (22) 国際出願日: 2005年8月22日 (22.08.2005)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願2004-240651 2004年8月20日 (20.08.2004) JP
- (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): 日本電気株式会社 (NEC CORPORATION) [JP/JP]; 〒1088001 東京都港区芝五丁目7番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 吉永 孝司 (YOSHINAGA, Takashi) [JP/JP]; 〒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: 松本 正夫 (MATSUMOTO, Masao); 〒1710021 東京都豊島区西池袋二丁目36番10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, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

[続葉有]

(54) Title: ELECTROMAGNETIC DISTURBANCE REDUCTION AMOUNT CALCULATION METHOD, ELECTROMAGNETIC DISTURBANCE REDUCTION AMOUNT CALCULATION DEVICE, CALCULATION PROGRAM, AND ELECTRONIC CIRCUIT

(54) 発明の名称: 電磁妨害低減量の計算方法、電磁妨害低減量計算装置、計算プログラム及び電子回路



A...START
101...INPUT DATA
102...CALCULATE ELECTROMAGNETIC DISTURBANCE REDUCTION AMOUNT
103...FIRST CORRECTION OF ELECTROMAGNETIC DISTURBANCE REDUCTION AMOUNT
104...SECOND CORRECTION OF ELECTROMAGNETIC DISTURBANCE REDUCTION AMOUNT
105...COMPLETE CALCULATION OF ELECTROMAGNETIC DISTURBANCE REDUCTION AMOUNT
C...CLOCK FREQUENCY = ?
MODULATION FREQUENCY = ?
MAXIMUM FREQUENCY DEVIATION = ?
MEASUREMENT BAND WIDTH OF MEASUREMENT DEVICE = ?
B...END

(57) Abstract: There is provided an electromagnetic disturbance reduction amount calculation method using spectrum spread as electromagnetic disturbance reduction means. When the center frequency of the measurement band width is changed so that the spectrum having the maximum amplitude among a plurality of spectra generated from a frequency spectrum of the electromagnetic disturbing signal by spectrum spread, the spectrum having the maximum amplitude is contained in the measurement band width, the amplitudes of all the spectra contained in the measurement band width are totaled and the maximum value of the amplitude total is divided by the amplitude of the electromagnetic disturbing signal, thereby calculating the electromagnetic disturbance reduction amount.

(57) 要約: 電磁妨害の低減手段であるスペクトラム拡散による電磁妨害低減量の計算方法であって、スペクトラム拡散により電磁妨害信号の周波数スペクトラムから生成された複数のスペクトラムのうち、振幅が最大となるスペクトラムが測定帯域幅内に含まれるように測定帯域幅の中心周波数を変化させた場合に、測定帯域幅内に含まれる全てのスペクトラムの振幅を合計し、振幅の合計の最大値を電磁妨害信号の振幅で除算することにより、電磁妨害低減量を算出することを特徴とする。



(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, 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 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各*PCT*ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

添付公開書類:

— 国際調査報告書

明細書

電磁妨害低減量の計算方法、電磁妨害低減量計算装置、計算プログラム及び電子回路

5

技術分野

本発明は、電磁妨害低減量の予測方法に関し、特に、電磁妨害低減量を測定する際に、測定機器の測定帯域幅の影響により必要となる電磁妨害低減量の測定による補正を不要とし、電磁妨害低減量を計算のみにより算出できる電磁妨害低減量の計算方法、電磁妨害低減量計算装置、計算プログラム及び電子回路に関する。

10

背景技術

電子機器の小型化に伴い、高密度実装された電子回路においては、伝送線路間の電磁結合の影響も無視することができなくなり、予期しない電子回路の誤動作の原因となる電磁妨害（EMI）が発生することがある。特に、デジタル回路で使用されるクロック波形で電磁妨害が発生しやすいことが知られている。

15

電磁妨害に関する規制では、電磁妨害の放出量に関する試験方法と許容値を規定しており、市場の製品については該当するEMI規格を満たす必要がある。

20

電磁妨害測定では、測定時の測定機器の測定帯域幅を規定しており、測定対象の周波数範囲として150kHzから30MHzでの測定においては測定帯域幅を9kHzとすることを、30MHzから1GHzでの測定においては測定帯域幅を120kHzとすることを、1GHzを超える周波数においては測定帯域幅を1MHzとすることを標準規格（国際無線障害特別委員会の「CISPR 22」規格およびこの国際規格に準じた「VCCI規格」）によって規定されている。

25

スペクトラム拡散クロック技術は、コンピュータ内部の処理動作タイミングを規定するクロック波形に、周波数変調などの技術により変調を加えることで周波数スペクトラムを広げ、それにより電力分散を発生させることで特定の周波数に

おける電磁妨害を低減させる技術である。電磁妨害の低減量は変調のためのパラメータを変更して制御を行う。

この方法では、周波数変調のためのパラメータを変更することで電磁妨害の低減量を制御するが、従来の設計方法では、電磁妨害低減効果は、装置完成後の電磁妨害の特性評価により行われていた。このため、目標とする効果が得られなかった場合には、設計変更を繰り返す必要があった。

また、電磁妨害低減量の測定の場合、測定機器の帯域幅が変調周波数よりも広い場合には、測定される電磁妨害低減量が測定機器の帯域幅に依存するという問題があり、測定機器の帯域幅によるレベル差を補正する必要があった。

このような状況の解決に類する方法の一例が、例えば特開 2 0 0 3 - 1 5 0 6 6 0 号公報（文献 1）に記載されている。

文献 1 に開示される方法では、与えられた周波数変調のためのパラメータの条件で、クロック信号を周波数変調した際の信号のスペクトル分布を算出して電磁妨害低減量の理論値を算出する。

文献 1 の方法の場合、測定機器の帯域幅が変調周波数よりも広い場合には、最初に、測定される電磁妨害低減量が測定機器の帯域幅に依存しない、測定機器の帯域幅が変調周波数よりも狭い場合の計算方法を用いて計算を行い、次に測定機器での測定を行ない、これにより得た測定値を用いて計算値を補正することにより、電磁妨害低減量の理論値を算出するというものである。

文献 1 の方法の場合、測定機器の帯域幅によるレベル差については、測定値と計算値の差分を求め、差分を用いて計算値を補正することにより、電磁妨害抑制効果を計算により推定することができる。

上述した従来の技術は、以下に述べるような問題点があった。

文献 1 の方法では、測定機器の帯域幅を考慮しなくても良い場合、すなわち測定機器の帯域幅が変調周波数よりも狭い場合には、計算式を用いて電磁妨害低減量を算出することができる。

しかしながら、測定機器の測定帯域幅を考慮しなければならない場合、つまりは測定機器の測定帯域幅が変調周波数より広い帯域幅となる場合においては、その際に必要となるレベル補正值は測定により求めていた。このため、測定帯域幅

が変調周波数より広い周波数幅となる場合には、レベル補正のために別途測定を必要とするという問題があった。

また、文献 1 の方法を含めた従来の方法の場合、理想的と仮定した測定機器の測定帯域幅の定義と、実測による現実的な測定帯域幅の定義が異なることが考慮
5 されていないために、計算誤差が発生するという問題がある。

すなわち、理想的と仮定した測定帯域幅の定義では、指定帯域内においては入力信号レベルに変化を与えず、指定帯域外においては入力信号を除去するというものである。つまり、測定機器の測定帯域幅内で理想的なフィルタ特性が実現されている場合には、計算値をそのまま使用することができる。

10 しかしながら、実際の測定機器では、その帯域内の中心周波数付近における入力信号には変化がないが、測定帯域内の端部周波数付近における入力信号に対する感度が低下してしまい、測定帯域の端部周波数における感度低下の影響を考慮する必要がある。

さらに、指定帯域外であっても入力信号は完全に除去されることなく、一定の
15 割合で測定機器に検出されてしまうこともあり、その影響による誤差の発生も無視できないという問題があった。

本発明の第 1 の目的は、上記従来技術の欠点を解決し、与えられた測定帯域幅を有する測定機器で測定される、スペクトラム拡散による電磁妨害低減量を計算する際に、測定機器の測定帯域幅が変調周波数よりも広い場合に必要としていた
20 測定による電磁妨害低減量の補正を不要とし、電磁妨害低減量を計算のみにより算出できる電磁妨害低減量の計算方法、電磁妨害低減量計算装置、計算プログラム及び電子回路を提供することにある。

本発明の第 2 の目的は、測定帯域幅内の端部周波数付近での測定機器の感度低下の影響を補正できる電磁妨害低減量の計算方法、電磁妨害低減量計算装置、計
25 算プログラム及び電子回路を提供することにある。

発明の開示

上記目的を達成するための本発明は、電磁妨害の低減手段であるスペクトラム

5 拡散による電磁妨害低減量の計算方法であって、前記スペクトラム拡散により電磁妨害信号の周波数スペクトラムから生成された複数のスペクトラムのうち、振幅が最大となるスペクトラムが測定帯域幅内に含まれるように前記測定帯域幅の中心周波数を変化させた場合に、前記測定帯域幅内に含まれる全てのスペクトラムの振幅を合計し、前記振幅の合計の最大値を前記電磁妨害信号の振幅で除算することにより、電磁妨害低減量を算出することを特徴とする。

また、請求項2の本発明は、前記測定帯域幅が前記スペクトラム拡散により設定される周波数の変動幅である変調周波数よりも広い場合に、前記スペクトラムの振幅の合計を行うことを特徴とする。

10 従来から行われている電磁妨害低減量の測定値の計算方法では、電磁妨害低減量の測定帯域幅がスペクトラム拡散により設定される周波数の変動幅である変調周波数よりも広い場合、前記スペクトラム拡散により電磁妨害信号の周波数スペクトラムから生成された複数のスペクトラムのうち、測定帯域幅内に含まれかつ振幅が最大となるスペクトラムの振幅を電磁妨害信号の振幅で除算して、電磁妨害低減量を算出していた。

15 この方法による計算では、振幅が最大となるスペクトラム以外のスペクトラムの影響は含まないで算出を行うために、信頼のできる電磁妨害低減量の計算値を計算することはできなかった。このため、この方法では、予めこの方法による計算値と同じ条件で測定した測定値との差分を調べておき、電磁妨害低減量を算出する際に、当該差分の結果を用いて計算値の補正をするというものであった。

20 従来の方法による計算値と測定値との差分の原因は、ひとつには従来方法では計算の対象となっていなかった、振幅が最大となるスペクトラム以外のスペクトラムの影響に加え、請求項2の本発明で述べている測定帯域幅の端部周波数での測定機器の感度低下の影響がある。このように、従来の方法による計算値と測定値との差分の原因は2つある。従来方法での計算値と測定値との差分には、振幅が最大となるスペクトラム以外のスペクトラムが及ぼす影響と測定帯域幅の端部周波数での測定機器の感度低下が及ぼす影響のいずれもが含まれる。

25 本発明の方法による計算は、従来の方法による測定値と次のように対応づけることができる。

最初に、前記測定帯域幅内に含まれる全てのスペクトラムの振幅を合計して、電磁妨害低減量を算出するが、これにより得られる値は、従来の方法で得られる電磁妨害低減量に、振幅が最大となるスペクトラム以外の振幅が与える影響による補正を行ったものである。

- 5 次に、前記算出された前記電磁妨害低減量に対して、測定帯域幅の端部周波数での測定機器の感度低下が及ぼす影響による第2の補正を行うことにより、従来方法での測定値を、計算のみにより算出することができる。

図面の簡単な説明

- 10 図1は、本発明の第1の実施例による電磁妨害低減量算出の流れを示すフローチャートである。

図2は、本発明の第1の実施例を説明するための包絡線表示での周波数スペクトラム波形の一例を示す図である。

- 15 図3は、本発明の第1の実施例を説明するための線スペクトラム表示での周波数スペクトラム波形の一例を示す図である。

図4は、本発明の第1の実施例を説明するためのフィルタの特性例を示す図である。

図5は、本発明の第1の実施例による電磁妨害低減量の計算値と測定値の比較を示す図である。

- 20 図6は、本発明の第1の実施例を説明するためのベッセル関数で得られる振幅を示す図である。

図7は、本発明の第1の実施例を説明するための測定機器のフィルタ特性例を示す図である。

- 25 図8は、本発明の第1の実施例による電磁妨害低減量計算装置でなされる処理を説明するためのフローチャートである。

図9は、本発明の第1の実施例による電磁妨害低減量計算装置の構成を示す図である。

図10は、本発明の第2の実施例による電子回路からのスペクトラム拡散信号

の携帯電話への干渉を示す図である。

発明を実施するための最良の形態

以下、本発明の好適な実施例について図面を参照して詳細に説明する。

5 図1は、本実施例による電磁妨害低減量算出の流れを示すフローチャートである。

図1を参照すると、本発明による電磁妨害低減量の算出は5つのステップより構成される。

10 最初に、データ入力を行う。ここでは、クロック周波数、変調周波数、最大周波数偏移及び測定機器の測定帯域幅が入力される（ステップ101）。

次に、電磁妨害低減量の概算を行う（ステップ102）。

このステップは従来技術により行う。

次の、電磁妨害低減量の第1の補正（ステップ103）、及び電磁妨害低減量（ステップ104）の第2の補正は本発明による計算である。

15 以上の結果を用いて、電磁妨害低減量の算出が完了する（ステップ105）。

以下、図1の各ステップについて詳細に説明する。

最初に、従来技術である電磁妨害低減量の概算処理を説明する。

20 搬送周波数が f (Hz)のサイン（正弦）波を変調周波数が f_m (Hz)のサイン波で、最大周波数偏移 Δf (Hz) = $f \times$ 変調度 p (%)で周波数変調した際の波形は式1で与えられることが知られている。

式1は例えば、細野俊夫他 「周波数解析・変調と雑音の理論」 p 168 - 178 光琳書院（1964）、又は、谷村功 「無線通信工学」 p 46 - 49 コロナ社（1960）に記載されている。

$$\begin{aligned}
 a = A \{ & J_0 \left(\frac{\Delta f}{f_m} \right) \sin(2\pi f t + \theta_0) \\
 & + J_1 \left(\frac{\Delta f}{f_m} \right) \sin \{ 2\pi (f + f_m) t + \theta_0 \} - J_1 \left(\frac{\Delta f}{f_m} \right) \sin \{ 2\pi (f - f_m) t + \theta_0 \} \\
 & + J_2 \left(\frac{\Delta f}{f_m} \right) \sin \{ 2\pi (f + 2f_m) t + \theta_0 \} - J_2 \left(\frac{\Delta f}{f_m} \right) \sin \{ 2\pi (f - 2f_m) t + \theta_0 \} \\
 & + J_3 \left(\frac{\Delta f}{f_m} \right) \sin \{ 2\pi (f + 3f_m) t + \theta_0 \} - J_3 \left(\frac{\Delta f}{f_m} \right) \sin \{ 2\pi (f - 3f_m) t + \theta_0 \} \\
 & + \dots \}
 \end{aligned}
 \quad \dots \text{式 (1)}$$

ここに、 $J_n(x)$ はベッセル関数を示し、 θ_0 は角周波数の初期値を、 A はクロック波形の振幅を、 t は時間を、 n はベッセル関数の次数を示す。

$J_n(\Delta f/f_m)$ の項はそれぞれのスペクトラムの振幅を表し、 $\sin\{2\pi(f + n f_m)t\}$ の項はそれぞれのスペクトラムの時間変化を表す。

つまり、式 1 は、異なる振幅と周波数を有する信号の集合体である。この集合体の中で、最も振幅の大きい「項」に対応した信号成分を選択すれば、電磁妨害低減量が最も小さいことになる。電磁妨害低減量の評価は、最も振幅の大きい「項」に対応した電磁妨害低減量（最悪値）の測定により行われている。

図 2 は、本実施例を説明するための包絡線表示での周波数スペクトラム波形の一例を示す図である。

図 2 を参照すると、変調前のスペクトラム 4 1 は幅が狭く、周波数帯域が狭いことがわかる。変調前のスペクトラム 4 1 は、スペクトラム拡散クロック技術を適用する前のスペクトラムに対応する。図の低減量は変調前の振幅を 0 dB（デシベル）として表示してある。

しかし、変調後のスペクトラム 4 2 は、周波数変調することにより周波数帯域が広がり示すと共に、電磁妨害も低減されたスペクトラムとなっている。

図 2 では、変調による電磁妨害低減は最小で約 12 dB と読みとることができる。

スペクトラム拡散クロック技術は、このような周波数変調を用いた電磁妨害レベル低減の技術であり、変調にはサイン波以外の波形を用いることもある。サイン波以外の波形を用いた場合の周波数スペクトラム成分は、図 2 とは異なるが、概ね、同様のスペクトラムとなることから、サイン波以外の各種の変調において

も数 1 の式を用いれば概算することができる。

以上に、従来技術による電磁妨害低減量の概算計算処理について説明した。

次に、本実施例による電磁妨害低減量の計算方法について説明する。

図 1 で説明したように、本発明の電磁妨害低減量の計算方法は、電磁妨害低減
5 量の第 1 の補正及び電磁妨害低減量の第 2 の補正で構成される。

最初に、電磁妨害低減量の第 1 の補正を説明する。

図 3 は、本実施例を説明するための線スペクトラム表示での周波数スペクトラ
ム波形の一例を示す図である。

図 3 で、スペクトラム群 20 のそれぞれの時間変化と振幅は、上記の説明のよ
うに式 1 を構成する、 $\sin\{2\pi(f+nf_m)t\}$ 、 $J_n(\Delta f/f_m)$ で算出できるので、各
10 線スペクトラムの時間変化と振幅は容易に算出することができる。

つまり、最大周波数偏移 Δf と変調周波数 f_m がわかり、ベッセル関数の次数
を特定できれば、ベッセル関数を用いて振幅を算出することができる。また、時
間変化については、 $\sin\{2\pi(f+nf_m)t\}$ の $2\pi(f+nf_m)t$ によって算出すること
15 ができる。

このような計算は、帯域フィルタ 22 の帯域幅が変調周波数 21 よりも狭い場
合には、測定機器で検出されるスペクトラムは 1 本のみのスペクトラムとなるた
め、問題なく実行できる。

しかしながら、帯域フィルタ 22 の帯域幅が変調周波数 21 よりも広い場合に
20 は、測定機器の帯域フィルタ 22 を複数のスペクトラムが通過して測定機器に入
力されることになる。この場合には、全てのスペクトラムの振幅をベクトル合算
した値が真の測定値となる。

このように、測定機器の帯域フィルタ 22 を複数のスペクトラムが通過して測
定機器に入力する場合に、複数のスペクトラムの測定値への影響を考慮して補正
25 を行うのが、本発明による電磁妨害低減量の第 1 の補正である。

以下、電磁妨害低減量の第 1 の補正について説明する。

最初に、電磁妨害低減が最小となる、つまりは、振幅 $J_n(\Delta f/f_m)$ が最大と
なるスペクトラムを選択する。

ここで、測定機器の測定帯域幅が変調周波数より狭い帯域幅となる場合は計算

対象のスペクトラムは1本となるので、この振幅の絶対値（＜1）がそのまま低減率となり、補正をする必要はない。ここで、変調をかける前の振幅を1としている。

次に、測定機器の測定帯域幅（RBW）が変調周波数より広い帯域幅となる場合は
5 計算対象のスペクトラムは複数となる。このため、従来技術により、振幅 $J_n(\Delta f/f_m)$ が最大となるスペクトラムのみを1本選択する算出方法に対しては、補正が必要となる。

具体的には、測定帯域幅（RBW）内で隣接する複数のスペクトラムの振幅 $J_n(\Delta f/f_m)$ をすべて加算し、その結果がもっとも大きくなる値の絶対値から算出される値を電磁妨害低減量とするというものである。
10

すなわち、電磁妨害低減量の第1の補正によれば、一般に行われているスペクトラム1本の場合よりもレベル低減率は目減りして測定されることになり、この目減りは、補正によるものということになる。

また、この時の周波数は選択した n から容易に決定され、周波数は $(f + nf_m)$ 及び $(f - nf_m)$ の両方から計算することができる。
15

このときの計算対象のスペクトラム本数 S_n は、式2で与えられる。例えば、RBW=100 kHzであれば、 $f_m=100\text{kHz}$ のときには、測定帯域幅の帯域の両端にスペクトラムが位置し、2本のスペクトラムが対象となる。

また、 $f_m=50\text{kHz}$ であれば、測定帯域幅の両端と中心にスペクトラムが位置することになり、全部で3本のスペクトラムが対象になる。
20

$$S_n = \text{Int}\left(\frac{\text{RBW}}{f_m}\right) + 1 \quad \dots \text{式 (2)}$$

ここに、 $\text{Int}(x)$ は x の切り捨て整数化を意味するものとし、RBWは測定機器の測定帯域幅を示している。

次に、図1に示した電磁妨害低減量の第2の補正についてその方法を説明する。
25 この補正は、測定機器のフィルタ特性の理想特性からのずれに起因するスペクトラムの感度低下に対する補正である。

図4は、本実施例を説明するためのフィルタの特性例を示す図である。

図4を参照すると、矩形の振幅で表される理想のフィルタ特性31に対して、現実のフィルタ特性32は矩形からずれた曲線からなり、結果として、周波数帯域制限をもつものとなる。現実のフィルタ特性32は、電磁妨害低減量の測定機器であるスペクトラムアナライザで見られる。

5 具体例であるが、代表的なスペクトラムアナライザでは、中心周波数の感度に対して、-3dBの感度低下33が発生するフィルタ帯域34を測定帯域幅として定義している。

図4を参照すると、理想的なフィルタ特性31を用いた計算では、4本のスペクトラムが振幅に影響を受けることなく通過できるのに対し、現実のフィルタ形状32を考慮した計算では、4本のスペクトラムのうち、フィルタの端部に近い2本のスペクトラムに関しては振幅に制限を受けることがわかる。

このような制限を考慮することが第2の補正である。

つまり、従来方法である式1を用いて求められたスペクトラムの振幅を求めた後、フィルタの端部にあたるスペクトラムにはそれぞれ、相応の感度低下に起因する補正を与えて計算を行うことが、電磁妨害低減量の第2の補正である。

次に、本発明の高調波への適用例について説明する。

上述した説明では、時間変化がサイン（正弦）波の電磁妨害信号を、サイン波で変調した場合について述べた。一方、スペクトラム拡散クロック技術による変調では、電磁妨害信号はクロック波、つまり矩形波を変調することになる。

20 矩形波は、基本波となるサイン波とその高次高調波の合成波であり、電磁妨害低減はその高調波においても重要であり、矩形波に含まれる高調波での電磁妨害低減計算が必要となる。

高調波を考える場合も基本的にはサイン波と同様の扱いができ、N次高調波の変調にかかる変数を下記のように扱うことによって同様の計算が可能となる。

25 クロックの基本波となるサイン波のN次高調波の計算を行う場合に、搬送波として計算に用いる搬送周波数 f_N は、クロック周波数（＝搬送周波数） f を用いて、次のように表される。

$$f_N = Nf \text{ (Hz)} \quad \cdots \text{式 (3)}$$

N次高調波の計算を行う場合に、変調周波数として計算に用いる変調周波数 f_{mN} は、クロック周波数に対する変調周波数 f_m をそのまま用いて、次のように表される。

$$f_{mN} = f_m \text{ (Hz)} \quad \dots \text{式 (4)}$$

5

N次高調波の計算を行う場合、最大周波数偏移として計算に用いる最大周波数偏移 Δf_N は、クロック周波数の最大周波数偏移 Δf を用いて、次のように表される。

$$\Delta f_N = N \Delta f \text{ (Hz)} \quad \dots \text{式 (5)}$$

10

N次高調波とした場合に、ここで扱うスペクトラム本数 S_{nN} は、クロック周波数に対する変調周波数 f_m と測定機器の測定帯域幅を用いて、次のように表される。つまり、式2と同じ式を用いることになる。

$$S_{nN} = \text{Int} \left(\frac{\text{RBW}}{f_m} \right) + 1 \quad \dots \text{式 (6)}$$

15 次に、図1のフローチャートを参照して、高調波への適用例を詳細に説明する。なお、図1のフローチャートに対応する説明については、文末括弧内に図1のステップ番号を示した。また、図1による計算結果の測定結果との比較についても説明する。

20 最初に、クロック周波数（搬送周波数）、変調周波数、最大周波数偏移（＝クロック周波数×変調度（％）／100）、測定器の測定帯域幅を入力する（ステップ101）。

次に、電磁妨害低減量の概算を計算する。入力した数値に式1を適用して、ベッセル関数で与えられる振幅を計算する。そこで、最大値を示す振幅の絶対値を探索し、振幅の最大値を与えるベッセル関数 $J_n(\Delta f / f_m)$ の次数 n を $n_{\max}$ としておく（ステップ102）。

25

次に、式2を用いて測定機器の帯域幅と変調周波数を比較し、測定機器の測定帯域幅内に入るスペクトラムの本数を計算する。

ここで算出されるスペクトラムの本数により、ベッセル関数の次数 $n_{\max}$ の周辺次数、例えば $n_{\max} - 1$ や $n_{\max} - 2$ 、 $\dots$ 、又は $n_{\max} + 1$ 、 $n_{\max} + 2$ 、 $\dots$ などから、隣接するスペクトラム群の組み合わせとして、その振幅の係数の総和が最大になる組み合わせを選別する。

- 5 具体的には、式 2 で得られる本数が 2 本ならば、 $n_{\max}$ の次数で与えられるベッセル関数の絶対値と $n_{\max} - 1$ との絶対値の総和、又は $n_{\max}$ の次数で与えられるベッセル関数の絶対値と、 $n_{\max} + 1$ との絶対値の総和である 2 組の組み合わせから、総和のより大きい 1 つの組み合わせを選ぶ。

10 このようにして得られた総和が、電磁妨害低減量の第 1 の補正に対応する（ステップ 103）。

次に、このようにして得られた結果と測定値の比較について説明する。

図 5 は、本実施例による電磁妨害低減量の計算値と測定値の比較を示す図である。

15 図では、搬送周波数を 50MHz とし、変調度を 1.25% とし、変調周波数を横軸変数とした場合の電磁妨害低減効果測定値をプロットしている。測定は、RBW=3kHz の場合（●印で示す）と RBW=100kHz（■印で示す）の場合の 2 種類について行った。

20 次に、「補正なし」の計算結果（△印で示す）は、図 1 のステップ 102 で述べた従来技術による電磁妨害低減量の概算で得られる結果であり、RBW=3kHz の測定値と一致していることがわかる。この結果は、測定帯域幅が、変調周波数 f_m よりも狭い場合においては、補正が不要であることを表している。

次に、RBW=100kHz の測定結果を見ると、変調周波数 f_m が測定帯域幅より狭くなる範囲で大きな偏差を生じていることが示され、この部分が補正を必要とすることがわかる。

25 そこで、本実施例による電磁妨害低減量の第 1 の補正を行う（◇印で示す）と、変調周波数が 60kHz となるまではほぼ計算結果と合致することがわかる。しかしながら、60kHz 以上ではまた測定値との乖離がみられる。

そこで、本実施例による電磁妨害低減量の第 2 の補正（○印で示す）を行う。補正後は測定値との一致が見られ、電磁妨害低減量の第 1 の補正で見られた乖離の原因はフィルタ帯域幅 34 の端部における感度低下が原因であったことがわか

る。

このように、本実施例による電磁妨害低減量の第1の補正と電磁妨害低減量の第2の補正を組み合わせることにより、測定帯域幅が変調周波数よりも広い場合においても、計算により正確に電磁妨害低減量を見積もることができる。

5 次、本実施例による計算処理の簡略化を行う方法について説明する。

ベッセル関数 $J_n(\Delta f/f_m)$ が振幅を表し、その振幅が電磁妨害低減レベルに関与すること及びその振幅を最大とする次数 n を検索することなどを説明したが、この最大値をより簡便に探索する方法について説明する。

10 図6は、本実施例を説明するためのベッセル関数で得られる振幅を示す図である。なお、図の横軸はベッセル関数の n 値である。

図6を参照すると、ベッセル関数 $J_n(\Delta f/f_m)$ では $n = \Delta f/f_m$ の付近で零（ゼロ）への収束が起こる。このようなベッセル関数の特性に基づき、最初に $n = \Delta f/f_m$ の付近を探索する。

また、この $n = \Delta f/f_m$ の付近でベッセル関数は最大値となる。

15 以上から、簡便に振幅の最大値を求める方法として $n = \Delta f/f_m$ をまず計算し、次に式2で得られる S_n を考慮し、 $n = \Delta f/f_m - S_n$ から $n = \Delta f/f_m + S_n$ の範囲で振幅を計算すればよいことが導かれる。

20 上記の簡便に最大値を探索する方法では、 $n = \Delta f/f_m - S_n$ から $n = \Delta f/f_m + S_n$ 迄のベッセル関数の次数の中に、振幅最大となる次数を見出すことができる。また、この範囲の次数の中で、測定帯域幅に含まれる本数に該当するスペクトラム振幅の最大の組み合わせを、容易に見出すことができる。

N次の高調波においては、 $n = \Delta f_N/f_m - N S_n$ から $n = \Delta f_N/f_m + N S_n$ 迄を求めればよい。

このようにすることにより、最大値の探索を大いに簡略化できることになる。

25 上記の実施例では、与えられたパラメータから電磁妨害低減量を計算する例を示してきたが、変調周波数、変調度などの各パラメータの組み合わせによる電磁妨害の低減量が測定によらず計算だけで実現できることを利用し、最適なパラメータの組み合わせを理論的に導くことができ、電子回路を設計する時点で、スペクトラム拡散のパラメータを設定するための設計手段としても利用することがで

きる。

次に、本実施例による具体的な動作例について、図を用いて説明する。

下記の条件例の場合について、計算例を示す。

5 〔条件例〕

 クロック周波数：50MHz

 変調周波数：100kHz

 変調度：1%

 測定機器であるスペクトラムアナライザの測定帯域幅（RBW）：100kHz

10 以上の条件例について、基本波、2次高調波での電磁妨害低減量を求める。なお、図1を参照し、図のフローチャートに対応する説明については、文末括弧内に図1のステップ番号を示した。

 最初に、図1の電磁妨害低減量の概算を行う（ステップ102）。

 最大の電磁妨害低減量を示す $J_n(\Delta f/f_m)$ を算出すると、 $n=4$ の時（周波数では、49.6MHz、50.4MHz）に係数の絶対値が0.391となり、最大を示す。つまり、50MHz
15 付近において、もっとも電磁妨害低減が少ない周波数でのレベル低減値は変調前の0.391倍であることになる。

 次に、電磁妨害低減量の第1の補正を行う（ステップ103）。式2により、
20 測定器のRBWで一度に捉えられるスペクトラム本数 S_n は2本であることを算出で
 きる。

 ここでは、本実施例による計算処理の簡略化を行う方法を用いる。

 そこで、 $n=4$ の付近の $J_{4-1}(\Delta f/f_m)$ と $J_{4+1}(\Delta f/f_m)$ で表される係数を
 それぞれ求めると、それぞれ0.365、0.261となる。

 この結果から、測定器のRBWによる影響を考慮した振幅の最大値は、最初に得ら
25 れた0.391と、それに隣接する0.365の係数を持つスペクトラム（49.6MHzと49.7
 MHz）の組み合わせにより得られることがわかる。

 次に、電磁妨害低減量の第2の補正を行う（ステップ104）。第2の補正では、測定機器の検出感度低下の影響を補正する。

 図7は、本実施例を説明するための測定機器のフィルタ特性例を示す図である。

図 7 を参照すると、測定機器の検出感度は中心周波数で最も高く、中心周波数からずれると低下することがわかる。

以下に述べる電磁妨害低減量の第 2 の補正は、図 7 を用いて行った。

5 振幅の最大値の計算に用いられるスペクトラムは、測定帯域幅の両端に位置することになるので、測定器の感度低下を図 7 から求め、それぞれ -3 dB の補正を行う。

その結果、 0.391 と 0.365 はそれぞれ 0.277 と 0.258 となり、その合算値は 0.535 となり、電磁妨害低減は変調前のレベルの 0.535 倍であることが求められる。

次に、周波数 100 MHz の 2 次高調波での電磁妨害低減量であるが、式 3、式 4、
10 式 5、式 6 の各式により設定パラメータをクロック周波数の 2 次高調波に対応したパラメータに置き換え、上記と同様の計算を行う。その結果、第 1 の補正の段階で扱うそれぞれの計数が 0.318 と 0.291 となり、また第 2 の補正を行った後の総和が 0.431 と求められ、2 次高調波においては 0.431 倍に電磁妨害が低減することを計算により求めることができる。

15 以上述べたように本実施例の方法は、電磁妨害の低減手段であるスペクトラム拡散による電磁妨害低減量の計算方法であって、スペクトラム拡散により電磁妨害信号の周波数スペクトラムから生成された複数のスペクトラムのうち、振幅が最大となるスペクトラムが測定帯域幅内に含まれるように測定帯域幅の中心周波数を変化させた場合に、測定帯域幅内に含まれる全てのスペクトラムの振幅を合
20 計し、前記振幅の合計の最大値を電磁妨害信号の振幅で除算することにより、電磁妨害低減量を算出することができる。

次に、本発明の方法を提供する電磁妨害低減量計算装置について説明する。

図 8 は、本実施例による電磁妨害低減量計算装置でなされる処理を説明するためのフローチャートである。なお、図でフローチャート右側の枠内は、各ステップ
25 プに対応する説明の概略である。

図 8 を参照すると、最初に入力手段により数値データの入力を行う (ステップ 801)。

計算に必要なパラメータとして、クロック周波数 f 、変調周波数 f_m 、最大周波数偏移 Δf 、測定器の測定帯域幅 RBW を、キーボードなどの入力装置から入力す

る。なお、最大周波数偏移をクロック周波数に与えられる変調度（％）から求めなければならない場合は、変調度を入力し、 $\Delta f = f \times (\text{変調度} / 100)$ から最大周波数偏移を求めることもできる。

次に、振幅が最大となるベッセル関数の仮次数を $n = \Delta f / f_m$ の関係を用いて算出する（ステップ 802）。

ここで、ベッセル関数の仮次数とは n を指す。前述したように、仮次数 n の付近の次数で、ベッセル関数は振幅が最大となる。

次に、振幅が最大となるベッセル関数の次数を $n = \Delta f / f_m - S_n$ から $n = \Delta f / f_m + S_n$ の次数について行い、振幅が最大となる次数を決定する（ステップ 803）。

次に、振幅を最大とする次数 n に対応する振幅と n の前後に対応する次数の振幅を加え、振幅の和が最大となる組み合わせを決定し、次数 n の振幅を補正するための第 1 の補正値を算出する（ステップ 804）。

次に、測定帯域幅端部での第 2 の補正値を算出する（ステップ 805）。

次に、第 1 の補正値と第 2 の補正値を加え、振幅を算出する（ステップ 806）。

次に、このようにして計算した振幅を用いて電磁妨害低減量を算出し、表示する（ステップ 807）。

以上の処理により、データを入力すると電磁妨害低減量を算出することができる。

図 9 は、本実施例による電磁妨害低減量計算装置の構成を示す図である。

本実施例による電磁妨害低減量計算装置は入力部 110 と、演算処理部 120 と、記憶部 130 及び出力部 140 で構成される。

入力部 110 では、スペクトラム拡散の設定パラメータを入力する。クロック波形の電磁妨害低減量を計算する場合には、クロック周波数、変調周波数、最大周波数偏移及び測定帯域幅を入力する。

演算処理部 120 では、スペクトラム拡散による電磁妨害低減量を算出する。

ここでは、最初に、振幅が最大となるベッセル関数の仮次数の算出、振幅が最大となるベッセル関数の次数の算出を行うことができる。

次に、スペクトラムが複数の場合に対する補正値の算出、測定帯域幅端部での補正値の算出を行うことができる。

また、演算処理部 120 では、振幅を算出し、電磁妨害低減量を算出することができる。

記憶部 130 は、演算処理部 120 で行う計算に必要なデータを格納することができる。

5 また、出力部 140 は、演算処理部 120 で算出された電磁妨害低減量を出力することができる。

10 以上説明した実施例によれば、与えられた測定帯域幅を有する測定機器で測定される、スペクトラム拡散による電磁妨害低減量を計算する際に、測定による補正を必要とした電磁妨害低減量の測定帯域幅が変調周波数よりも広い場合に、測定帯域幅内に含まれる全てのスペクトラムの振幅を加算した和の最大値から電磁妨害低減量を算出することにより、測定帯域幅の影響により必要としていた電磁妨害レベル補正が不要になると共に、電磁妨害低減量を計算のみにより算出することが可能となる。

15 本発明の電磁妨害低減量計算装置は、その動作をハードウェア的に実現することは勿論として、上記した各計算を実行する計算プログラム（アプリケーション）200 をコンピュータ装置である電磁妨害低減量計算装置で実行することにより、ソフトウェア的に実現することができる。この計算プログラム 200 は、磁気ディスク、半導体メモリその他の記録媒体に格納され、その記録媒体から電磁妨害低減量計算装置にロードされ、その動作を実行することにより、上述した各数値
20 情報を算出する。

（実施例 2）

次に、本発明の第 2 の実施例について図面を用いて説明する。

25 本実施例では、第 1 の実施例による計算方法に基づき、電磁妨害低減量を最大とする電子回路例について説明する。

第 1 の実施例で述べた計算方法を用いて、クロック周波数、最大周波数偏移及び測定帯域幅を一定とした場合の、電磁妨害低減量を最大とする変調周波数を算出し、クロック周波数、最大周波数偏移及び測定帯域幅並びに変調周波数のそれ

ぞれの値を用いて電子回路のスペクトラム拡散を設定することもできる。

図5を参照すると、測定器の測定帯域幅による影響を考慮しない場合の低減効果の計算値(RBW=3kHzのグラフ、●印で示される値)は、変調周波数が増大すると減少することが読みとれる。

5 一方で、補正が必要な場合の低減効果の計算値(RBW=100kHzのグラフ、■印で示される値)は、変調周波数が増大すると、その効果が増大する。

これらの2つのグラフは、変調周波数が測定器の測定帯域幅と等しくなる周波数で漸近してくることがわかる。これらの2つのグラフが交わる点は、以下に述べるようにフィルタ特性により左右される。

10 2つのグラフが交わる点は、測定帯域幅を越える帯域で感度低下が急激に落ち込むような理想的な矩形波形状のフィルタ特性が得られるときには、その交点は $f_m = \text{RBW}$ で現れる。一方、図7に示したような現実の矩形からずれたフィルタ特性の場合には、その交点は右側、つまり、変調周波数 f_m の大きな方へとずれる。

15 これらの結果から、電磁妨害の低減効果が最大となる変調周波数 f_m が、概ね測定機器の測定帯域幅と同じ周波数となるときに現れることが説明できる。よって、変調周波数 f_m をRBWと同じ値に設定することで、ほぼ最大の効果を得ることができる。

20 このような効果を利用すれば、背景技術の項で説明したように、対象とする測定の標準規格(国際無線障害特別委員会の「CISPR 22」規格およびこの国際規格に準じた「VCCI規格」)で測定帯域幅が決められる場合には、周波数が150kHzから30MHzの周波数範囲で最大の低減効果を期待する場合にはスペクトラム拡散技術による変調周波数を9kHzとすることを、また周波数が30MHzから1GHzの周波数範囲で最大の低減効果を期待する場合には変調周波数を120kHzとすることを、また周波数が1GHzを超える周波数で最大の低減効果を期待する場合には変調周波数を1MHzとすることを選定すればよいことがわかる。

25 なお、上述したフィルタ特性の影響のため、電磁妨害の低減効果が最大となる変調周波数 f_m は、測定帯域幅を越えた周波数となる。このため、フィルタ特性を考慮すると、電磁妨害の低減効果が最大となる変調周波数 f_m は、測定帯域幅から当該測定帯域幅を越えた周波数迄の範囲となる。

図 10 は、本実施例による、電子回路 310 からのスペクトラム拡散信号 320 の携帯電話 330 への干渉を示す図である。

図で、電子回路 310 から携帯電話 330 への干渉を最小にするためには、スペクトラム拡散信号 320 の変調周波数 f_m を携帯電話の占有帯域幅である
5 12.5kHz や 25kHz に等しくすることで、達成することができる。なお、電磁妨害の測定を行う場合には、測定帯域幅を、妨害を受ける機器の占有帯域幅に等しくして測定することが定められている。

以上好ましい複数の実施例をあげて本発明を説明したが、本発明は必ずしも、上記実施例に限定されるものでなく、その技術的思想の範囲内において様々に変
10 形して実施することができる。

本発明の電磁妨害低減量の計算方法、電磁妨害低減量計算装置、計算プログラム及び電子回路によれば、以下の効果が達成される。

第 1 に、与えられた測定帯域幅を有する測定機器で測定される、スペクトラム
15 拡散による電磁妨害低減量を計算する際に、測定による補正を必要とした電磁妨害低減量の測定帯域幅が変調周波数よりも広い場合に、測定帯域幅内に含まれる全てのスペクトラムの振幅を加算した和の最大値から電磁妨害低減量を算出することにより、測定による補正が不要になり、したがって電磁妨害低減量を計算のみに
20 により算出することが可能となる。

第 2 に、測定帯域幅内に含まれる全てのスペクトラムの振幅を加算する際、測
20 定帯域幅内の端部周波数付近のスペクトラムに対する測定機器の感度低下の影響を補正することにより、電磁妨害低減量を計算により高い精度で算出することが可能となる。

第 3 に、計算により見積もられる電磁妨害低減量を最大とする条件で電子回路
25 にスペクトラム拡散を行うことにより、電磁妨害が最小の電子回路素子を作製することが可能となる。

請求の範囲

1. 電磁妨害の低減手段であるスペクトラム拡散による電磁妨害低減量の計算方法であって、

5 前記スペクトラム拡散により電磁妨害信号の周波数スペクトラムから生成された複数のスペクトラムのうち、振幅が最大となるスペクトラムが測定帯域幅内に含まれるように前記測定帯域幅の中心周波数を変化させた場合に、前記測定帯域幅内に含まれる全てのスペクトラムの振幅を合計し、

10 前記振幅の合計の最大値を前記電磁妨害信号の振幅で除算することにより、電磁妨害低減量を算出することを特徴とする電磁妨害低減量の計算方法。

2. 前記電磁妨害低減量の測定帯域幅が前記スペクトラム拡散により設定される周波数の変動幅である変調周波数よりも広い場合に、前記スペクトラムの振幅の合計を行うことを特徴とする請求項 1 に記載の電磁妨害低減量の計算方法。

15 3. 前記測定帯域幅内に含まれる全てのスペクトラムの振幅を合計する際、前記測定帯域幅の端部周波数近傍のスペクトラムについて、前記端部周波数での測定機器の感度低下の影響を補正することを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載の電磁妨害低減量の計算方法。

20 4. 前記電磁妨害信号の周波数スペクトラムから生成された複数のスペクトラムをベッセル関数により算出する際、前記スペクトラム拡散により設定される周波数の広がりである最大周波数偏移を前記変調周波数で除算した値から、前記測定帯域幅を前記変調周波数で除算した値の整数部に 1 を加えた値を減算した値に
25 対応するベッセル関数の次数を起点とし、前記最大周波数偏移を前記変調周波数で除算した値に前記整数部に 1 を加えた値に対応するベッセル関数の次数に至る

迄の、複数の異なる次数についてベッセル関数の計算を行い、前記複数の異なる次数のベッセル関数のうちで、振幅が最大となる次数のベッセル関数の振幅から前記振幅が最大となるスペクトラムの振幅を算出することを特徴とする請求項 1 から請求項 3 のいずれか 1 項に記載の電磁妨害低減量の計算方法。

5

5. 前記振幅の合計の最大値を前記複数の異なる次数のベッセル関数の振幅を用いて算出することを特徴とする請求項 4 に記載の電磁妨害低減量の計算方法。

10

6. 前記電磁妨害信号の周波数スペクトラムから生成された前記電磁妨害信号に含まれる基本波の周波数を整数倍した高調波のスペクトラムをベッセル関数により算出する際、前記基本波の前記スペクトラム拡散により設定される周波数の広がりである最大周波数偏移の前記整数倍を前記変調周波数で除算した値から、前記測定帯域幅を前記変調周波数で除算した値の整数部に 1 を加えた値の前記整数倍した値を減算した値に対応するベッセル関数の次数を起点とし、前記最大周波数偏移の前記整数倍を前記変調周波数で除算した値に前記整数倍した値を加算した値に対応するベッセル関数の次数に至る迄の、複数の異なる次数についてベッセル関数の計算を行い、前記複数の異なる次数のベッセル関数のうちで、振幅が最大となる次数のベッセル関数の振幅から前記振幅が最大となるスペクトラムの振幅を算出することを特徴とする請求項 1 から請求項 3 のいずれか 1 項に記載の電磁妨害低減量の計算方法。

15

20

25

7. 前記スペクトラム拡散により前記電磁妨害信号の周波数スペクトラムから複数のスペクトラムを生成する際、前記スペクトラム拡散を設定するための入力データとして、クロック周波数、変調周波数、最大周波数偏移及び測定帯域幅を用いることを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載の電磁妨害低減量の計算方法。

8. 電磁妨害の低減手段であるスペクトラム拡散による電磁妨害低減量を算出する電磁妨害低減量計算装置であって、

スペクトラム拡散の設定条件を入力する入力部と、

スペクトラム拡散による電磁妨害低減量を算出する演算処理部と、

5 前記電磁妨害低減量の算出結果を出力する出力部を備え、

前記演算処理部で、前記スペクトラム拡散により電磁妨害信号の周波数スペクトラムから生成された複数のスペクトラムのうち、振幅が最大となるスペクトラムが測定帯域幅内に含まれるように前記測定帯域幅の中心周波数を変化させた場合に、前記測定帯域幅内に含まれる全てのスペクトラムの振幅を合計し、前記振幅の合計の最大値を前記電磁妨害信号の振幅で除算することにより電磁妨害低減量を算出することを特徴とする電磁妨害低減量計算装置。

10

9. 前記演算処理部で、前記電磁妨害低減量の測定帯域幅が前記スペクトラム拡散により設定される周波数の変動幅である変調周波数よりも広い場合に、前記スペクトラムの振幅の合計を行うことを特徴とする請求項8に記載の電磁妨害低減量計算装置。

15

10. 前記演算処理部で、前記測定帯域幅内に含まれる全てのスペクトラムの振幅を合計する際、前記測定帯域幅の端部周波数近傍のスペクトラムについて、前記端部周波数での測定機器の感度低下の影響を補正することを特徴とする請求項8又は請求項9に記載の電磁妨害低減量計算装置。

20

11. 前記演算処理部で、前記電磁妨害信号の周波数スペクトラムから生成された複数のスペクトラムをベッセル関数により算出する際、前記スペクトラム拡散により設定される周波数の広がりである最大周波数偏移を前記変調周波数で除算した値から、前記測定帯域幅を前記変調周波数で除算した値の整数部に1を加えた値を減算した値に対応するベッセル関数の次数を起点とし、前記最大周波数

25

5 偏移を前記変調周波数で除算した値に前記整数部に 1 を加えた値に対応するベッセル関数の次数に至る迄の、複数の異なる次数についてベッセル関数の計算を行い、前記複数の異なる次数のベッセル関数のうちで、振幅が最大となる次数のベッセル関数の振幅から前記振幅が最大となるスペクトラムの振幅を算出することを特徴とする請求項 8 から請求項 10 のいずれか 1 項に記載の電磁妨害低減量計算装置。

10 12. 前記演算処理部で、前記振幅の合計の最大値を前記複数の異なる次数のベッセル関数の振幅を用いて算出することを特徴とする請求項 11 に記載の電磁妨害低減量計算装置。

15 13. 前記演算処理部で、前記電磁妨害信号の周波数スペクトラムから生成された前記電磁妨害信号に含まれる基本波の周波数を整数倍した高調波のスペクトラムをベッセル関数により算出する際、前記基本波の前記最大周波数偏移の前記整数倍を前記変調周波数で除算した値から、前記測定帯域幅を前記変調周波数で除算した値の整数部に 1 を加えた値の前記整数倍した値を減算した値に対応するベッセル関数の次数を起点とし、前記スペクトラム拡散により設定される周波数の広がりである最大周波数偏移の前記整数倍を前記変調周波数で除算した値に前記整数倍した値を加算した値に対応するベッセル関数の次数に至る迄の、複数の異なる次数についてベッセル関数の計算を行い、前記複数の異なる次数のベッセル関数のうちで、振幅が最大となる次数のベッセル関数の振幅から前記振幅が最大となるスペクトラムの振幅を算出することを特徴とする請求項 8 から請求項 10 のいずれか 1 項に記載の電磁妨害低減量計算装置。

25 14. 前記入力部で、電磁妨害信号の基本周波数、変調周波数、最大周波数偏移及び測定帯域幅の入力がなされることを特徴とする請求項 8 から請求項 13 のいずれか 1 項に記載の電磁妨害低減量計算装置。

15. 電磁妨害の低減手段であるスペクトラム拡散による電磁妨害低減量を算出する電磁妨害低減量計算装置上で実行される計算プログラムであって、

前記スペクトラム拡散により電磁妨害信号の周波数スペクトラムから生成された複数のスペクトラムのうち、振幅が最大となるスペクトラムが測定帯域幅内に含まれるように前記測定帯域幅の中心周波数を変化させた場合に、前記測定帯域幅内に含まれる全てのスペクトラムの振幅を合計し、

前記振幅の合計の最大値を前記電磁妨害信号の振幅で除算することにより電磁妨害低減量を算出する機能を実行することを特徴とする計算プログラム。

16. 前記電磁妨害低減量の測定帯域幅が前記スペクトラム拡散により設定される周波数の変動幅である変調周波数よりも広い場合に、前記スペクトラムの振幅の合計を行う機能を有することを特徴とする請求項15に記載の計算プログラム。

17. 前記測定帯域幅内に含まれる全てのスペクトラムの振幅を合計する際、前記測定帯域幅の端部周波数近傍のスペクトラムについて、前記端部周波数での測定機器の感度低下の影響を補正する機能を有することを特徴とする請求項15又は請求項16に記載の計算プログラム。

18. 前記電磁妨害信号の周波数スペクトラムから生成された複数のスペクトラムをベッセル関数により算出する際、前記スペクトラム拡散により設定される周波数の広がりである最大周波数偏移を前記変調周波数で除算した値から、前記測定帯域幅を前記変調周波数で除算した値の整数部に1を加えた値を減算した値に対応するベッセル関数の次数を起点とし、前記最大周波数偏移を前記変調周波数で除算した値に前記整数部に1を加えた値に対応するベッセル関数の次数に至る迄の、複数の異なる次数についてベッセル関数の計算を行い、前記複数の異なる

る次数のベッセル関数のうちで、振幅が最大となる次数のベッセル関数の振幅から前記振幅が最大となるスペクトラムの振幅を算出する機能を有することを特徴とする請求項 15 から請求項 17 のいずれか 1 項に記載の計算プログラム。

5 19. 前記振幅の合計の最大値を前記複数の異なる次数のベッセル関数の振幅を用いて算出する機能を有することを特徴とする請求項 18 に記載の計算プログラム。

10 20. 前記電磁妨害信号の周波数スペクトラムから生成された前記電磁妨害信号に含まれる基本波の周波数を整数倍した高調波のスペクトラムをベッセル関数により算出する際、前記基本波の前記スペクトラム拡散により設定される周波数の広がりである最大周波数偏移の前記整数倍を前記変調周波数で除算した値から、前記測定帯域幅を前記変調周波数で除算した値の整数部に 1 を加えた値の前記整数倍した値を減算した値に対応するベッセル関数の次数を起点とし、前記最大周波数偏移の前記整数倍を前記変調周波数で除算した値に前記整数倍した値を加算した値に対応するベッセル関数の次数に至る迄の、複数の異なる次数についてベッセル関数の計算を行い、前記複数の異なる次数のベッセル関数のうちで、振幅が最大となる次数のベッセル関数の振幅から前記振幅が最大となるスペクトラムの振幅を算出する機能を有することを特徴とする請求項 15 から請求項 17 のいずれか 1 項に記載の計算プログラム。

21. クロック信号がスペクトラム拡散されたスペクトラム拡散クロックを用いた電子回路であって、

25 前記スペクトラム拡散により電磁妨害信号の周波数スペクトラムから生成された複数のスペクトラムのうち、振幅が最大となるスペクトラムが測定帯域幅内に含まれるように前記測定帯域幅の中心周波数を変化させた場合に、前記測定帯域幅内に含まれる全てのスペクトラムの振幅を合計し、

前記振幅の合計の最大値を前記電磁妨害信号の振幅で除算することにより、電磁妨害低減量を算出する計算方法により、

クロック周波数、最大周波数偏移及び測定帯域幅をそれぞれ一定とした場合に、前記電磁妨害低減量を最大とする変調周波数を算出し、

5 前記クロック周波数、前記最大周波数偏移、前記測定帯域幅及び前記変調周波数のそれぞれの値に基づき、前記スペクトラム拡散を設定することを特徴とする電子回路。

10 22. 前記電磁妨害低減量の測定帯域幅が前記スペクトラム拡散により設定される周波数の変動幅である変調周波数よりも広い場合に、前記スペクトラムの振幅の合計を行うことを特徴とする請求項21に記載の電子回路。

15 23. 前記計算方法より導かれる、前記変調周波数が前記測定帯域幅に等しい場合に前記電磁妨害低減量が最大となること、また前記計算方法より導かれる、前記測定帯域幅の端部周波数での測定機器の感度低下の影響により前記電磁妨害低減量を最大とする変調周波数は前記測定帯域幅を越えた周波数となることに基づき、前記変調周波数の最小値を前記測定帯域幅、また前記変調周波数の最大値は前記測定帯域幅を越えた一定の周波数とし、前記変調周波数の最小値から前記変調周波数の最大値の範囲で前記変調周波数の設定を行うことを特徴とする請求
20 項21又は請求項22に記載の電子回路。

24. 国際無線障害特別委員会の「CISPR22」規格で規定する、各クロック周波数範囲での測定帯域幅の規定に基づき、

25 クロック周波数が150kHz以上で30MHz未満の場合、前記変調周波数の最小値は9kHzであり、また前記変調周波数の最大値は11.7kHzであり、

前記クロック周波数が30MHz以上1GHz未満の場合、前記変調周波数の最小

値は 1 2 0 k H z であり、また前記変調周波数の最大値は 1 5 6 k H z であり、
前記クロック周波数が 1 G H z 以上の場合、前記変調周波数の最小値は 1 M H z であり、また前記変調周波数の最大値は 1 . 3 M H z であることを特徴とする請求項 2 3 に記載の電子回路。

5

2 5 . 電磁妨害の測定を行う際に、測定帯域幅を、妨害を受ける機器の占有帯域幅に等しく設定することに基づき、携帯電話の占有帯域幅である 1 2 . 5 k H z 近傍又は 2 5 k H z 近傍に、前記変調周波数の設定を行うことを特徴とする請求項 2 3 に記載の電子回路。

図 1

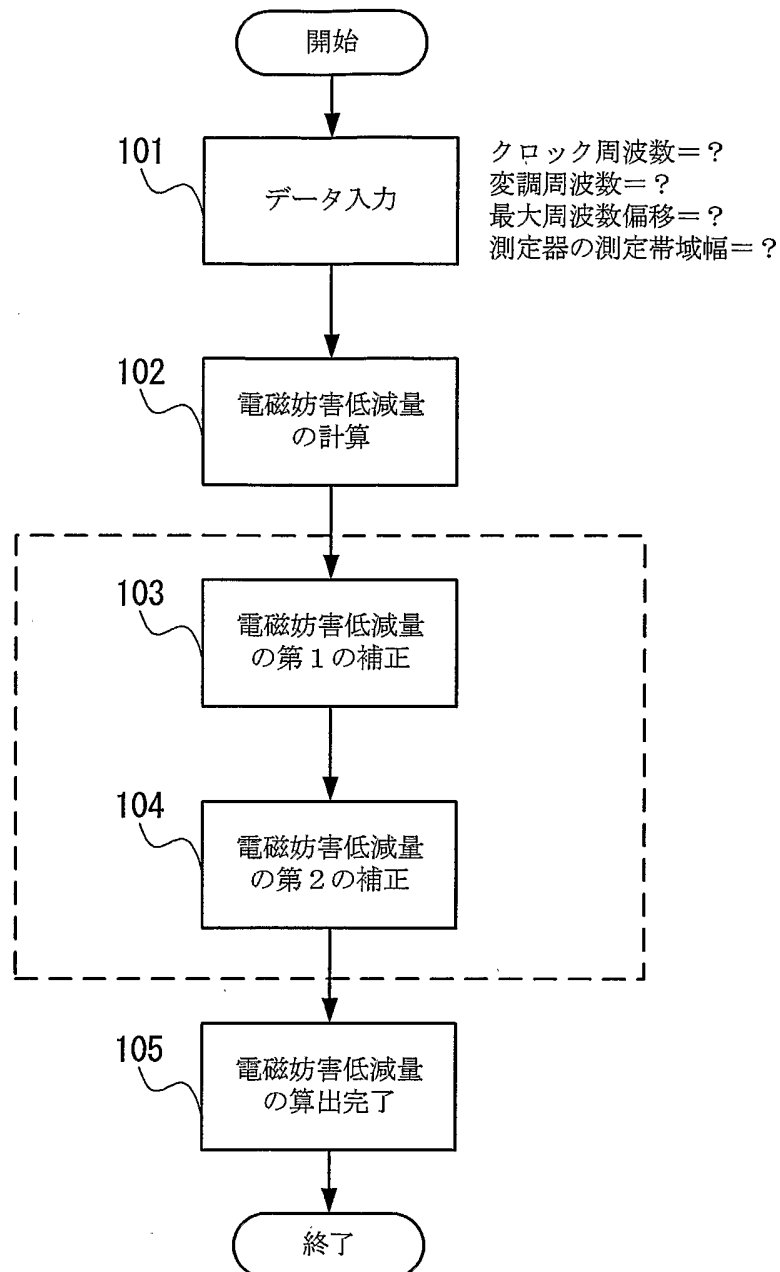


図 2

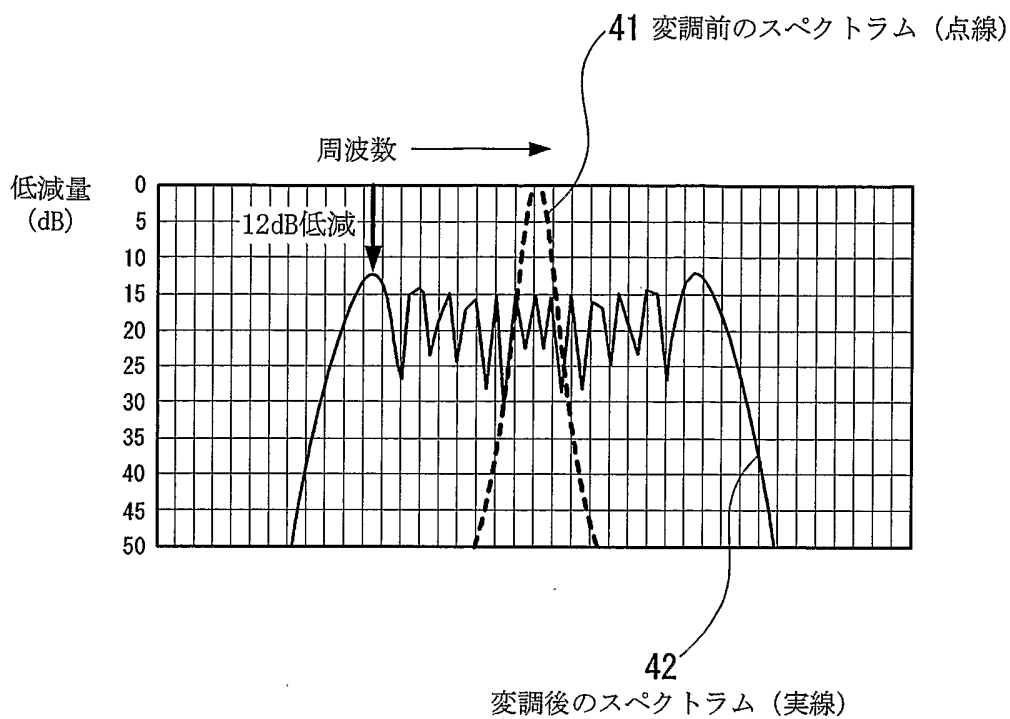


図 3

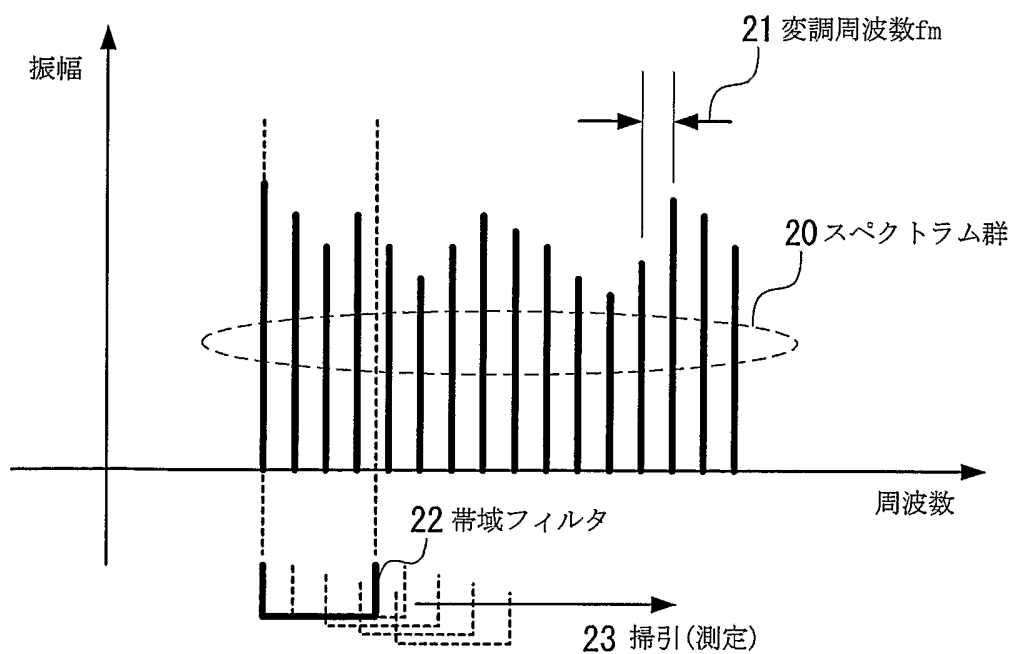


図 4

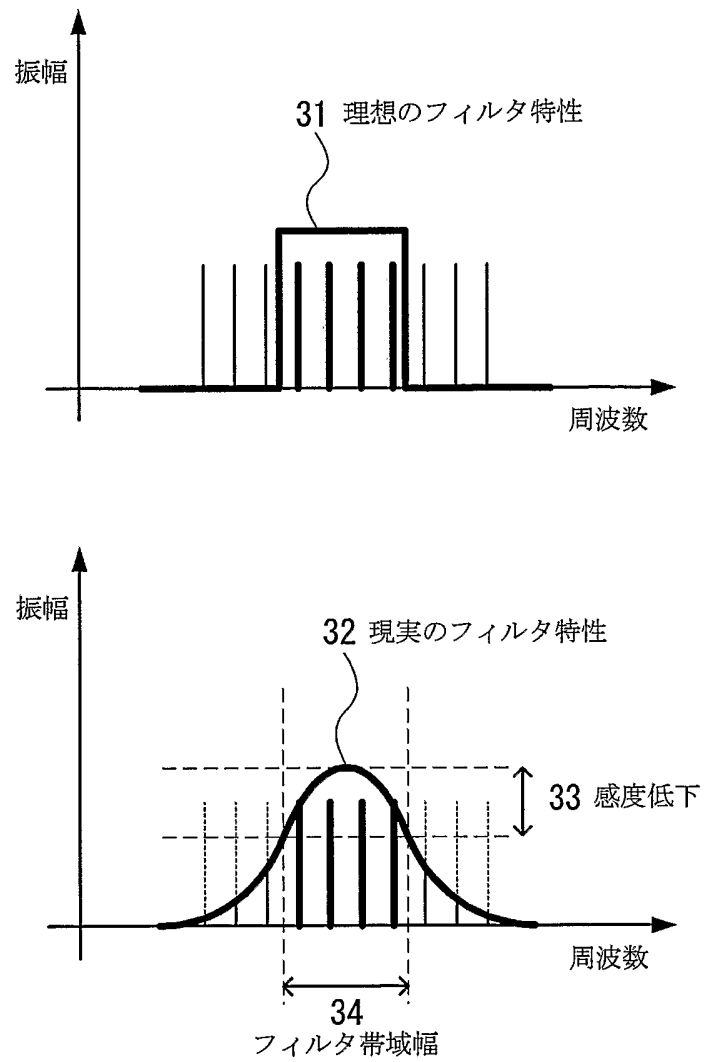


図 5

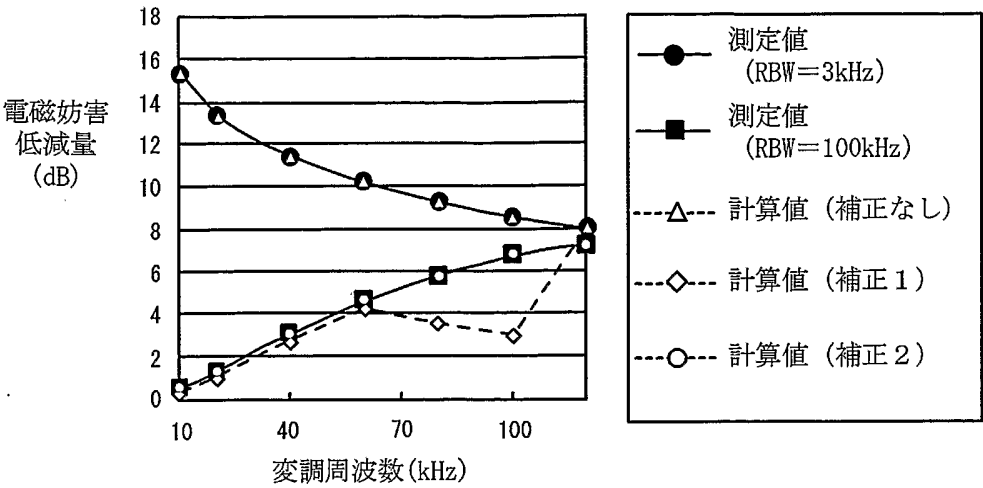


図 6

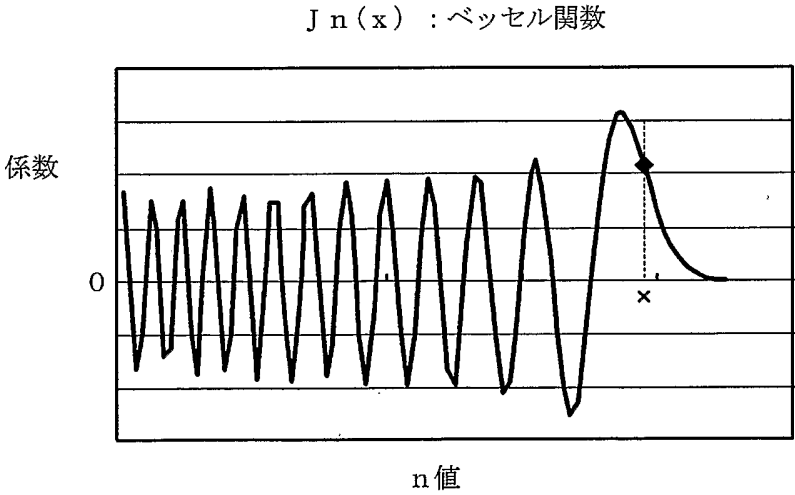


図 7

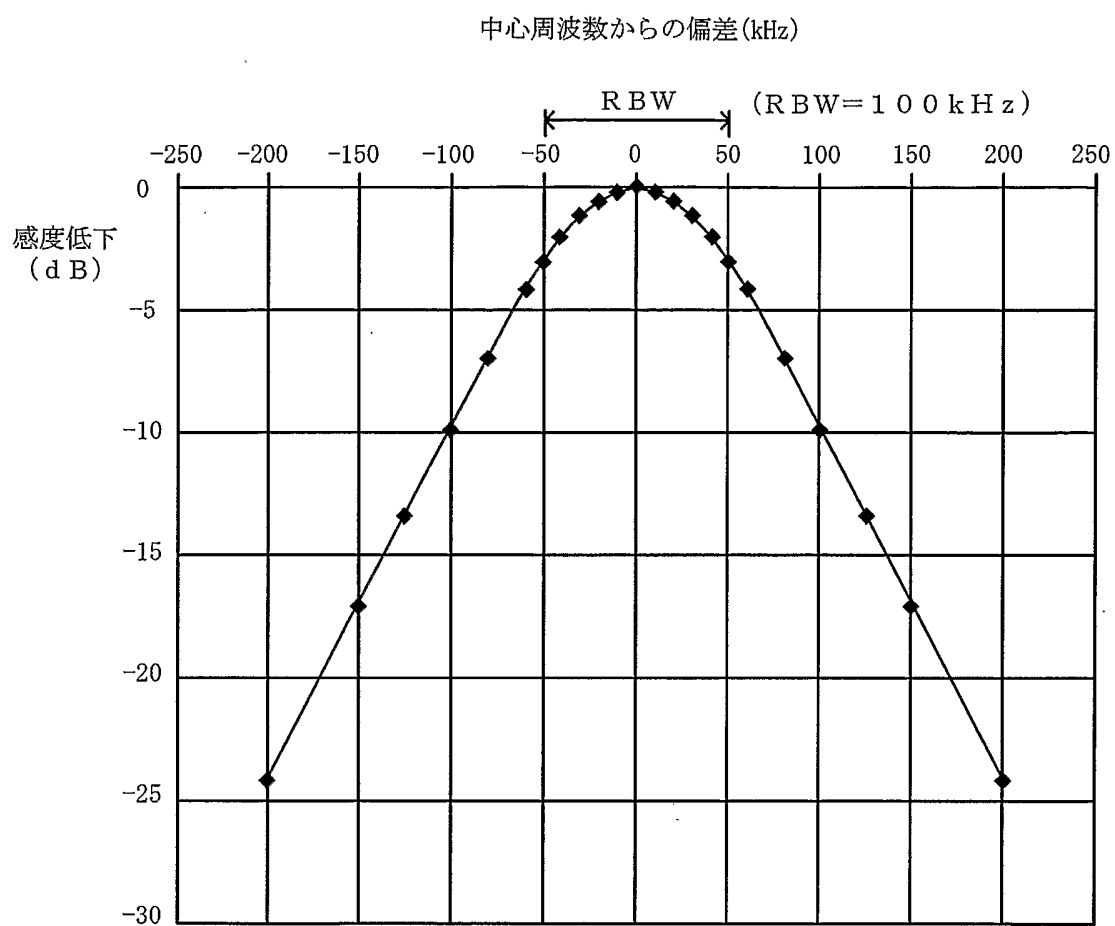


図 8

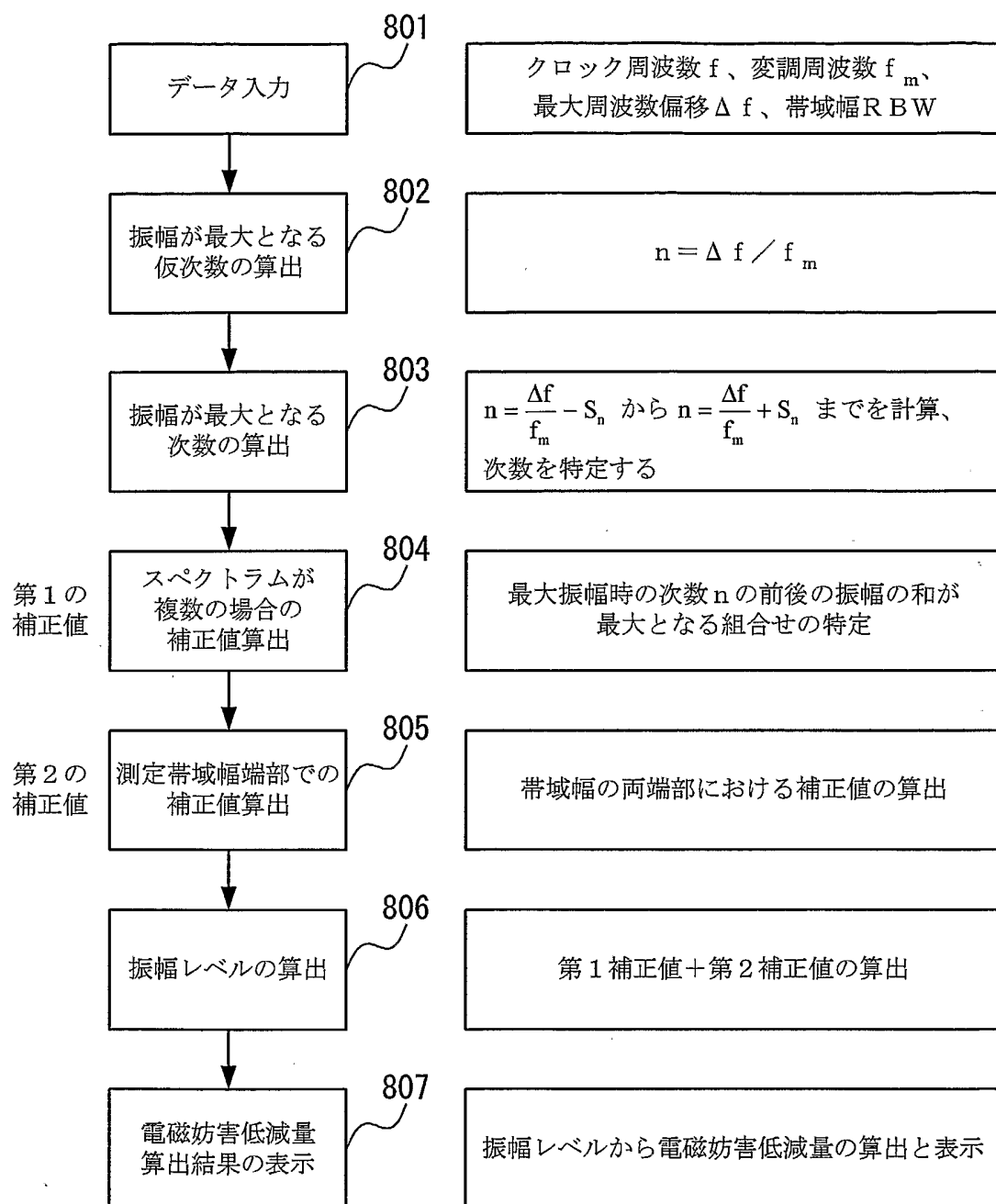


図 9

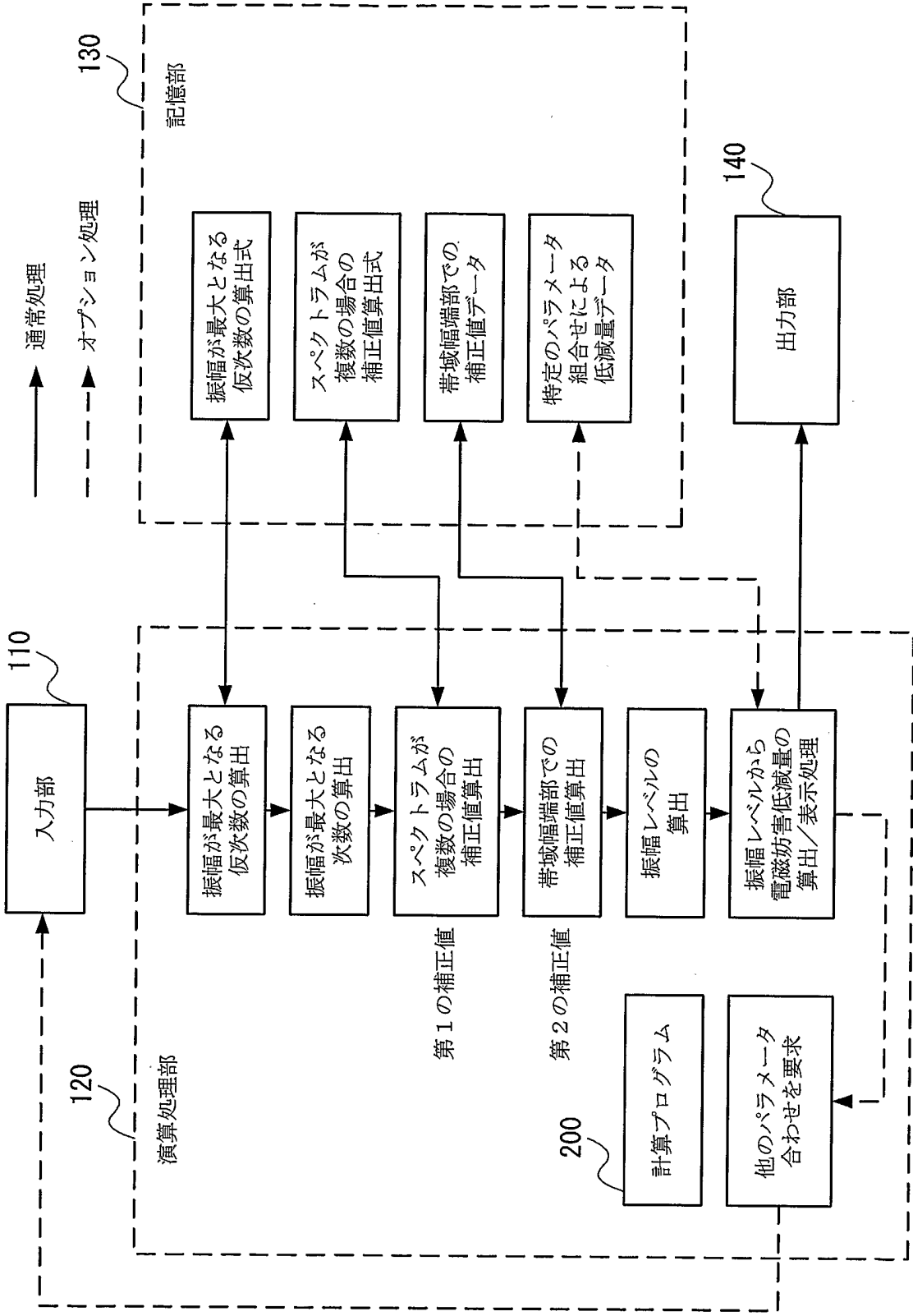
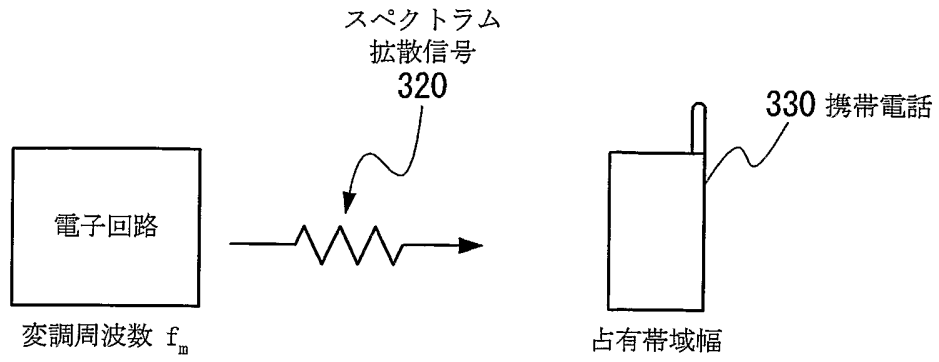


図 1 0



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/015593

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01R29/08 (2006.01), **G06F1/00** (2006.01)

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)

G06F1/00-1/04 (2006.01), **G06F17/50** (2006.01), **G01R29/08** (2006.01)

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	1996-2005
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2005	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2005

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	JP 11-282565 A (Mannesmann VDO AG.), 15 October, 1999 (15.10.99), Full text; Figs. 1 to 11 & US 6393078 B1 & EP 930557 A2 & DE 19802065 A	1-25
A	JP 2001-92874 A (Toshiba Corp.), 06 April, 2001 (06.04.01), Full text; Figs. 1 to 12 (Family: none)	1-25



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

22 November, 2005 (22.11.05)

Date of mailing of the international search report

06 December, 2005 (06.12.05)

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 (IPC))

Int.Cl. G01R29/08(2006.01), G06F1/00(2006.01)

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. G06F1/00-1/04(2006.01), G06F17/50(2006.01), G01R29/08(2006.01)

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	1971-2005年
日本国実用新案登録公報	1996-2005年
日本国登録実用新案公報	1994-2005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 請求の範囲の番号
A	J P 11-282565 A (マンネスマン ファウ デー オー アクチエンゲゼルシャフト) 1999. 10. 15 全文, 図1-11 &US 6393078 B1 &EP 930557 A2 &DE 19802065 A	1-25
A	J P 2001-92874 A (株式会社東芝) 2001. 04. 06 全文, 図1-12 (ファミリーなし)	1-25

☐ 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

22. 11. 2005

国際調査報告の発送日

06. 12. 2005

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/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)

中村 直行

電話番号 03-3581-1101 内線 3258

2S

9214