

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3775999号  
(P3775999)

(45) 発行日 平成18年5月17日(2006.5.17)

(24) 登録日 平成18年3月3日(2006.3.3)

(51) Int. Cl.

F I

GO 1 R 29/08 (2006.01)

GO 1 R 29/08 D

GO 1 R 29/10 (2006.01)

GO 1 R 29/10 E

GO 1 R 31/00 (2006.01)

GO 1 R 31/00

GO 6 F 17/50 (2006.01)

GO 6 F 17/50 6 6 6 V

GO 6 F 17/50 6 7 2 W

請求項の数 16 (全 19 頁)

(21) 出願番号 特願2001-124822 (P2001-124822)

(22) 出願日 平成13年4月23日(2001.4.23)

(65) 公開番号 特開2002-318253 (P2002-318253A)

(43) 公開日 平成14年10月31日(2002.10.31)

審査請求日 平成16年5月31日(2004.5.31)

(73) 特許権者 000237592

富士通テン株式会社

兵庫県神戸市兵庫区御所通1丁目2番28号

(74) 代理人 100077517

弁理士 石田 敬

(74) 代理人 100092624

弁理士 鶴田 準一

(74) 代理人 100113826

弁理士 倉地 保幸

(74) 代理人 100082898

弁理士 西山 雅也

(74) 代理人 100081330

弁理士 樋口 外治

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ノイズ可視化システム及びその表示方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

試験対象物にノイズを模擬する高周波信号が注入されて発生したノイズ情報を取得するノイズ情報取得手段と、

予め記憶された前記試験対象物に係る設計情報を取得する設計情報取得手段と、

前記設計情報に基づく設計画像上に、前記ノイズ情報に応じたノイズ発生画像を表示する画像表示手段とを有し、

前記画像表示手段は、前記ノイズ発生画像の表示形態を画像表示条件に応じて変更するノイズ可視化システム。

【請求項2】

前記設計情報は、前記試験対象物に係るCADデータである請求項1に記載のノイズ可視化システム。

【請求項3】

前記ノイズ情報は、前記試験対象物が動作中に発生したものである請求項1又は2に記載のノイズ可視化システム。

【請求項4】

前記ノイズ発生画像は、前記ノイズ情報に含まれるノイズレベルに応じて区分けされた表示領域で表示されている請求項1乃至3のいずれか一項に記載のノイズ可視化システム。

【請求項5】

前記画像表示条件が、前記ノイズレベルの変化率又は絶対値であり、前記画像表示手段

10

20

は、前記表示領域に係る前記変化率又は絶対値が所定値より大きいとき、当該ノイズ発生画像の表示形態を変更して表示する請求項4に記載のノイズ可視化システム。

【請求項6】

前記画像表示条件が、前記設計情報に含まれるレイアウト集中度であり、前記画像表示手段は、該レイアウト集中度が所定値より大きい部位に対応する当該ノイズ発生画像の表示形態を変更して表示する請求項4に記載のノイズ可視化システム。

【請求項7】

前記画像表示条件が、前記ノイズレベルの変化率又は絶対値と前記設計情報に含まれるレイアウト集中度であり、前記画像表示手段は、該両条件の組合せに対応して設定された表示形態に変更して当該ノイズ発生画像を表示する請求項4に記載のノイズ可視化システム。

10

【請求項8】

前記表示形態の変更は、ハッチングの線間隔又は線幅を可変して行われる請求項4乃至7のいずれか一項に記載のノイズ可視化システム。

【請求項9】

試験対象物にノイズを模擬する高周波信号が注入されて発生したノイズ情報と、予め記憶された該試験対象物に係る設計情報とを取得し、前記設計情報に基づく設計画像上に、前記ノイズ情報によるノイズ発生画像を表示し、前記ノイズ発生画像は、前記ノイズ情報に応じて区分された表示領域を含み、画像表示条件に応じて表示形態が変更されるノイズ可視化表示方法。

20

【請求項10】

前記設計情報は、前記試験対象物に係るCADデータである請求項9に記載のノイズ可視化表示方法。

【請求項11】

前記ノイズ情報は、前記試験対象物が動作中に発生したものである請求項10に記載のノイズ可視化表示方法。

【請求項12】

前記画像表示条件が、前記ノイズレベルの変化率又は絶対値であり、  
前記表示領域に係る前記変化率又は絶対値が所定値より大きいとき、当該ノイズ発生画像の表示形態を変更する請求項10又は11に記載のノイズ可視化表示方法。

30

【請求項13】

前記画像表示条件が、前記設計情報に含まれるレイアウト集中度であり、  
前記レイアウト集中度が所定値より大きい部位に対応する当該ノイズ発生画像の表示形態を変更する請求項10乃至12のいずれか一項に記載のノイズ可視化表示方法。

【請求項14】

前記画像表示条件が、前記ノイズレベルの変化率又は絶対値と前記設計情報に含まれるレイアウト集中度であり、前記ノイズ発生画像を前記両条件の組合せに対応して設定された表示形態に変更して表示する請求項10乃至12のいずれか一項に記載のノイズ可視化表示方法。

【請求項15】

40

前記表示形態の変更は、ハッチングの線間隔又は線幅を可変して行われる請求項10乃至14のいずれか一項に記載のノイズ可視化表示方法。

【請求項16】

予め記憶された試験対象物に係る設計情報に基づく設計画像に対し、該試験対象物にノイズを模擬する高周波信号が注入されて発生したノイズ情報に応じたノイズ発生画像を重ねて表示する共に、前記ノイズ発生画像の表示形態を画像表示条件に応じて変更する画像表示手段を備えたことを特徴とするノイズ可視化装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

50

本発明は、ノイズ情報の可視化を行うノイズ可視化システムとその表示方法に関する。

【 0 0 0 2 】

【 従来 の 技 術 】

通常、ＩＣ等の電子部品を取り付けるプリント基板等は電子装置内部に配置されているが、そのプリント基板に形成された回路は、電子装置の本体や電子装置内の他の基板等との容量結合、電磁結合、或いは外来電磁波等の外部からの妨害によって誤動作する場合がある。

【 0 0 0 3 】

自動車のエンジン制御ユニットに用いられるようなプリント基板等において、このような誤動作が発生することは致命的な問題となる。

したがって、重要な機能を担っているプリント基板等では、事前に外部からの妨害によって誤動作が発生しないように確認し、そして、誤動作する可能性が見出された場合には、誤動作が発生しないように設計変更等を行う必要がある。このような、プリント基板等が、外部からの妨害によって性能劣化することなく、これらに耐えることができる能力のことをイミュニティ又は電磁場感受率（ＥＭＳ）と言い、最近このような耐性を測定するためのイミュニティ試験が行われるようになってきている。

【 0 0 0 4 】

イミュニティ試験の１つの方法として、ＴＥＭセル法がある。図１を用いてＴＥＭセル法について説明する。

図１にはＴＥＭセル法による試験装置１０が図示されている。図１において、１２はシールド、１３は入力、１４は終端抵抗、１５はドア、１６はソケットパネル、１７は絶縁体、１８はプリント基板等の試験対象物である。所定の入力装置（図示せず）から試験装置１０の入力１３に電力が供給されることによって、シールド１２内に所定の電界が生じるように構成されている。試験対象物１８は、ドア１５を通して内部の絶縁体１７上に設置され、ドア１５を閉じてソケットパネル１６を通じて外部と接続されるように構成されている。ソケットパネル１６を経由して試験対象物１８へは、試験対象物１８を動作させるための電力が供給され、また試験対象物１８が通常動作する場合の入力信号を送ることができ、さらに試験対象物１８からの出力信号を検出できるように構成されている。

【 0 0 0 5 】

ＴＥＭセル法では、シールド１２内に種々の電界を発生させ、試験対象物１８をシールド１２内で動作させながら、試験対象物１８とワイヤ・ハーネスとが、シールド内で発生した電界に曝されるようにしている。そして、そのような外部からの妨害が存在する状況で、試験対象物１８の動作状態を観察して、試験対象物１８の耐性を測定するものである。

【 0 0 0 6 】

しかしながら、ＴＥＭセル法では、試験対象物１８が誤動作をした場合に、設計者が誤動作内容を知る手段としては、外部に接続されたチェッカのダイアグ出力等の情報しかなく、試験対象物１８のどの部分が原因で誤動作をしているのかを特定することが難しかった。したがって、外来電磁波が存在しても誤動作をしないような試験対象物１８、例えば、プリント基板を設計するには、トライ・アンド・エラーを繰り返し、今までの経験に基づいて不良箇所を特定して、改良を加える必要があった。

【 0 0 0 7 】

イミュニティ試験の別の方法として、アンテナ照射法がある。図２を用いてアンテナ照射法について説明する。

図２には、電波暗室２０内に配置されたアンテナ２１と試験対象物２２が図示されている。２３は、電波吸収材料からなる突起であり、電波暗室２０内の床を除いた全ての面に隙間無く配置されている。また、２４は試験対象物２２の設置台である。なお、アンテナ２１も図示しない所定の設置台に固定されている。所定の入力装置（図示せず）によってアンテナ２１から電磁放射が行われるように構成されている。また、試験対象物２２は、電波暗室２０の外部にある測定装置（図示せず）と信号線で接続されており、信号線を通じて試験対象物２２を動作させるための電力が供給される。そして、試験対象物２２が通常

10

20

30

40

50

動作する場合の入力信号を送ることができ、さらに、試験対象物 22 からの出力信号を検出できるように構成されている。

【0008】

アンテナ照射法では、アンテナ 21 から種々の電磁放射を行い、電磁放射に試験対象物 22 及びワイヤ・ハーネスが曝されるようにする。そして、そのような外部からの妨害が存在する状態で、試験対象物 22 の動作状態を観察して、試験対象物 22 の耐性を測定するものである。

アンテナ照射法では、汎用の電波暗室 20 を用いて測定を行うことから、TEMセル法と同様に、試験対象物 22 が誤動作をした場合に、試験対象物 22 のどの部分が原因で誤動作をしているのかを特定することが難しかった。したがって、TEMセル法と同様に、誤動作をしないような試験対象物 22、例えば、プリント基板を設計するには、トライ・アンド・エラーを繰り返し、今までの経験に基づいて不良箇所を特定して、改良を加える必要があった。

【0009】

また、アンテナ照射法では、プリント基板上に配置されているマイコン等のクロックを原因とする通常動作時における試験対象物自らの放射（又は伝導）ノイズをある規定値以下に抑制することも重要となり、そのため、試験対象物のどの部位よりノイズが放射（又は伝導）されているのか特定することが一層難しかった。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】

そこで、本発明によって、上述した従来技術における不具合を克服し、試験対象物のどの部分が外部からの妨害に対して弱いのかを容易に特定できるように、ノイズ試験結果を画像表示するノイズ可視化システムを提供しようとするものである。

【0011】

更に、試験対象物のどの部分よりノイズが放射（又は伝導）されているかを容易に特定することができ、通常動作時における試験対象物自らの放射（又は伝導）ノイズ抑制対策支援を行うことができるノイズ可視化システムを提供しようとするものである。

また、本発明の目的は、得られたノイズデータと試験対象物の設計データとを合成し、ノイズ発生経路状況を試験対象物の画像中に表示するようにして、ノイズ可視化画像の視認性を向上させるノイズ可視化システム及びその表示方法を提供しようとするものである。

【0012】

さらに、得られたノイズデータのレベル又は試験対象物の設計データであるCADデータの集中度に応じてノイズ画像の表示形態を変更することにより、ノイズ可視化画像の視認性を向上させるノイズ可視化システム及びその表示方法を提供しようとするものである。

【0013】

【課題を解決するための手段】

上記の課題を解決するために、本発明によるノイズ可視化システムにおいて、試験対象物にノイズを模擬する高周波信号が注入されて発生したノイズ情報を取得するノイズ情報取得手段と、予め記憶された前記試験対象物に係る設計情報を取得する設計情報取得手段と、前記設計情報に基づく設計画像上に、前記ノイズ情報に応じたノイズ発生画像を表示する画像表示手段とを備え、前記画像表示手段が、前記ノイズ発生画像の表示形態を画像表示条件に応じて変更するようにした。

【0014】

そして、前記設計情報は、前記試験対象物に係るCADデータであり、前記ノイズ情報は、前記試験対象物にノイズを模擬する高周波信号が注入されて発生したもの又は前記試験対象物が動作中に発生したものであり、前記ノイズ発生画像が、前記ノイズ情報に含まれるノイズレベルに応じて分けられた表示領域で表されるようにした。

【0015】

さらに、前記画像表示条件が、前記ノイズレベルの変化率又は絶対値であり、前記画像表示手段は、前記表示領域に係る前記変化率が所定値より大きいとき、当該ノイズ発生画像

10

20

30

40

50

の表示形態を変更して表示し、前記画像表示条件が、前記設計情報に含まれるレイアウト集中度であり、前記画像表示手段は、該レイアウト集中度が所定値より大きい部位に対応する当該ノイズ発生画像の表示形態を変更して表示する。或いは、前記画像表示条件が、前記ノイズレベルの変化率又は絶対値と前記設計情報に含まれるレイアウト集中度であり、前記画像表示手段は、該両条件の組合せに対応して設定された表示形態に変更して当該ノイズ発生画像を表示するようにした。前記表示形態の変更は、ハッチングの線間隔又は線幅を可変して行われる。

#### 【 0 0 1 6 】

また、本発明によるノイズ可視化表示方法では、試験対象物にノイズを模擬する高周波信号が注入されて発生したノイズ情報と、予め記憶された該試験対象物に係る設計情報と

10

を取得し、前記設計情報に基づく設計画像上に、前記ノイズ情報によるノイズ発生画像を表示し、前記ノイズ発生画像は、前記ノイズ情報に応じて区分された表示領域を含み、画像表示条件に応じて表示形態が変更されるようにした。

#### 【 0 0 1 7 】

そして、前記設計情報は、前記試験対象物に係るC A Dデータであり、前記ノイズ情報は、ノイズを模擬する高周波信号が前記試験対象物に注入されて発生したもの又は前記試験対象物が動作中に発生したものであるとした。

さらに、前記画像表示条件が、前記ノイズレベルの変化率又は絶対値であり、前記表示領域に係る前記変化率が所定値より大きいとき、当該ノイズ発生画像の表示形態を変更し、前記画像表示条件が、前記設計情報に含まれるレイアウト集中度であり、前記レイアウト集中度が所定値より大きい部位に対応する当該ノイズ発生画像の表示形態を変更する。或いは、前記画像表示条件が、前記ノイズレベルの変化率又は絶対値と前記設計情報に含まれるレイアウト集中度であり、前記ノイズ発生画像を前記両条件の組合せに対応して設定された表示形態に変更して表示するようにした。前記表示形態の変更は、ハッチングの線間隔又は線幅を可変して行われるようにした。

20

また、本発明のノイズ可視化表示方法によるノイズ可視化装置として、予め記憶された試験対象物に係る設計情報に基づく設計画像に対し、該試験対象物にノイズを模擬する高周波信号が注入されて発生したノイズ情報に応じたノイズ発生画像を重ねて表示する共に、前記ノイズ発生画像の表示形態を画像表示条件に応じて変更する画像表示手段を備えた。

30

#### 【 0 0 1 8 】

##### 【 発明の実施の形態 】

次に、図を参照して、本発明によるノイズ可視化システムの一実施形態について説明する。

図3において、30は、試験対象物であるプリント基板から検出されたノイズデータと、該基板の設計データとを合成して、ノイズ発生経路状況を可視化したノイズ可視化システムを示している。

#### 【 0 0 1 9 】

31は、制御用パーソナルコンピュータを、32は、信号発生器を、33は、信号増幅器を、34は、スペクトラム・アナライザをそれぞれ示している。ここで、信号発生器32、信号増幅器33及びスペクトラム・アナライザ34は、バス35を介して制御用パーソナルコンピュータ31によって制御される。

40

また、41は、ノイズデータ用パーソナルコンピュータを、42は、スペクトラム・アナライザを、43は、アンテナをそれぞれ示している。アンテナ43は、スペクトラム・アナライザ42と通信ケーブル45とに接続されている。ここで、スペクトラム・アナライザ42及びアンテナ43は、バス44及び通信ケーブル45を介してノイズデータ用パーソナルコンピュータ41によってそれぞれ制御される。

#### 【 0 0 2 0 】

51は、C A D用パーソナルコンピュータであり、バス50によりノイズデータ用パーソナルコンピュータ41と接続されている。C A D用パーソナルコンピュータ51には、試

50

試験対象物の設計データであるＣＡＤデータが予め記憶されている。ノイズデータ用パーソナルコンピュータ４１から送られるノイズデータとＣＡＤデータとが、ＣＡＤ用パーソナルコンピュータ５１において合成される。

【００２１】

なお、図３に示した本実施形態では、制御用パーソナルコンピュータ３１、ノイズデータ用パーソナルコンピュータ４１、及びＣＡＤ用パーソナルコンピュータ５１を別々に設けたが、１つのパーソナルコンピュータ等で兼用させることもできる。

図３では、アンテナ４３の上には、試験対象物であるプリント基板３８が置かれており、プリント基板３８に設けられたインタフェース３９にはワイヤ・ハーネス４０が接続されている。通常、インタフェース３９には、複数の信号ラインが配設されているが、ワイヤ・ハーネス４０は、それらの信号ラインの全てと接続されていても良いし、特定の信号ラインとのみ接続されるようにしても良い。なお、特定の信号ラインとのみ接続されている場合には、その信号ラインにのみ後述する方法で高周波ノイズが注入されることとなる。

10

【００２２】

プリント基板３８とそのインタフェース３９を介して接続されたワイヤ・ハーネス４０には、モニタ・プローブ３６及びインジェクション・プローブ３７が接続されている。さらに、モニタ・プローブ３６とスペクトラム・アナライザ３４、及びインジェクション・プローブ３７と信号増幅器３３はそれぞれ通信線で接続されている。

【００２３】

なお、制御用パーソナルコンピュータ３１、信号発生器３２、信号増幅器３３及びスペクトラム・アナライザ３４、またノイズ可視化パーソナルコンピュータ４１及びスペクトラム・アナライザ４２、さらには、ＣＡＤ用パーソナルコンピュータ５１は、試験測定の信頼性向上のために、プリント基板３８、ワイヤ・ハーネス４０、アンテナ４３とは、電磁的に隔離された場所に配置することが望ましい。

20

【００２４】

図４は、アンテナ４３上の設置されたプリント基板３８を上方から見た図である。ノイズ可視化測定の試験対象物であるプリント基板３８は、アンテナ４３のスキャンエリアＳ上に配置されている。スキャンエリアＳには、複数の微小アンテナ素子が設けられており、それぞれがプリント基板３８から放射される高周波ノイズを検出することができるように構成されている。

30

【００２５】

次に、ノイズ可視化測定によるノイズデータの検出について説明する。

まず、信号発生器３２によって所定の高周波信号を発生させる。発生された高周波信号は信号増幅器３３によって増幅され、インジェクション・プローブ３７に印加される。ワイヤ・ハーネス４０とカップリングしたインジェクション・プローブ３７は、電磁誘導により、印加された高周波信号に応じた高周波ノイズをハーネス４０に重畳させる。重畳された高周波ノイズは、ワイヤ・ハーネス４０、及びインタフェース３９を介してプリント基板３８内に注入される。

【００２６】

本実施形態では、インジェクション・プローブ３７によってワイヤ・ハーネス４０に重畳された高周波ノイズをモニタ・プローブ３６によって検出し、モニタ・プローブ３６からスペクトラム・アナライザ３４を介して制御用パーソナルコンピュータで確認している。そして、ノイズ測定条件に応じて、ワイヤ・ハーネス４０に重畳され注入された高周波ノイズ量を調整できる。

40

【００２７】

信号発生器３２によって発生された高周波信号に応じた高周波ノイズが注入されると、プリント基板３８に配設された所定の回路パターン、電子部品等を介して高周波ノイズが回路に侵入し、プリント基板３８から外部へ放射される。このようにしてプリント基板３８の外部へ放射された高周波ノイズは、アンテナ４３の微小アンテナ素子によって検出される。

50

## 【0028】

検出された放射ノイズは、検出信号としてスペクトラム・アナライザ42及びバス44を介してノイズデータ用パーソナルコンピュータ41へ送られる。ノイズデータ用パーソナルコンピュータ41では、受取った検出信号に所定の処理を施し、ノイズデータを作成する。ノイズデータは、ノイズデータ用パーソナルコンピュータ41に付属するモニタ（図示せず）上に画像表示することによって、又はノイズデータ用パーソナルコンピュータからのプリント出力によって、可視化表示することができる。

## 【0029】

実際に電子装置に組み込まれたプリント基板38が誤動作を起こす最も大きな原因は、当該プリント基板と他の基板とを結ぶワイヤ・ハーネスを介して、又はワイヤ・ハーネスをアンテナとして、注入される高周波ノイズである。したがって、本発明では、TEMセル法やアンテナ照射法のようにプリント基板38自体を所定の環境下に置くことはせず、プリント基板38のインタフェース39に接続されたワイヤ・ハーネス40に直接高周波ノイズを注入することとした。あるいは、インタフェース39において、プリント基板38の回路に直接高周波ノイズを注入する構成としてもよい。

## 【0030】

信号発生器32において発生される高周波信号は、20～1000MHzの周波数範囲内であることが望ましい。また、1回のノイズ可視化測定では1つの高周波ノイズしか注入することができないので、信号発生器32に複数の高周波信号を生成できるように構成し、ノイズ可視化測定時には、それらから高周波信号を選択して、複数種類の高周波ノイズを注入するようにすることが望ましい。経験上、プリント基板のタイプによって誤動作の発生しやすい高周波ノイズの種類及び周波数が異なっていることが分かっているからである。

## 【0031】

なお、試験対象物であるプリント基板38に対して、特に誤動作を発生し易い高周波ノイズの種類及び周波数が当初から判明していない場合には、高周波ノイズの種類及び周波数を徐々に変化させて試験対象物の誤動作を外部チェッカ等で確認しながら、ノイズ可視化測定を繰り返すことも可能である。しかし、前述したTEMセル法やアンテナ照射法によって、誤動作が起りやすい高周波ノイズの種類及び周波数を予め特定することが可能であるので、それを測定後に、本発明の実施形態に係わるノイズ可視化測定を行っても良い。

## 【0032】

図5は、アンテナ43からの検出信号を、ノイズデータ用パーソナルコンピュータ41で処理したノイズデータである。ノイズデータには、少なくとも、ノイズの強度データと座標データが含まれていることが好ましい。図5では前述したアンテナ43の微小アンテナ素子毎に検出した高周波ノイズの強度を、微小アンテナ素子の位置に対応させたグラフにしている。

## 【0033】

尚、検出した高周波ノイズを可視化する方法は、図5に示されるものに限られるのではなく、公知の種々の方法を採用することができる。例えば、強度レベルを表す輪郭についてスムージング処理を施す等がある。

図5を参照すると、特に高い強度の高周波ノイズを発生している領域があることが分かる。すなわち、プリント基板38上でこの領域に対応する箇所から、注入された高周波ノイズが大量に放射されているということである。このことから、この箇所には、高周波ノイズが侵入し易いということを示しているといえる。また、この箇所に存在する電子部品は、高周波ノイズの影響を受け易いともいえる。

## 【0034】

言いかえると、このプリント基板38が実際の電子装置中で機能している場合（例えば、自動車のエンジン制御ユニットとして機能している場合）に、このノイズ可視化測定で注入された高周波ノイズと同様のノイズが何らかの原因で発生すると、プリント基板38上

10

20

30

40

50

の対応した箇所付近のパターン及び素子を原因とする誤動作が発生する可能性が高いこととなる。

【0035】

しかしながら、図5のようなノイズデータのみでは、実際のプリント基板のどの部分から高周波ノイズが発生しているのか等を特定することが難しい場合がある。特に、プリント基板のプリント配線パターンが微細な場合や、プリント基板が多層に形成されている場合には、判別が難しい。

そこで、本発明の実施形態におけるノイズ可視化システム30では、検出されたノイズデータと、当該プリント基板の設計データとをデータ合成するようにした。試験対象物から検出したノイズデータと、試験対象物であるプリント基板38の設計データとをCAD用パーソナルコンピュータ51において合成し、具体的にどこから高周波ノイズが多く放射されているかを明確にすることを可能としている。

10

【0036】

図6に設計データであるCADデータの一例を示す。

図6では、試験対象物であるプリント基板38を表し、アンテナ43上にされた上方から見た場合であって、表面に実装されている電子部品の配置のみを図示した例である。実際のプリント基板では、その裏面にプリント配線パターンが設けられている。さらには、基板が多層に形成されている場合や、表面だけでなく、裏面にも電子部品が実装されている場合等種々の場合がある。

【0037】

20

図6に示したプリント基板においては、左下の「+」の記号の位置を基準にCADデータの作図がなされている。また、CADデータには、プリント基板の片面又は両面について、あるいは、多層に形成されている場合にはその各層について、プリント基板に係る設計データが記憶され、必要に応じて読み出せるようにされる。

【0038】

図7は、ノイズデータ用パーソナルコンピュータ41で処理した図5に示すノイズデータを、図6に示すCADデータと合成して、CAD用パーソナルコンピュータ51又はノイズデータ用パーソナルコンピュータ41のモニタ(図示せず)上に表示した例である。なお、この合成された画像データを、適当なプリンタ等の出力手段(図示せず)からプリントアウトすることも可能である。またモニタ上の表示や出力手段からの出力は、図7の方法に限ることなく、カラー表示や立体表示等、種々の表示方法を採用することができる。

30

【0039】

図7は、プリント基板38の電子部品の配置データと、ノイズデータとを合成したものである。しかしながら、CAD用パーソナルコンピュータ51に、プリント基板38に関する予め記憶された種々の設計データを読み出すことにより、検出されたノイズデータとプリント配線パターンとの合成、該ノイズデータと電子部品及びプリント配線パターンとの合成、又は、該ノイズデータと多層形成されたプリント基板の中間層のプリント配線パターンとの合成等、種々の画像を作成することが可能となる。そして、これらの画像から、例えば、検出されたノイズデータがどのプリント配線パターンによる影響が大きいかを判断することができる。

40

【0040】

次に、CAD用パーソナルコンピュータ51において、検出されたノイズデータと設計データとを合成する手順について説明する。

最初に、ノイズデータ用パーソナルコンピュータ41が、アンテナ43の微小アンテナ素子毎の強度データを微小アンテナ素子の座標データと共にCAD用パーソナルコンピュータ51に送信する。

【0041】

次に、試験対象物であるプリント基板38の位置データが、CAD用パーソナルコンピュータ51に入力される。すなわち、プリント基板38がアンテナ43のスキャンエリアSのどこを基準にして配置されているかを示すためである。ここでは、測定者が、アンテナ

50



43のスキャンエリアS上で、プリント基板38の左下に示される設計基準点の記号「+」(図6のB-24)があるポイント(図5の横10-縦35)を、キーボード等から位置データとして入力する。

【0042】

次に、ノイズデータ用パーソナルコンピュータ41からCAD用パーソナルコンピュータ51に送信されたノイズデータが、公知の変換方法によって、CAD用パーソナルコンピュータ51に記憶されているデータと適合する形式に変換される。

次に、予めCAD用パーソナルコンピュータ51に記憶されているプリント基板38の設計データであるCADデータがメモリ等から読み出される。

【0043】

次に、プリント基板38のCADデータにおける設計基準データ(図6のB-24)と、入力されたノイズデータの位置データ(図5の横10-縦36)とが一致するように原点位置合わせが行われ、両者のデータが合成される。

最後に、合成された画像データが、CAD用パーソナルコンピュータ51又はノイズデータ用パーソナルコンピュータ41のモニタに表示される(図7参照)。

【0044】

上述した手順では、アンテナ43における微小アンテナ素子の位置に対応した座標データを有するノイズデータを用いているが、これに限られることなく、各微小アンテナ素子の出力を処理することによって、さらに解像度の高いノイズデータを作成して、それを用いることもできる。

また、上述した手順では、アンテナ43のスキャンエリアS上における、プリント基板38の位置データを測定者が入力したが、所定の光学認識手段によって位置を認識して、自動的に位置データが入力されるようにすることもできる。また、予め、アンテナ43のスキャンエリアS上に基準となるポイントを決めておき、試験対象物は必ずそのポイントを基準にして配置するようにしてコンピュータにより自動処理させても良い。

【0045】

また、CADデータ中のプリント基板の向きは常に一定ではない。例えば、図6の例では基板の長手方向を図中の縦軸に合わせているが、CADデータの設計者は必ずこのように作図するとは限らず、例えばプリント基板の長手方向を図6中の横軸に合わせるように作図する場合もある。したがって、単純に原点位置合わせを行っただけでは、ノイズデータとCADデータの向きが一致しない場合が考えられる。そこで、原点位置合わせを行っただけのままノイズデータを回転させて、CADデータと合成できることが好ましい。

【0046】

ノイズデータは、少なくとも、90度、180度および270度回転できるようにすることが好ましい。また前記の回転は、公知の画像処理方法に従って行われるが、それは、操作者のキーボード上からの指示で行われるようにしても良いし、コンピュータがノイズデータとCADデータの向きを自動判別して、自動的にノイズデータを回転するようにしても良い。さらに、ノイズデータの代わりにCADデータの方を回転しても良い。

【0047】

また、設計データとしては、CADデータの他に、他のデータを用いることが可能である。しかしながら、ノイズデータとの原点位置合わせを行うために、少なくとも、設計基準データが必要である。

以上のように、図3及び図4に示した本実施形態によるノイズ可視化システムでは、図7に示されるように、アンテナ43で検出されたノイズデータと、CADによるプリント基板の設計データとを合成し、パーソナルコンピュータに付属するモニタ上で、或いは、他の表示手段で画像表示されることにより、試験対象物であるプリント基板38におけるノイズ発生経路状況を正確にかつ視覚的に把握することができる。

【0048】

しかしながら、試験対象物であるプリント基板38上では、種々の電子部品が装着され、プリント配線パターンも複雑化、高密度化、多層化されている。

10

20

30

40

50

このような状況にあるプリント基板に対して、図7においては、検出されたノイズデータの強度の分布について、図5に示される4レベルの濃度に従った白、灰色、黒の影で示した。しかし、図7では、種々に配置された電子部品又は配線パターンの画像とノイズ発生経路状況の画像とが重なり合うことになり、視認性が悪くなっている。

【0049】

また、ノイズデータの強度レベルを、白黒の濃度レベルではなく、例えば、強度レベルに対応して複数種の色によって、ノイズ発生分布を表示する場合がある。図7を例にすると、白黒の影の代わりに、例えば、最も強いレベルを赤色、次いで橙色、黄色、そして、最も弱いレベルを無色にというように表示することができる。

【0050】

このとき、種々に配置された電子部品又は配線パターンの画像とノイズ発生経路状況の画像とを重ね合わせると、無色の領域については、電子部品等の配置を直接見ることができるが、ノイズが発生している領域に位置する電子部品等は、ノイズ強度レベル表示のための色によって隠されてしまう。ノイズ発生が広範囲に亘る場合には、その発生状況と電子部品等との関係を把握しようとするとき、特に、視認性が悪くなる。

【0051】

そこで、本実施形態によるノイズ可視化システムにおいては、さらに、可視化におけるノイズ強度レベルの表示方法を改善し、画像の視認性を向上することとした。この表示方法について、図8乃至図12を参照して説明する。

ここでは、検出したノイズの強度レベルに対応した複数種の色によって、ノイズ発生分布を表示する場合について、図7を例にして説明する。同図中では、白黒の濃度で表しているが、例えば、最も強いレベルを赤色R、次いで橙色O、黄色Y、そして、最も弱いレベルを無色にというように表示する。

【0052】

ここで採用する可視化表示方法では、ノイズ発生経路状況について表示するノイズ可視化図の色線によるハッチングの線間隔を、表示状態条件に応じて任意に可変できるようにした。例えば、プリント基板上に配置されている電子部品に対する視認性を重視するため、ノイズ検出領域を色で区別されたハッチングによる線情報で表示することにし、これにより、ノイズが検出された領域であっても、線と線の間において、プリント基板上の電子部品等が表示されることになり、視認性が向上する。その領域には、色で区別された複数の線が存在することで、ノイズの発生経路の状況を把握することができる。

【0053】

さらに、ノイズレベルの変化が大きい領域では、ノイズが集中して発生していることを示し、この場合には、線間隔を狭くし、ノイズ発生経路を強調するように表示する。また、プリント基板上の電子部品や配線パターンが混み合っている領域に対しては、線間隔を広くして表示し、基板面の状態を見易くする。

これらのように、ノイズレベル変化率と基板面状態とを考慮して、ハッチングによる線間隔を表示状態条件に応じて変化させることにより、視認性を向上した。

【0054】

図8に、ノイズレベルの変化率に応じて、線間隔を変更してノイズ可視化表示する例を示した。同図の(a)では、線間隔が標準の場合を、(b)では、線間隔が狭められた場合を示している。そして、図9に、ノイズレベルの変化率に応じてノイズ可視化の表示形態を変更する処理動作のフローチャートを示した。

まず、ノイズデータ用パーソナルコンピュータ41は、アンテナ43からスペクトラム・アナライザ42を介して送られてくる微小アンテナで測定されたノイズ電圧を監視している(ステップS11)。この監視は、アンテナ43のスキャンエリアSの全域について行われ、隣り合う微小アンテナからのノイズ電圧に基づいてその変化率を演算する。

【0055】

このノイズ電圧の変化率について、予め設定した所定の閾値と比較し、この閾値に対する大小で、線間隔を変更するかどうかを判定し、変更の必要がある領域を決める(ステップ

10

20

30

40

50

S 1 2 )。

このとき、ノイズ電圧の変化率が所定値より小さい場合（変化率小）、ハッチングの線間隔を標準とし（ステップS 1 3）、C A D用パーソナルコンピュータ5 1のモニタ画面に反映させる（ステップS 1 5）。

【 0 0 5 6 】

一方、ステップS 1 2において、ノイズ電圧の変化率が所定値より大きい場合（変化率大）、ハッチングの線間隔を縮小して狭くし（ステップS 1 4）、C A D用パーソナルコンピュータ5 1のモニタ画面に反映させる（ステップS 1 5）。

この様子を、図8に、図7に表示された例を用いて示した。ノイズ電圧の変化率が所定値より小さい場合（変化率小）、同図の（a）に示されるように、ハッチングの線間隔は標準で表示される。図7の表示例によるノイズ発生経路を示している領域である縦1 6 - 2 1について見ると、図示のような赤色領域R 1、橙色領域O 1及び黄色領域Y 1となっている。

10

【 0 0 5 7 】

ところが、縦1 8 - 2 0の領域において、ノイズ電圧の変化率は所定閾値より大となっている場合には、同図の（b）に示されるように、（a）の標準の線間隔より狭いハッチングとする。そのハッチングされる領域は、赤色領域R 2、橙色領域O 2、及び黄色領域Y 2のようになる。

ここで、ハッチング領域における線間隔の変更は、ノイズ電圧の変化率が所定値を超える連続した同色の領域について行われ、例えば、図7の縦2 - 1 0の領域に対してはその間隔は変更されない。これによって、急激に変化しているノイズ発生経路だけを強調することができる。勿論、図7の縦2 - 1 0の領域でも、ノイズ電圧変化率が所定閾値を超える領域を含んでいれば、線間隔が変更される。

20

【 0 0 5 8 】

これまで、ノイズ発生経路の視認性を優先する場合の例を説明したが、次に、プリント基板に係る電子部品や配線パターンのレイアウトの視認性を優先する場合について、図1 0及び図1 1を参照して説明する。

上述したのと同様に、図7のノイズ発生経路の表示例を用いて、縦3 - 6、横G - Kにおいて、電子部品が混み合っているとするとする。この領域については、他の領域と比較して特にそのレイアウトの視認性が求められることになる。そこで、C A Dによる当該プリント基板の設計データ中に、この領域に対しては、電子部品が混み合っている、或いは、配線パターンが複雑又は高密度である等の集中度を示す属性情報を入力しておく。

30

【 0 0 5 9 】

C A D用パーソナルコンピュータ5 1のモニタ画面に、図7に示されるようなノイズ可視化図を表示するとき、読み出された集中度に基づいて、当該領域に係るハッチングの線間隔を変更するようにする。この様にすることにより、C A Dレイアウトを監視しておくこと、プリント基板における配線パターンが混み合っている、或いは、電子部品が集中的に実装されている等の領域について、自動的にノイズ発生経路表示のハッチング間隔を広く変更でき、配線パターンや電子部品等の視認性を向上することができる。

【 0 0 6 0 】

図1 0に、配線パターンや電子部品の混み具合を示すC A Dレイアウトの集中度に応じて、線間隔を変更してノイズ可視化表示する例を示した。同図の（a）では、線間隔が標準の場合を、（b）では、線間隔が拡大された場合を示している。そして、図1 1に、C A Dレイアウトの集中度に応じて、ノイズ可視化の表示形態を変更する処理動作のフローチャートを示した。

40

【 0 0 6 1 】

先ず、C A D用パーソナルコンピュータ5 1は、試験対象となっているプリント基板に係るC A Dデータに基づいてC A Dレイアウトを監視している（ステップS 2 1）。この監視は、C A Dレイアウトの集中度が当該プリント基板においてどうなっているかを読み出すものである。

50

当該プリント基板について読み出された集中度を予め設定入力された所定値と比較し、ハッチングの線間隔を変更する必要があるかどうかについて、当該プリント基板上の表示領域毎に判定を行う（ステップS22）。

【0062】

このとき、集中度が所定値より小さい場合（集中度小）、ハッチングの線間隔を標準とし（ステップS23）、CAD用パーソナルコンピュータ51のモニタ画面に反映させる（ステップS25）。

一方、ステップS22において、集中度が所定値より大きい場合（集中度大）、ハッチングの線間隔を拡大して広くし（ステップS24）、CAD用パーソナルコンピュータ51のモニタ画面に反映させる（ステップS25）。

10

【0063】

この様子を、図10に、図7に表示された例を用いて示した。集中度が所定値より小さい場合（集中度小）、同図の（a）に示されるように、ハッチングの線間隔は標準で表示されることになる。図7の表示例によるノイズ発生経路の状況を示す縦2-6の領域について見ると、図示のような橙色領域O3及び黄色領域Y3となる。

【0064】

ところが、縦2-6の領域において、読み出された集中度が所定値より大となっている場合には、同図の（b）に示されるように、（a）の標準の線間隔より広いハッチングとする。そのハッチング領域は、橙色領域O4及び黄色領域Y4のようになる。

ここで、ハッチング領域における線間隔の変更は、集中度が所定値を超えているハッチング領域であって、変更対象の領域に連続した領域について行われる。例えば、図7の縦16-21のハッチング領域では、集中度が所定値を超えておらず、変更対象領域とも離れているので、その領域における線間隔は変更されない。

20

【0065】

これによって、配線パターン又は電子部品が混み合っている部位について、ノイズ発生経路の状況を把握しつつ、視認性を向上することができる。勿論、図7の縦16-21の領域でも、集中度が所定値を超える領域を含んでいれば、線間隔が変更される。

以上のように、図7に示されるようなノイズ可視化表示について、その表示領域をハッチングで表したとき、ノイズ電圧の変化率又はCADレイアウトの集中度のどちらかを監視し、それらの度合いに応じて、ハッチングの線間隔を変更することにより、ノイズ発生経路状況を強調し、又は基板パターン、電子部品等の混み具合を目立たせ、そのどちらかを優先的に表示画面での視認性を向上するものであった。

30

【0066】

しかし、種々のプリント基板の中には、例えば、ノイズ電圧の変化率が大きい領域と、CADレイアウトの集中度が高い領域とが共に重なっている場合が有り得る。このような場合に、上述したようなノイズ電圧の変化率とCADレイアウトの集中度のどちらかを優先的に監視することになると、相反する方向にハッチング線間隔を変更することになるため、ノイズ可視化表示画面での視認性向上を混乱させる。

【0067】

そこで、これらの表示状態条件の両方を共に必要とする場合であっても、ノイズ可視化表示において、中間的なハッチング線間隔を用意し、監視条件に応じて自動的に線間隔を変更制御できるようにした。

40

図12に、ノイズ電圧の変化率とCADレイアウトパターンの集中度とを同時に監視し、その表示状態条件に応じてノイズ可視化の表示形態を変更する処理動作を説明するフローチャートを示した。

【0068】

先ず、ステップS31において、ノイズ電圧の変化率とCADレイアウトの集中度の両方を監視する。ノイズ電圧の変化率及びCADレイアウトの集中度の監視は、図9及び図11の各監視と同様の手順で行われるが、これらは、ノイズ可視化表示の際に同時に考慮される。

50

次に、ステップS32において、検出されたノイズ電圧の変化率と読み出されたCADレイアウトの集中度の判定を、それぞれの所定値に対する大小比較で行う。これらの大小の組み合わせにより、監視条件に応じた表示状態の場合分けがされる。

【0069】

電圧変化率が小で、レイアウト集中度が大である場合には（変化率小、集中度大）、表示領域のハッチング線間隔を拡大して広くする（ステップS33）。そして、当該領域の表示状態について、この線間隔によるハッチングがCAD画面に反映される（ステップS36）。この場合は、図7に示された例によれば、縦2 - 10に適用される。

【0070】

ステップS32において、電圧変化率が小で、レイアウト集中度が小である場合には（変化率大、集中度小）、表示領域のハッチング線間隔を縮小して狭くする（ステップS34）。そして、当該領域の表示状態について、この線間隔によるハッチングがCAD画面に反映される（ステップS36）。この場合は、図7に示された例によれば、縦16 - 21に適用される。

【0071】

次に、ステップS32において、電圧変化率が小で、レイアウト集中度も大である場合には（変化率大、集中度大）、当該表示領域のハッチングの線間隔を標準のままとする（ステップS35）。この場合は、視認性を向上するとすれば、ノイズ発生経路状況の観点では、線間隔を狭く、そして、レイアウトの混み具合の観点からは、線間隔を広くする必要があるが、双方の条件に従って同時には表示することができないので、表示画面上では、双方の条件を取り入れて中間的なものとして、当該領域のハッチングの線間隔を標準とする。

【0072】

また、電圧変化率が小で、レイアウト集中度も小である場合には（変化率小、集中度小）、特に、視認性向上を要しないとして、当該領域のハッチングの線間隔を標準とする（ステップS35）。そして、これらの表示状態について、標準の線間隔によるハッチングがCAD画面に反映される（ステップS36）。

このように、プリント基板から検出されたノイズ電圧の変化率から、ノイズ発生経路状況を判定し、当該プリント基板のCAD設計データに基づいて配線パターンや電子部品に係るレイアウトの混み具合を判定するようにしたので、この判定に応じて様々なノイズ発生経路の表示形態を選択することができる。

【0073】

なお、これまで、ノイズ可視化表示に関して、そのノイズレベルをランク分けした色でノイズ表示領域を表し、その領域を所定間隔の線によるハッチングで示した。そして、その線自体の幅については、一定のものとした。

しかし、表示状態の視認性を向上できるものであれば、一定幅による線の密度を変更することに限られず、例えば、線密度は一定とし、線幅を変更するものであってもよい。また、線密度と線幅の両方の変更を採用することもできる。

【0074】

さらに、ハッチングではなく、丸形、四角形等によるドットによってノイズの可視化をすることができ、このドットにノイズレベルのランクに対応した色を割り当て、ノイズ発生経路状況をそのドットで表示し、ドットの密度又はドットの大小を変更するようにしてもよい。

以上のとおり、本発明の実施形態によるノイズ可視化システムによれば、検出されたノイズデータとCADによる設計データとが合成され、ノイズ可視化表示による画像によってノイズ発生経路を検証することができ、試験対象物であるプリント基板等が予想される電磁環境下において誤動作しないかどうかを、表示画面上でその状況を視認することができる。そして、誤動作する可能性を見出した場合には、対象となる高周波ノイズに対して誤動作が発生しないように、表示画像から明確に位置が特定される箇所を中心に、回路パターンの変更や電子部品自体の変更等の対策を講じることができる。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 7 5 】

さらに、C A Dデータを用いているので、試験対象物の表面のみではなく、電子部品の配置図またはプリント配線パターンとノイズデータとを合成すること等が可能となり、効率的に誤動作が発生する箇所の特定が図られることとなった。特に、重層基板の場合には、表面からでは見ることができない中間層におけるプリント配線基板等とノイズデータを合成することができるので、より効率的に誤動作が発生する箇所の特定が図られる。

## 【 0 0 7 6 】

また、プリント基板上に配置されたマイコン等のクロックを原因とする通常動作時における試験対象物自らの放射（又は伝導）ノイズ（エミッション）においても、同システムにより、画像から明確に位置が特定された箇所を中心に回路パターンの変更や電子部品自体の変更等を行える。このような通常動作時における試験対象物自らの放射（又は伝導）ノイズを検出するには、試験対象物の通常動作が行われるような信号（例えば電源電圧）を、ワイヤ・ハーネスを介してプリント基板に対して注入し、試験対象物を通常動作させ、このときにおいて試験対象物自らの放射（又は伝導）ノイズをアンテナにて検出させるようにすればよい。

10

## 【 0 0 7 7 】

さらに、ノイズ可視化表示した画像によって、プリント基板の配線パターンや電子部品等の装着位置に対応させてノイズ発生経路を簡単に検証することができ、その検証時において、ノイズ発生経路の状況を、ノイズ電圧の変化率又はレイアウトの集中度に応じて、ノイズ発生経路の領域の表示形態を変更するようにしたので、ノイズ発生経路状況又はプリント基板自体のレイアウトに関する表示画面の視認性を向上することができた。

20

## 【 0 0 7 9 】

更に、ノイズ試験として、ノイズ注入又は電子部品からのノイズ測定を前提としているが、これに限らず、シミュレーションにより電子部品から発生するノイズを予測するノイズシミュレータを前提としても良い。

## 【 0 0 8 0 】

## 【発明の効果】

このように、試験対象物から放射される高周波ノイズのノイズデータと試験対象物のC A D設計データを合成し、試験対象物上で高周波ノイズが注入される経路や、誤動作が発生する可能性の高い領域、配線パターン、電子部品等の位置を明確に特定することができる。

30

## 【 0 0 8 1 】

したがって、イミュニティ試験やエミッション試験の前に（場合によっては後に）、そのような誤動作が発生しない回路に設計変更する場合に、従来のトライ・アンド・エラー方式を採用する必要が無くなり、設計の効率化及び試験工数の削減が図られることとなった。

本発明のノイズ可視化システム及びその表示方法によれば、得られたノイズデータと試験対象物の設計データとを合成することができ、ノイズ発生経路状況を試験対象物の画像中に表示するようにして、ノイズ可視化画像の視認性を向上させることができる。

40

## 【 0 0 8 2 】

さらに、得られたノイズデータの変化率又は試験対象物の設計データであるC A Dデータの集中度に応じてノイズ画像の表示形態を変更することにより、ノイズ可視化画像の視認性を向上させることができる。

## 【図面の簡単な説明】

【図1】従来技術における試験方法の概略を示す図である。

【図2】別の従来技術における試験方法の概略を示す図である。

【図3】本発明に係わるノイズ可視化システムの概略構成を示す図である。

【図4】本発明に係わるノイズ可視化システムの具体的構成の一部を拡大して示した図である。

【図5】本発明に係るノイズ可視化システムにおいて測定されたノイズデータの画像の一

50

例を示す図である。

【図6】設計されたプリント基板に係るCADデータの画像の一例を示す図である。

【図7】本発明に係わるノイズ可視化システムにおいてノイズデータとCADデータを合成した画像の一例を示す図である。

【図8】図7に示された画像中でノイズ電圧の変化率が大きい部位に関するノイズ可視化表示の変更例を示す図である。

【図9】ノイズ電圧の変化率に応じてノイズ可視化の表示形態を変更する処理動作を説明するフローチャートを示す図である。

【図10】図7に示された画像中でCADレイアウトパターンの集中度が大きい部位に関するノイズ可視化表示の変更例を示す図である。

10

【図11】CADレイアウトパターンの集中度に応じてノイズ可視化の表示形態を変更する処理動作を説明するフローチャートを示す図である。

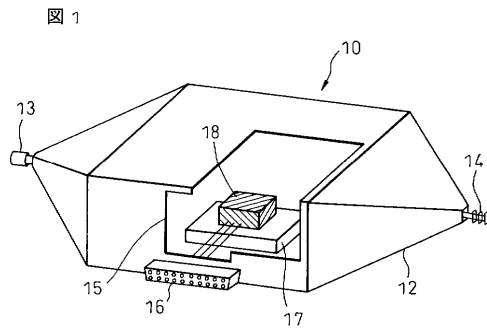
【図12】ノイズ電圧の変化率とCADレイアウトパターンの集中度を考慮してノイズ可視化の表示形態を変更する処理動作を説明するフローチャートを示す図である。

【符号の説明】

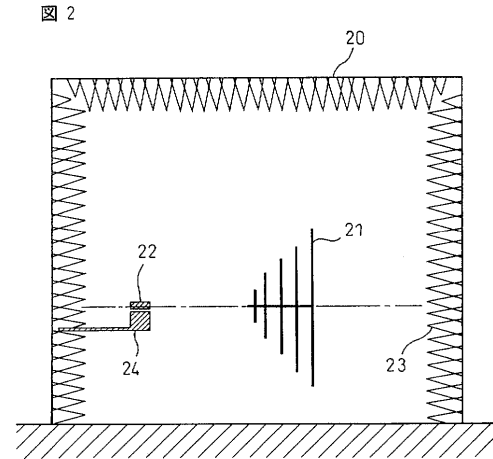
- 10 ... TEMセル法における試験装置
- 20 ... アンテナ照射法における電波暗室
- 30 ... ノイズ可視化システム
- 31 ... 制御用パーソナルコンピュータ
- 32 ... 信号発生器
- 34、42 ... スペクトラム・アナライザ
- 36 ... モニタ・プローブ
- 37 ... インジェクション・プローブ
- 38 ... プリント基板
- 39 ... インタフェース
- 40 ... ワイヤ・ハーネス
- 41 ... ノイズデータ用パーソナルコンピュータ
- 43 ... アンテナ
- 51 ... CAD用パーソナルコンピュータ

20

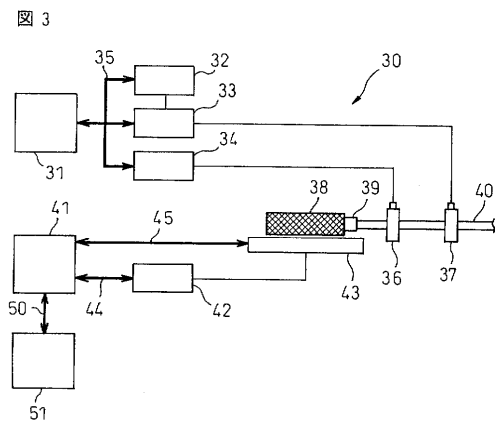
【図 1】



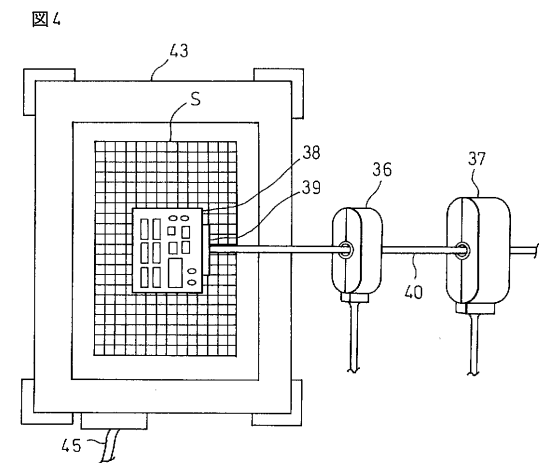
【図 2】



【図 3】

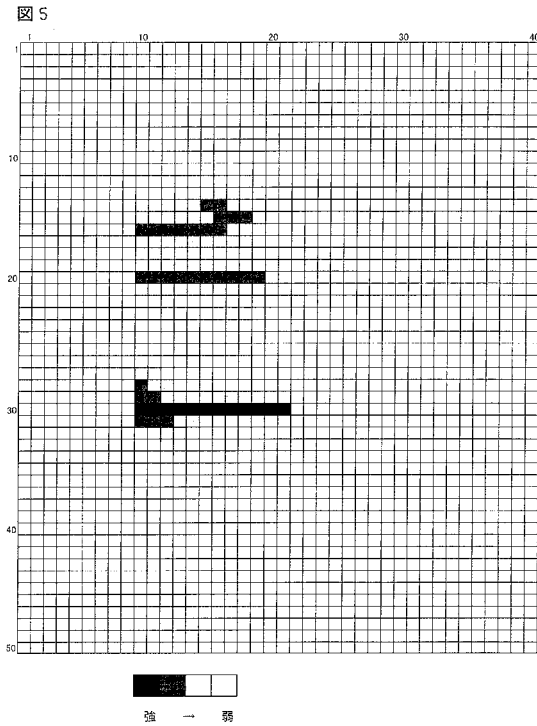


【図 4】

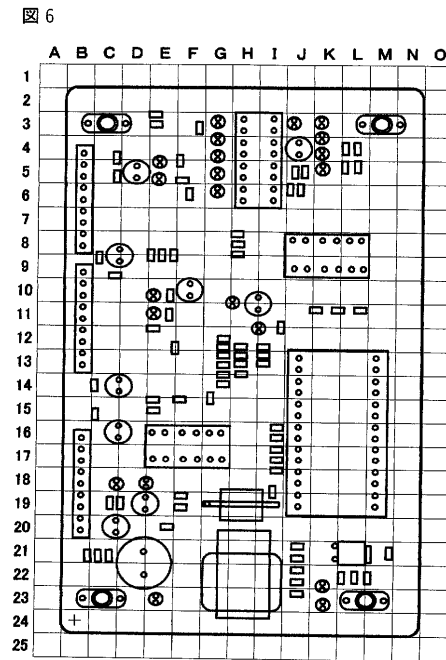




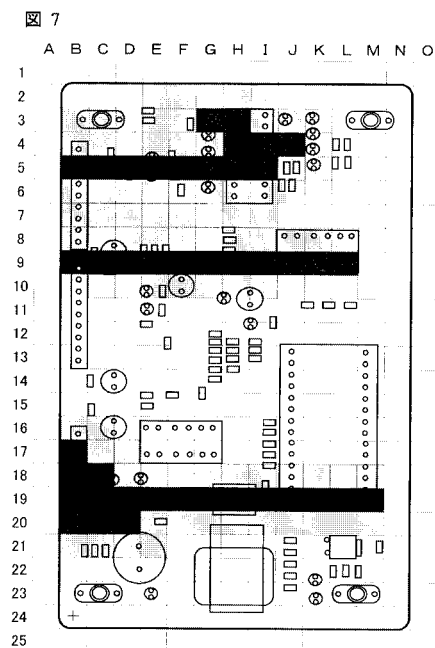
【図 5】



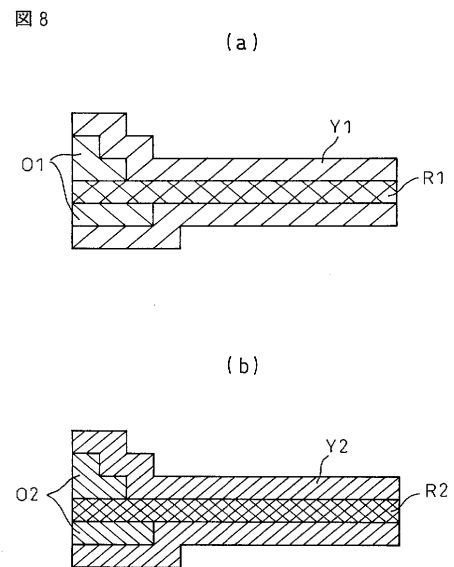
【図 6】



【図 7】

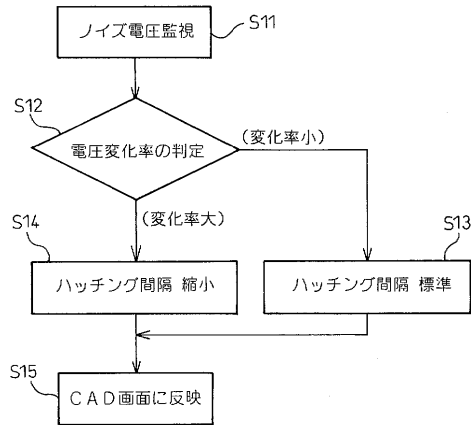


【図 8】



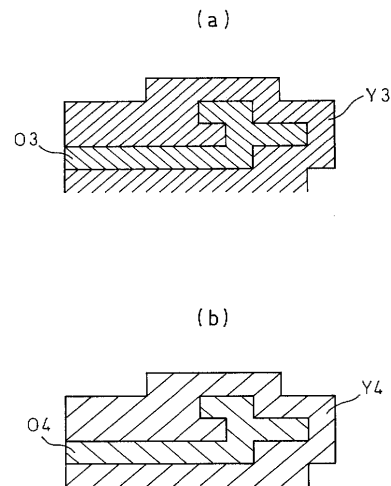
【図 9】

図9



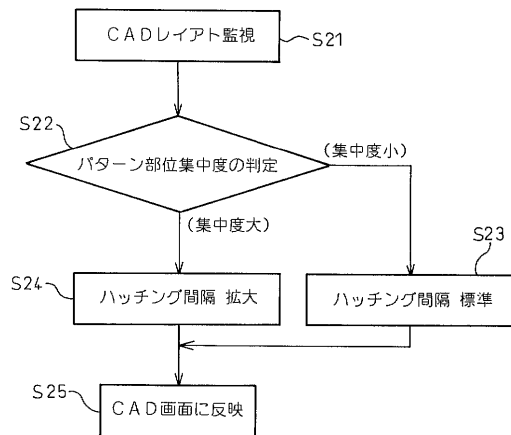
【図 10】

図10



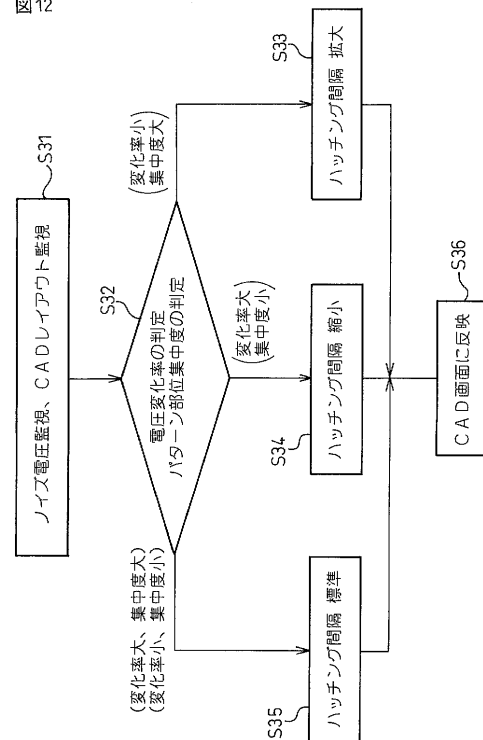
【図 11】

図11



【図 12】

図12



---

フロントページの続き

(72)発明者 大竹 正道

兵庫県神戸市兵庫区御所通1丁目2番28号 富士通テン株式会社内

審査官 中村 直行

(56)参考文献 特開2000-019204(JP,A)

特開平05-312867(JP,A)

特開平07-035792(JP,A)

特開平09-096662(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01R 29/08-10

G01R 31/00

G06F 17/50