

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5737672号
(P5737672)

(45) 発行日 平成27年6月17日(2015.6.17)

(24) 登録日 平成27年5月1日(2015.5.1)

(51) Int.Cl.		F I			
GO 1 R 29/08	(2006.01)	GO 1 R	29/08		D
GO 1 R 29/26	(2006.01)	GO 1 R	29/08		F
		GO 1 R	29/26		E

請求項の数 6 (全 24 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2010-522601 (P2010-522601)</p> <p>(86) (22) 出願日 平成21年7月22日 (2009.7.22)</p> <p>(86) 国際出願番号 PCT/JP2009/003429</p> <p>(87) 国際公開番号 W02010/013408</p> <p>(87) 国際公開日 平成22年2月4日 (2010.2.4)</p> <p>審査請求日 平成24年5月24日 (2012.5.24)</p> <p>(31) 優先権主張番号 特願2008-193845 (P2008-193845)</p> <p>(32) 優先日 平成20年7月28日 (2008.7.28)</p> <p>(33) 優先権主張国 日本国(JP)</p> <p>前置審査</p>	<p>(73) 特許権者 504160781 国立大学法人金沢大学 石川県金沢市角間町ヌ7番地</p> <p>(74) 代理人 100109210 弁理士 新居 広守</p> <p>(72) 発明者 八木谷 聡 日本国石川県金沢市角間町ヌ7番地 国立 大学法人金沢大学内</p> <p>(72) 発明者 清水 貴夫 日本国石川県金沢市角間町ヌ7番地 国立 大学法人金沢大学内</p> <p>(72) 発明者 山中 雄介 日本国石川県金沢市角間町ヌ7番地 国立 大学法人金沢大学内</p> <p style="text-align: right;">最終頁に続く</p>
---	--

(54) 【発明の名称】 電波強度計測装置および電波強度計測システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

電波の強度を計測するための電波強度計測装置であって、
複数の測定領域を有する平面を有し、前記平面に入射される前記電波を吸収する電波吸収部と、

前記複数の測定領域における、前記電波の強度を測定する測定部と
を備え、

前記複数の測定領域の各々の近傍には、測定部材が配置され、

前記測定部は、前記複数の測定領域の各々の近傍に配置される前記測定部材により消費される電力を測定することにより、前記複数の測定領域における、前記電波の強度を測定し、

複数の前記測定部材は行列状に配置され、

前記複数の測定部材のうち、行方向に並ぶ一部の測定部材を使用して、前記測定部により測定される前記電波の強度と、前記複数の測定部材のうち、列方向に並ぶ一部の測定部材を使用して、前記測定部により測定される前記電波の強度とに基づいて、前記電波の偏波方向を識別する偏波方向識別部を備える、
電波強度計測装置。

【請求項 2】

前記電波吸収部は、共振した場合に前記電波を最大限に吸収する複数の共振回路を含み、

10

20

前記複数の共振回路の各々の共振周波数を変更する共振周波数変更部をさらに備える、請求項 1 に記載の電波強度計測装置。

【請求項 3】

前記測定部は、前記複数の測定領域における前記電波の強度をそれぞれ同時に測定する複数の測定回路を含む、

請求項 1 に記載の電波強度計測装置。

【請求項 4】

前記複数の測定回路によりそれぞれ測定された複数の前記電波の強度をスキャンして収集するデータ収集部をさらに備える、

請求項 3 に記載の電波強度計測装置。

10

【請求項 5】

請求項 4 に記載の電波強度計測装置と、表示装置とを含む電波強度計測システムであって、

前記電波強度計測装置は、さらに、

前記データ収集部により収集された前記複数の電波の強度を、前記表示装置へ送信する送信部を備え、

前記表示装置は、

前記送信部から受信した前記複数の電波の強度に基づいて、前記複数の電波の強度を、前記測定領域の位置に対応させて可視化した画像である電波強度分布画像を生成する画像生成部と、

20

前記画像生成部により生成された前記電波強度分布画像を表示する表示部とを備える、

電波強度計測システム。

【請求項 6】

前記複数の測定回路は、所定時間毎に、前記複数の測定領域における前記電波の強度をそれぞれ測定し、

前記画像生成部は、前記所定時間毎に前記複数の測定回路によりそれぞれ測定された複数の前記電波の強度に基づいて前記電波強度分布画像を生成し、

前記表示部は、前記画像生成部により前記所定時間毎に生成された前記電波強度分布画像を更新しながら表示する、

30

請求項 5 に記載の電波強度計測システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、電波強度を測定する電波強度計測装置および電波強度計測システムに関する。

【背景技術】

【0002】

様々な電子機器から放射される電波（電磁波）ノイズが、実際に機器のどの部分から発生しているかを特定するためには、機器周辺での電波ノイズの空間分布を知ることが重要である。また、通信機器に組み込んだアンテナの指向性等を評価する場合も、放射される電波強度の空間分布を計測する必要がある。特許文献 1 には、複数の測定点に、電磁界プローブを順次移動させることにより、電波強度の空間分布を計測する技術（以下、従来技術 A ともいう）が開示されている。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2003 - 66079 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

50

【0004】

しかしながら、従来技術Aでは、複数の測定領域（測定点）の電波強度を測定するには、当該複数の測定領域に、電磁界プローブを順次移動させる必要がある。そのため、従来技術Aでは、複数の測定領域における電波強度を、短時間で測定することは困難である。

【0005】

本発明は、上記課題を解決するためのものであって、複数の測定領域における、電波強度を、短時間で測定することが可能な電波強度計測装置および電波強度計測システムを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

上述の課題を解決するために、本発明のある局面に従うと、電波の強度を計測するための電波強度計測装置は、複数の測定領域を有する平面を有し、平面に入射される電波を吸収する電波吸収部と、複数の測定領域における、電波の強度を測定する測定部とを備える。

【0007】

好ましくは、複数の測定領域の各々の近傍には、測定部材が配置され、測定部は、複数の測定領域の各々の近傍に配置される測定部材を使用して、複数の測定領域における、電波の強度を測定する。

【0008】

好ましくは、複数の測定部材は行列状に配置され、複数の測定部材のうち、行方向に並ぶ一部の測定部材を使用して、測定部により測定される電波の強度と、複数の測定部材のうち、列方向に並ぶ一部の測定部材を使用して、測定部により測定される電波の強度とに基づいて、電波の偏波方向を識別する偏波方向識別部をさらに備える。

【0009】

好ましくは、電波吸収部は、共振した場合に電波を最大限に吸収する複数の共振回路を含み、複数の共振回路の各々の共振周波数を変更する共振周波数変更部をさらに備える。

【0010】

好ましくは、測定部は、複数の測定領域における電波の強度をそれぞれほぼ同時に測定する複数の測定回路を含む。

【0011】

好ましくは、複数の測定回路によりそれぞれ測定された複数の電波の強度をスキャンして収集するデータ収集部をさらに備える。

【0012】

本発明の他の局面に従う電波強度計測システムは、電波吸収部が有する平面が有する複数の測定領域における、電波の強度を測定する電波強度計測装置と、表示装置とを含む。電波強度計測装置は、さらに、データ収集部により収集された複数の電波の強度を、表示装置へ送信する送信部を備え、表示装置は、表示装置から受信した複数の電波の強度に基づいて、複数の電波の強度を、測定領域の位置に対応させて可視化した画像である電波強度分布画像を生成する画像生成部と、画像生成部により生成された電波強度分布画像を表示する表示部とを備える。

【0013】

好ましくは、複数の測定回路は、所定時間毎に、複数の測定領域における電波の強度をそれぞれ測定し、画像生成部は、所定時間毎に複数の測定回路によりそれぞれ測定された複数の電波の強度に基づいて電波強度分布画像を生成し、表示部は、画像生成部により所定時間毎に生成された電波強度分布画像を更新しながら表示する。

【発明の効果】

【0014】

本発明に係る電波強度計測装置は、電波吸収部が有する平面が有する複数の測定領域における、電波の強度を測定する。したがって、複数の測定領域における、電波強度を短時間で測定することができる。

10

20

30

40

50

【 0 0 1 5 】

本発明に係る電波強度計測システムは、電波吸収部が有する平面が有する複数の測定領域における、電波の強度を測定する電波強度計測装置を含む。したがって、複数の測定領域における、電波強度を短時間で測定することができる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 6 】

【 図 1 】 図 1 は、実施の形態 1 における電波強度計測装置の一部である電波吸収部の外観を示す図である。

【 図 2 A 】 図 2 A は、電波吸収部の断面を説明するための図である。

【 図 2 B 】 図 2 B は、電波吸収部の断面を説明するための図である。

10

【 図 3 】 図 3 は、電波吸収部の表面に配置される複数のセルの一部を詳細に示す図である。

【 図 4 A 】 図 4 A は、電波吸収部の断面を説明するための図である。

【 図 4 B 】 図 4 B は、電波吸収部の断面を説明するための図である。

【 図 5 】 図 5 は、実施の形態 1 における電波強度計測装置の構成を示す図である。

【 図 6 】 図 6 は、実施の形態 2 における電波強度計測装置の構成を示すブロック図である。

【 図 7 】 図 7 は、電波吸収部の表面において生じる、電波の電界の吸収について説明するための図である。

【 図 8 A 】 図 8 A は、実施の形態 3 における電波吸収部を説明するための図である。

20

【 図 8 B 】 図 8 B は、実施の形態 3 における電波吸収部を説明するための図である。

【 図 8 C 】 図 8 C は、実施の形態 3 における電波吸収部を説明するための図である。

【 図 9 】 図 9 は、電波吸収部の構成を詳細に示す図である。

【 図 1 0 】 図 1 0 は、実施の形態 3 の電波強度計測装置における電波吸収部の断面の構成を詳細に示す図である。

【 図 1 1 】 図 1 1 は、実施の形態 4 における電波強度計測装置の構成を示すブロック図である。

【 図 1 2 】 図 1 2 は、電波吸収部の表面の構成を示す図である。

【 図 1 3 】 図 1 3 は、電波吸収部を構成する、2つの基板の外観を示す図である。

【 図 1 4 】 図 1 4 は、実施の形態 5 における電波強度計測システムの構成を示すブロック図である。

30

【 図 1 5 】 図 1 5 は、表示装置の表示部に、電波強度分布画像が表示されている状態を示す図である。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 1 7 】

以下、図面を参照しつつ、本発明の実施の形態について説明する。以下の説明では、同一の部品には同一の符号を付してある。それらの名称および機能も同じである。したがって、それらについての詳細な説明は繰り返さない。

【 0 0 1 8 】

(実施の形態 1)

40

図 1 は、実施の形態 1 における電波強度計測装置 1 0 0 0 の一部である電波吸収部 1 0 0 の外観を示す図である。電波強度計測装置 1 0 0 0 は、電波の強度を計測するための装置である。

【 0 0 1 9 】

図 1 に示されるように、電波強度計測装置 1 0 0 0 は、電波吸収部 1 0 0 を備える。電波吸収部 1 0 0 の形状は、シート（薄板）状である。電波吸収部 1 0 0 の表面は、電波源 R W 1 0 から照射される電波を吸収する。電波吸収部 1 0 0 は、誘電体基板（プリント基板）である。なお、電波吸収部 1 0 0 は、誘電体基板に限定されることなく、他の種類の基板であってもよい。なお、電波吸収部 1 0 0 は、測定者が容易に持ち運び可能なサイズであるとする。

50

【 0 0 2 0 】

電波吸収部 1 0 0 の表面には、複数のセル（セル C L 1 1 , C L 1 2 , . . . , C L 2 1 , C L 2 2 , . . . ）が行列状に配置される。以下においては、電波吸収部 1 0 0 の表面に配置される各セルを、セル C L と表記する。したがって、セル C L 1 1 , C L 1 2 , . . . , C L 2 1 , C L 2 2 の各々は、セル C L と表記する。複数のセル C L の各々は、銅板により形成される方形電極である。なお、セル C L の形状は、方形に限定されることなく、たとえば、三角形、六角形等の他の形状であってもよい。

【 0 0 2 1 】

電波吸収部 1 0 0 の表面に配置される複数のセル C L の各々は、電波源 R W 1 0 から照射される電波の波長よりも十分に短い間隔で行列状に配置される。また、電波吸収部 1 0 0 の表面に配置される複数のセル C L の各々の縦、横の長さ（サイズ）は、電波源 R W 1 0 から照射される電波の波長よりも十分に短いとする。

【 0 0 2 2 】

電波源 R W 1 0 から照射される電波の周波数は、一例として、8 0 0 M H z ~ 2 . 4 G H z の間の周波数であるとする。なお、周波数が 8 0 0 M H z の電波の波長は、3 7 . 5 c m である。また、周波数が 2 . 4 G H z の電波の波長は、1 2 . 5 c m である。この場合、たとえば、セル C L 1 1 と、セル C L 1 2 との間隔は、一例として、1 ミリメートルであるとする。また、たとえば、セル C L 1 1 の縦および横の長さは、一例として、2 0 ミリメートルであるとする。以下においては、電波吸収部 1 0 0 の表面に入射される電波を、表面入射電波という。

【 0 0 2 3 】

電波吸収部 1 0 0 の裏面は、グランドとして機能する銅板で覆われる。なお、電波吸収部 1 0 0 の裏面は、銅板に限定されることなく、他の金属の板であってもよい。以下においては、電波吸収部 1 0 0 の裏面を、グランド面という。電波吸収部 1 0 0 の表面に配置される複数のセル C L の各々の表面は、ショートピン（以下、ビアという）により、グランド面と電氣的に接続される。たとえば、セル C L 1 1 の表面は、ビア V 1 1 により、グランド面と電氣的に接続される。

【 0 0 2 4 】

電波吸収部 1 0 0 の裏面には、詳細は後述するが、電波吸収部 1 0 0 の表面に照射される電波の強度を測定するための複数の測定回路が配置される。

【 0 0 2 5 】

図 2 A および図 2 B は、電波吸収部 1 0 0 の断面を説明するための図である。図 2 A は、電波吸収部 1 0 0 の断面図である。なお、電波吸収部 1 0 0 の表面の各セル C L 間には、後述する、図示しない抵抗が設けられるが、ここでは、説明を簡単にするため、抵抗を図示していない。

【 0 0 2 6 】

図 2 A に示されるように、電波吸収部 1 0 0 の断面図の構成により、表面入射電波に対して、電波吸収部 1 0 0 は、図 2 B に示されるように、等価的に L C 並列回路として機能する。すなわち、電波吸収部 1 0 0 は、表面入射電波に対して、L C 並列回路としてのインピーダンスを持つシートとして機能する。すなわち、電波吸収部 1 0 0 は、周波数により入射電波の反射位相を変えたり、特定の周波数帯の表面波伝搬を遮断（バンドギャップ）したりする性質を持つ。

【 0 0 2 7 】

図 3 は、電波吸収部 1 0 0 の表面に配置される複数のセル C L の一部を詳細に示す図である。図 3 に示されるように、電波吸収部 1 0 0 の表面に配置される複数のセル C L の各々は、抵抗により電氣的に接続される。たとえば、セル C L 1 1 は、抵抗 R 1 1 により、セル C L 1 2 と電氣的に接続される。また、セル C L 1 1 は、抵抗 R 1 1 D により、セル C L 2 1 と電氣的に接続される。

【 0 0 2 8 】

すなわち、複数のセル C L の各々の近傍には、1 以上の抵抗が配置される。図 3 に示さ

10

20

30

40

50

れるように、電波吸収部 100 には、複数の抵抗が配置される。電波吸収部 100 に配置される複数の抵抗は、行列状に配置される。

【0029】

電波吸収部 100 の表面に配置される各セル CL 間を接続する抵抗は、当該抵抗に接続されているセル CL において吸収される電波の電力（エネルギー）を消費する。なお、各セル CL 間を接続する抵抗の値は、一例として、377 オームであるとする。

【0030】

図 4 A および図 4 B は、電波吸収部 100 の断面を説明するための図である。図 4 A は、電波吸収部 100 の断面図である。

【0031】

図 4 A に示されるように、電波吸収部 100 の断面図の構成により、電波吸収部 100 の表面への入射電波に対して、電波吸収部 100 は、図 4 B に示されるように、抵抗と、LC 並列回路とが並列に接続される回路として機能する。当該抵抗は、等価的に自由空間の波動インピーダンスと整合したシート抵抗となる。

【0032】

ここで、電波吸収部 100 の表面に対し、LC 並列回路の共振周波数と同じ周波数の電波が入射すると、LC 並列回路のインピーダンスが無限大となる。この場合、LC 並列回路は、存在しないことと同様になり、シート抵抗のみが、入射電波と整合して電波を吸収する。なお、電波吸収部 100 は、いわゆる、 $\lambda/4$ 型電波吸収体（波長の $1/4$ の厚さが必要）と同じ原理であるが、図 4 A により示される構造および図 4 B に示す等価回路により、電波吸収部 100 は、入射電波の波長よりも極めて薄くできる。

【0033】

図 5 は、実施の形態 1 における電波強度計測装置 1000 の構成を示す図である。

【0034】

図 5 に示されるように、電波強度計測装置 1000 は、測定部 200 をさらに備える。測定部 200 は、複数の電波強度を測定する。測定部 200 は、複数の測定回路（測定回路 211.1, 211.2, 211.3, ...）を含む。以下においては、測定回路 211.1, 211.2, 211.3 の各々を、単に、測定回路 211 とともに表記する。すなわち、測定部 200 に含まれる各測定回路を、測定回路 211 とともに表記する。

【0035】

各測定回路 211 は、図 5 で示すように、電波吸収部 100 の表面に配置される複数のセル CL の各々に接続される抵抗の両端に電氣的に接続される。たとえば、測定回路 211.1 は、セル CL 11 と、セル CL 12 とを接続する抵抗 R 11 の両端に電氣的に接続される。各測定回路 211 は、対応する抵抗により消費される電力を測定する。

【0036】

前述したように、電波吸収部 100 の表面に配置される各セル CL 間を接続する抵抗は、接続されているセル CL において吸収される電波の電力（エネルギー）を消費する。そのため、測定回路 211 により、対応する抵抗により消費される電力を計測すれば、対応するセル CL での電波吸収量を計測することができる。すなわち、各測定回路 211 により、対応する抵抗に対応するセル CL に入射される電波の強度を測定することができる。

【0037】

つまり、電波吸収部 100 の表面に配置される各セル CL は、電波の強度を測定するための測定領域である。また、各セル CL 間を接続する抵抗は、電波の強度を測定するために使用される測定部材である。なお、電波の強度を測定するために使用される測定部材は、抵抗に限定されず、例えば、抵抗と同様な性質を有する他の素子であってもよい。

【0038】

測定回路 211 は、電波吸収部 100 の表面に行列状に配置された複数のセル CL（セル CL 11, CL 12, ..., CL 21, CL 22, ...）の各々に接続される抵抗の両端に電氣的に接続される。そのため、測定部 200 に含まれる複数の測定回路 211 の各々が測定する電波の強度を集計することにより、表面入射電波の強度の二次元分布を

10

20

30

40

50

測定することができる。

【 0 0 3 9 】

また、測定部 2 0 0 に含まれる複数の測定回路 2 1 1 の各々が測定する電波の強度を集計すれば、従来のように電磁界プローブ等のセンサを移動させるような手間をかけることなく、電波吸収部 1 0 0 の表面に入射して吸収された電波の電力（すなわち電波強度）の空間分布を測定することができる。また、上記電波の強度の集計を繰り返し行なうことで、時間経過に伴う、電波強度の空間分布の変化を測定することができる。

【 0 0 4 0 】

以上説明したように、実施の形態 1 によれば、極めて短時間で（高速に）、ほぼリアルタイム（m s e c 程度）で、表面入射電波の強度の二次元分布を計測できる。すなわち、複数の電波の測定領域における、電波強度を、極めて短時間で測定することができる。

10

【 0 0 4 1 】

また、電波吸収部 1 0 0 の表面に配置されるセル C L のサイズは、電波源 R W 1 0 から、電波吸収部 1 0 0 の表面に照射される電波の波長よりも十分小さいので、波長オーダ以下の細かい空間分解能が得られる。そのため、複数の電波間の干渉によるフェージングパターンなども高分解能で計測することができる。

【 0 0 4 2 】

また、実施の形態 1 の電波吸収部 1 0 0 の構成によれば、アンテナアレイでアンテナどうしを近接させて計測する空間分解能を上げるときのような、アンテナ間結合の問題が生じない。

20

【 0 0 4 3 】

また、実施の形態 1 によれば、電波吸収部 1 0 0 は、電波を吸収する部材であるので、被測定物から放射された電波の空間分布を（反射等により）乱すことなく計測できる。

【 0 0 4 4 】

また、電波吸収部 1 0 0 は、測定者が容易に持ち運び可能なサイズであるので、電波吸収部 1 0 0 を電波の測定位置に容易に設置することができ、その場所の電波の空間分布を手軽に、かつ、リアルタイム（m s e c 程度の時間分解能）で計測できる。

【 0 0 4 5 】

（実施の形態 2 ）

実施の形態 2 では、表面入射電波の偏波方向を識別することが可能な電波強度計測装置について説明する。

30

【 0 0 4 6 】

図 6 は、実施の形態 2 における電波強度計測装置 1 0 0 2 の構成を示すブロック図である。図 6 に示されるように、電波強度計測装置 1 0 0 2 は、図 5 の電波強度計測装置 1 0 0 0 と比較して、データ収集部 3 0 0 と、制御部 4 0 0 とをさらに備える点が異なる。それ以外は、電波強度計測装置 1 0 0 0 と同様なので詳細な説明は繰り返さない。

【 0 0 4 7 】

データ収集部 3 0 0 は、測定部 2 0 0 に含まれる複数の測定回路 2 1 1 から、測定された複数の電波強度を受信する。なお、データ収集部 3 0 0 は、電波強度の送信元となる測定回路 2 1 1 に接続されている抵抗の位置情報もあらかじめ把握しているとする。

40

【 0 0 4 8 】

データ収集部 3 0 0 は、詳細は後述するが、受信した複数の電波強度を、制御部 4 0 0 へ送信する。制御部 4 0 0 は、C P U (Central Processing Unit) 等の演算回路である。なお、制御部 4 0 0 は、外部のコンピュータ内に設けられた C P U であってもよい。

【 0 0 4 9 】

図 7 は、電波吸収部 1 0 0 の表面において生じる、電波の電界の吸収について説明するための図である。

【 0 0 5 0 】

図 7 に示されるように、電波吸収部 1 0 0 の表面において、横（X（行））方向に並ぶ抵抗（抵抗 R 1 1 等）は、表面入射電波の電界の横方向の直線偏波を吸収する。また、電

50

波吸収部 100 の表面において、縦（Y（列））方向に並ぶ抵抗（抵抗 R11D 等）は、表面入射電波の電界の縦方向の直線偏波を吸収する。

【0051】

また、表面入射電波の電界の方向が、斜め方向である場合、電波は、横および縦に並ぶ抵抗により同時に電力が吸収される。

【0052】

実施の形態 2 では、上記性質を利用して、横方向に並ぶ抵抗で消費（吸収）される電力と、縦方向に並ぶ抵抗で消費（吸収）される電力とに基づいて、表面入射電波の偏波方向（縦、横、斜め（斜め右上、斜め左上等））を識別する。

【0053】

具体的には、測定部 200 に含まれる複数の測定回路 211 の各々が、当該測定回路 211 に対応して接続される抵抗の消費電力（電波強度）を、データ収集部 300 へ送信する。前述したように、データ収集部 300 は、電波強度の送信元となる測定回路 211 に接続されている抵抗の位置情報もあらかじめ把握しているとする。抵抗の位置情報は、セル CL の特定情報、および、当該セル CL における抵抗の接続位置を示す情報であるとする。

【0054】

たとえば、データ収集部 300 は、測定回路 211.1 から受信した電波強度は、セル CL11 の右横に接続されている抵抗 R11（図 7 参照）の消費電力であることを把握している。

【0055】

この場合、抵抗の位置情報は、セル CL の特定情報（CL11）、および、当該セル CL における抵抗の接続位置（右）を示す情報であるとする。データ収集部 300 は、受信した電波強度と、当該電波強度が測定された抵抗の位置情報とを対応づけて、制御部 400 へ送信する。

【0056】

制御部 400 は、同一のセル CL に接続される互いに直交して接続される 2 つの抵抗にそれぞれ対応する 2 つの電波強度（消費電力）により、表面入射電波の偏波方向を識別する。

【0057】

すなわち、制御部 400 は、同一のセル CL に対し横（行）方向に接続される抵抗に対応する電波強度（消費電力）と、当該同一のセル CL に対し縦（列）方向に接続される抵抗に対応する電波強度（消費電力）とに基づいて、表面入射電波の偏波方向を識別する。つまり、制御部 400 は、電波吸収部 100 に配置される複数の抵抗のうち、横（行）方向に並ぶ一部の抵抗に対応する電波強度（消費電力）と、当該複数の抵抗のうち、縦（列）方向に並ぶ一部の抵抗に対応する電波強度（消費電力）とに基づいて、表面入射電波の偏波方向を識別する。

【0058】

ここで、セル CL に対して横（行）方向に接続されている抵抗に吸収される電力（消費電力）を P_H とする。また、セル CL に対して縦（列）方向に接続されている抵抗に吸収される電力（消費電力）を P_V とする。

【0059】

たとえば、図 7 のセル CL11 に接続される抵抗 R11 の消費電力を電力 P_H とする。また、図 7 の CL11 に接続される抵抗 R11D の消費電力を電力 P_V とする。この場合、制御部 400 は、電力 P_H と、電力 P_V とに基づいて、表面入射電波の偏波方向を識別する。

【0060】

電力 P_V が “0” 以外であり、かつ、電力 P_H が “0” である場合、制御部 400 は、表面入射電波が直線偏波であり、表面入射電波の偏波方向が縦（Y）方向であると識別する。また、電力 P_V が “0” であり、かつ、電力 P_H が “0” 以外である場合、制御部 400

10

20

30

40

50

は、表面入射電波が直線偏波であり、表面入射電波の偏波方向が横（X）方向であると識別する。

【0061】

また、電力 P_V が“0”以外であり、かつ、電力 P_H が“0”以外である場合、制御部400は、表面入射電波が、直線偏波、円偏波および楕円偏波のいずれかであると判定する。なお、表面入射電波が、円偏波または楕円偏波である場合、縦横の抵抗に同時に電力が吸収されるため、そのままでは斜め方向の直線偏波と区別できない。この場合、電波吸収部100を、たとえば、時計周りに45度回転させた状態において、電力 P_V が“0”であり、かつ、電力 P_H が“0”以外である場合、制御部400は、表面入射電波が直線偏波であり、表面入射電波の偏波方向が、縦軸を反時計周りに45度回転させた状態での当該縦軸の方向であると識別する。

10

【0062】

また、電波吸収部100を時計周りに45度回転させた状態において、電力 P_V が“0”以外であり、かつ、電力 P_H が“0”である場合、制御部400は、表面入射電波が直線偏波であり、表面入射電波の偏波方向が、縦軸を時計周りに45度回転させた状態での当該縦軸の方向であると識別する。

【0063】

また、電波吸収部100を所定角度（例えば、時計周りに45度）回転させた状態の電力 P_V および電力 P_H の値が、電波吸収部100を回転させる前と比較して、変化しない場合、制御部400は、表面入射電波が円偏波であると判定する。ただし、円偏波の回転方向までは識別できない。

20

【0064】

また、電波吸収部100を、所定角度（例えば、時計周りに45度）回転させた状態の電力 P_V および電力 P_H の値が、電波吸収部100を回転させる前と比較して、変化し、かつ、“0”でない場合、制御部400は、表面入射電波が楕円偏波であると判定する。ただし、楕円偏波の回転方向までは識別できない。

【0065】

なお、電力 P_V が“0”以外であり、かつ、電力 P_H が“0”以外である場合、電波吸収部100を回転させる角度を45度以外の角度とすることで、縦軸を時計周りに45度回転させた状態での当該縦軸の方向以外の偏波方向も識別可能である。

30

【0066】

電波吸収部100を、たとえば、時計周りに30度回転させた状態において、電力 P_V が“0”以外であり、かつ、電力 P_H が“0”である場合、制御部400は、表面入射電波が直線偏波であり、表面入射電波の偏波方向が、縦軸を時計周りに30度回転させた状態での当該縦軸の方向であると識別する。

【0067】

また、電波吸収部100を、たとえば、時計周りに60度回転させた状態において、電力 P_V が“0”以外であり、かつ、電力 P_H が“0”である場合、制御部400は、表面入射電波が直線偏波であり、表面入射電波の偏波方向が、縦軸を時計周りに60度回転させた状態での当該縦軸の方向であると識別する。

40

【0068】

すなわち、制御部400は、電波の偏波方向を識別する偏波方向識別部である。

【0069】

以上説明したように、実施の形態2によれば、同一のセルCLに接続される互いに直交して接続される2つの抵抗にそれぞれ対応する2つの電波強度（消費電力）に基づいて、表面入射電波の電界の縦方向・横方向の偏波を同時に計測することができる。

【0070】

すなわち、制御部400は、同一のセルCLに対し横（行）方向に接続される抵抗に対応する電波強度（消費電力）と、当該同一のセルCLに対し縦（列）方向に接続される抵抗に対応する電波強度（消費電力）とに基づいて、表面入射電波の電界の縦方向・横方向

50

の偏波を同時に計測することができる。つまり、制御部 400 は、電波吸収部 100 に配置される複数の抵抗のうち、横（行）方向に並ぶ一部の抵抗に対応する電波強度（消費電力）と、当該複数の抵抗のうち、縦（列）方向に並ぶ一部の抵抗に対応する電波強度（消費電力）とに基づいて、表面入射電波の電界の縦方向・横方向の偏波を同時に計測することができる。

【0071】

したがって、表面入射電波の縦・横・斜めの直線偏波方向を識別することができる。

【0072】

なお、表面入射電波の偏波方向は、同一のセル CL に接続される互いに直交して接続される 2 つの抵抗に限定されず、行方向に並ぶ 2 つ以上の抵抗の合計の消費電力と、列方向に並ぶ 2 つ以上の抵抗の合計の消費電力とに基づいて識別されてもよい。

10

【0073】

なお、表面入射電波の偏波方向の識別は上記方法に限定されない。電力を計測する際、表面入射電波の振幅（電波強度）に加え、表面入射電波の位相も計測するようにしてもよい。この場合、電波吸収部 100 を回転させることなく、制御部 400 は、表面入射電波が、直線偏波、円偏波および楕円偏波のいずれであるか特定できる。

【0074】

また、制御部 400 は、表面入射電波が直線偏波である場合、表面入射電波の偏波方向（例えば、縦軸を時計周りに 45 度回転させた状態での当該縦軸の方向）も識別できる。また、制御部 400 は、表面入射電波が円偏波である場合、当該円偏波の回転方向（例えば、右回り）も識別できる。また、制御部 400 は、表面入射電波が楕円偏波である場合、当該楕円偏波の回転方向も識別できる。

20

【0075】

（実施の形態 3）

実施の形態 1, 2 では、図 4 B に示す等価回路において、LC 並列回路が共振し、LC 並列回路のインピーダンスが無限大となる場合は、表面入射電波の周波数が、当該 LC 並列回路の共振周波数となる場合のみである。そのため、実施の形態 1, 2 では、電波吸収部 100 が表面入射電波を大きく吸収できる周波数帯域は極めて狭いものであった。

【0076】

実施の形態 3 では、電波吸収部が吸収できる電波、すなわち、測定する電波の周波数帯域を広げるための構成を説明する。

30

【0077】

電波吸収部が吸収できる電波の周波数帯域を広げるためには、LC 並列回路において、L または C の値を可変とすることが考えられる。L は、電波吸収部の厚さで決まってしまうので、C を可変とする。

【0078】

実施の形態 3 では、図 1、図 3 および図 5 等に示される電波吸収部 100 の代わりに以下の電波吸収部 100 A が使用される。

【0079】

図 8 A、図 8 B および図 8 C は、実施の形態 3 における電波吸収部 100 A を説明するための図である。図 8 A は、電波吸収部 100 A の表面を示す図である。以下においては、電波吸収部 100 A の表面に入射される電波も、表面入射電波という。

40

【0080】

図 8 A に示されるように、電波吸収部 100 A は、図 3 の電波吸収部 100 と比較して、各セル CL 間が、図示されない抵抗に加えて、高周波可変容量ダイオードにより電氣的に接続される点が異なる。それ以外は、電波吸収部 100 と同様なので詳細な説明は繰り返さない。

【0081】

図 8 B は、電波吸収部 100 A の断面の構成を簡易に示す図である。なお、図 8 B では、図を簡略化するために、抵抗は図示していない。図 8 B に示されるように、電波吸収部

50

100Aの表面に配置される複数のセルCLには、1つおきに、セルCLに対し適切なバイアス電圧が印加される。以下においては、バイアス電圧が印加されるセルCLを、バイアス印加セルという。また、以下においては、グランドに接続されるセルCLをグランド接続セルという。

【0082】

たとえば、図8Aおよび図8Bに示されるように、セルCL11, CL22には、電圧が印加される。すなわち、セルCL11, CL22は、バイアス印加セルである。また、セルCL12, CL21は、グランドに接続される。すなわち、セルCL12, CL21は、グランド接続セルである。この構成により、セルCL間の高周波可変容量ダイオード(たとえば、可変容量ダイオードCD21)の容量を変化させることができる。

10

【0083】

電波吸収部100Aに示す構成を、等価回路で示すと、図8Cのような、LC並列回路になる。すなわち、電波吸収部100Aは、共振周波数を変化させることが可能な複数のLC並列回路を有する。

【0084】

図9は、電波吸収部100Aの構成を詳細に示す図である。図9に示されるように、各セルCL間は、直列に接続された抵抗およびDC(direct current)(直流)カット用コンデンサにより、電氣的に接続される。たとえば、セルCL11と、セルCL12とは、直列に接続された抵抗R11およびDCカット用コンデンサC11により、電氣的に接続される。

20

【0085】

図10は、実施の形態3の電波強度計測装置1003における電波吸収部100Aの断面の構成を詳細に示す図である。なお、図10では、図を簡略化するために、図9に示したDCカット用コンデンサは、図示していない。また、電波強度計測装置1003は、図5の電波強度計測装置1000と同様に、測定部200を備えるが、図を簡略化するために、図10では、測定部200は図示していない。

【0086】

図10に示されるように、電波吸収部100Aは、図5の電波吸収部100と同様に電波を吸収する基板103の裏面に、基板103Aが貼り付けられた構造を有する。電波吸収部100Aには、グランド線GLと、バイアス線BLとが設けられる。

30

【0087】

バイアス線BLには、直流電源P100が接続される。直流電源P100は、バイアス線BLに供給する電圧を変化させることができる。グランド線GLは、グランド接続セル(たとえば、セルCL21)と、ビア(たとえば、ビアV21)により電氣的に接続される。バイアス線BLは、ノイズカット用のインダクタ(たとえば、L22)を介して、ビア(たとえば、ビアV22)によりバイアス印加セル(たとえば、セルCL22)と電氣的に接続される。

【0088】

また、バイアス印加セル(たとえば、セルCL22)は、ビア(たとえば、ビアV22)およびコンデンサ(たとえば、コンデンサC22)を介して、グランド線GLと電氣的に接続される。

40

【0089】

直流電源P100が、バイアス線BLに供給する電圧を変化させることにより、セルCL間の高周波可変容量ダイオード(たとえば、可変容量ダイオードCD21)の容量を変化させることができる。

【0090】

以上説明したように、実施の形態3によれば、セルCL間の高周波可変容量ダイオードの容量を変化させることが可能な構成を有する。そのため、電波吸収部100Aの有する複数のLC並列回路の共振周波数を変化させることができる。すなわち、直流電源P100は、共振回路の共振周波数を変更する共振周波数変更部である。

50

【 0 0 9 1 】

電波吸収部 1 0 0 A は、L C 並列回路が共振したとき、すなわち、L C 並列回路の共振周波数と、表面入射電波の周波数とが一致したときに、表面入射電波を最大限に（効率よく）吸収する。

【 0 0 9 2 】

したがって、実施の形態 3 によれば、L C 並列回路の共振周波数を可変とすることにより、電波吸収部 1 0 0 A が吸収できる表面入射電波、すなわち、測定する表面入射電波の周波数帯域を広げることができる。すなわち、バイアス電圧をコントロールすることで、広帯域の電波を計測できる。その結果、電波強度計測装置 1 0 0 3 を、数百 MHz ~ 数 GHz の広帯域周波数に適用することができる。

10

【 0 0 9 3 】

なお、バイアス電圧を掃引して、計測された値が最も強くなる周波数を調べれば、表面入射電波の周波数をある程度識別することが可能である。この場合、電波強度計測装置 1 0 0 3 は、スペクトラムアナライザのように対象電波の周波数を識別できる。

【 0 0 9 4 】

（実施の形態 4）

実施の形態 4 では、実施の形態 1 ~ 3 とは異なる構成を有する電波強度計測装置について説明する。

【 0 0 9 5 】

図 1 1 は、実施の形態 4 における電波強度計測装置 1 0 0 4 の構成を示すブロック図である。図 1 1 に示されるように、電波強度計測装置 1 0 0 4 は、図 5 の電波強度計測装置 1 0 0 0 と比較して、電波吸収部 1 0 0 の代わりに電波吸収部 1 0 0 B を備える点と、測定部 2 0 0 の代わりに測定部 2 0 0 A を備える点とが異なる。それ以外は、電波強度計測装置 1 0 0 0 と同様なので詳細な説明は繰り返さない。

20

【 0 0 9 6 】

電波吸収部 1 0 0 B は、図 1 0 の電波吸収部 1 0 0 A と比較して、複数の抵抗のうち、一部の抵抗を、測定回路 2 1 0 A（測定回路 2 1 0 A . 1 , 2 1 0 A . 2 , . . . ）と置き換えている点が異なる。それ以外は、電波吸収部 1 0 0 A と同様なので詳細な説明は繰り返さない。以下においては、測定回路 2 1 0 A . 1 , 2 1 0 A . 2 , . . . の各々を、単に、測定回路 2 1 0 A と表記する。

30

【 0 0 9 7 】

以下においては、電波吸収部 1 0 0 B の表面に入射される電波も、表面入射電波という。また、電波吸収部 1 0 0 B は、図 8 A の電波吸収部 1 0 0 A と同様に、電波吸収部 1 0 0 B の表面に配置される複数のセル C L には、縦および横方向に、1 つおきに、バイアス電圧が印加される。

【 0 0 9 8 】

たとえば、セル C L 2 1 は、グランド線 G L と電氣的に接続される。すなわち、セル C L 2 1 は、グランド接続セルである。また、セル C L 2 2 は、バイアス線 B L と電氣的に接続される。すなわち、セル C L 2 2 は、バイアス印加セルである。

【 0 0 9 9 】

図 1 2 は、電波吸収部 1 0 0 B の表面の構成を示す図である。図 1 2 に示されるように、たとえば、セル C L 2 0 , C L 1 1 , C L 2 2 は、バイアス印加セルである。また、セル C L 1 0 , C L 2 1 , C L 1 2 は、グランド接続セルである。

40

【 0 1 0 0 】

図 1 2 に示される 1 6 個の円内には、可変容量ダイオード（たとえば、可変容量ダイオード C D 2 1）のみが設けられる。

【 0 1 0 1 】

また、図 1 1 に示されるように、電波吸収部 1 0 0 B は、図 1 0 の電波吸収部 1 0 0 A と同様に電波を吸収する基板 1 0 4 の裏面に、基板 1 0 4 B が貼り付けられた構造を有する。

50

【 0 1 0 2 】

図 1 3 は、電波吸収部 1 0 0 B を構成する、基板 1 0 4 および基板 1 0 4 B の外観を示す図である。図 1 3 に示されるように、基板 1 0 4 の表面は、電波を吸収する面である。基板 1 0 4 の裏面には銅によりグランド層が形成される。基板 1 0 4 B の片面には、パイアス層が形成されるとともに、複数の測定回路 2 1 0 A を含む測定部 2 0 0 A が設けられる。

【 0 1 0 3 】

また、図 1 1 に示されるように、測定部 2 0 0 A は、複数の測定回路 2 1 0 A (測定回路 2 1 0 A . 1 , 2 1 0 A . 2 , . . .) を含む。各測定回路 2 1 0 A は、図 1 1 で示すように、セル C L 間に接続される可変容量ダイオードの両端に電氣的に接続される。測定回路 2 1 0 A は、図 1 2 に示される円内に設けられる可変容量ダイオードに対してのみ接続される。たとえば、測定回路 2 1 0 A . 1 は、セル C L 2 1 と、セル C L 2 2 とを接続する可変容量ダイオード C D 2 1 の両端に電氣的に接続される。すなわち、測定回路 2 1 0 A . 1 は、セル C L 2 1 と、セル C L 2 2 との両端に電氣的に接続される。

【 0 1 0 4 】

各測定回路 2 1 0 A は、置き換えられた抵抗のインピーダンスと同じ入力インピーダンス(たとえば、377 オーム)を有する整合回路 2 1 1 A と、対数増幅器 2 1 1 B とを有する。たとえば、セル C L 2 1 と、セル C L 2 2 との間には、図 1 0 の抵抗 R 2 1 の代わりに測定回路 2 1 0 A . 1 が接続される。各測定回路 2 1 0 A は、図 1 3 に示すように、基板 1 0 4 B の一方の面に設けられる。

【 0 1 0 5 】

また、図 1 1 に示されるように、各測定回路 2 1 0 A は、抵抗 R 2 1 のインピーダンスと同じ入力インピーダンス(たとえば、377 オーム)を有する整合回路 2 1 1 A と、対数増幅器 2 1 1 B とを有する。測定回路 2 1 0 A . 1 に含まれる整合回路 2 1 1 A は、セル C L 2 1 と、セル C L 2 2 との間に接続される。整合回路 2 1 1 A は、対数増幅器 2 1 1 B と電氣的に接続される。整合回路 2 1 1 A は、接続されているセル C L において吸収される電波の電力(エネルギー)を消費する。

【 0 1 0 6 】

対数増幅器 2 1 1 B は、整合回路 2 1 1 A で消費される電力を対数的に測定し、測定した電力に応じたアナログ電圧を出力する。すなわち、対数増幅器 2 1 1 B により、整合回路 2 1 1 A で消費される電力を計測すれば、対応するセル C L での電波吸収量を計測することができる。すなわち、測定回路 2 1 0 A により、整合回路 2 1 1 A に対応するセル C L に入射される表面入射電波の強度を測定することができる。なお、測定部 2 0 0 A に含まれる他の測定回路 2 1 0 A も、測定回路 2 1 0 A . 1 と同様な構成なので詳細な説明は繰り返さない。

【 0 1 0 7 】

以上の構成において、測定部 2 0 0 A は、測定部 2 0 0 A に含まれる複数の測定回路 2 1 0 A の各々により、対応する可変容量ダイオードに接続されるセル C L に入射される表面入射電波の強度を同時に測定することができる。そのため、電波吸収部 1 0 0 B の表面において、複数箇所の表面入射電波の強度を同時に測定することができる。

【 0 1 0 8 】

なお、表面入射電波の振幅と位相を計測する場合は、電波強度計測装置 1 0 0 4 に、振幅・位相計測回路を設ける。なお、この場合、電波強度計測装置 1 0 0 4 に振幅・位相計測回路を設けたうえで、さらに、周波数変換回路を設けてもよい。

【 0 1 0 9 】

(実施の形態 5)

実施の形態 5 では、電波吸収部に電圧を印加し、表面入射電波の強度のデータを収集することが可能な電波強度計測システムについて説明する。

【 0 1 1 0 】

図 1 4 は、実施の形態 5 における電波強度計測システム 1 0 0 0 0 の構成を示すブロッ

10

20

30

40

50

ク図である。

【 0 1 1 1 】

図 1 4 に示されるように、電波強度計測システム 1 0 0 0 0 は、電波強度計測装置 1 0 0 5 と、表示装置 5 0 0 とを含む。

【 0 1 1 2 】

電波強度計測装置 1 0 0 5 は、図 1 1 の電波強度計測装置 1 0 0 4 と比較して、さらに、データ収集部 3 0 0 を備える。それ以外の構成は、電波強度計測装置 1 0 0 4 と同様なので詳細な説明は繰り返さない。

【 0 1 1 3 】

データ収集部 3 0 0 は、測定部 2 0 0 A に含まれる複数の測定回路 2 1 0 A によりそれぞれ測定された複数の電波強度をスキャンして収集し、収集した電波強度のデータを出力する。データ収集部 3 0 0 は、マルチプレクサ 3 1 0 と、バイアス印加部 3 2 0 と、A / D 変換部 3 3 0 と、制御部 3 4 0 とを含む。

10

【 0 1 1 4 】

マルチプレクサ 3 1 0 は、入力される複数の信号のうち指示された信号を出力する。マルチプレクサ 3 1 0 は、測定部 2 0 0 A に含まれる複数の測定回路 2 1 0 A に接続される。マルチプレクサ 3 1 0 は、接続される複数の測定回路 2 1 0 A のうち、外部からの選択指示により特定される測定回路 2 1 0 A により測定されたアナログ電圧を有する信号を、A / D 変換部 3 3 0 へ送信する。

【 0 1 1 5 】

A / D 変換部 3 3 0 は、マルチプレクサ 3 1 0 から受信した信号の電圧レベルを、デジタルデータに変換し、変換したデジタルデータ（以下、電波強度データという）を、制御部 3 4 0 へ送信する。制御部 3 4 0 は、C P U (Central Processing Unit) 等の演算回路である。制御部 3 4 0 は、データ収集部 3 0 0 内の各部を制御する。

20

【 0 1 1 6 】

データ収集部 3 0 0 と、表示装置 5 0 0 との間の通信は、通信ケーブルを利用して行なわれる。なお、データ収集部 3 0 0 と、表示装置 5 0 0 との間の通信は、無線（たとえば、無線 L A N (Local Area Network)) により、行なわれてもよい。

【 0 1 1 7 】

バイアス印加部 3 2 0 は、D / A 変換器等である。バイアス印加部 3 2 0 は、制御部 3 4 0 からの指示に応じて、電波吸収部 1 0 0 B のバイアス線 B L にバイアスを印加する。

30

【 0 1 1 8 】

表示装置 5 0 0 は、一例として、P C (Personal Computer) である。表示装置 5 0 0 は、表示部 5 1 0 と、制御部 5 2 0 とを含む。表示部 5 1 0 は、画像を表示するための表示装置である。制御部 5 2 0 は、C P U (Central Processing Unit) 等の演算回路である。制御部 5 2 0 は、表示装置 5 0 0 内の各部を制御する。また、制御部 5 2 0 は、データ収集部 3 0 0 の各部を制御するための処理を行う。

【 0 1 1 9 】

次に、制御部 5 2 0 の制御により、表面入射電波の強度のデータを収集するための処理について説明する。

40

【 0 1 2 0 】

まず、制御部 5 2 0 は、バイアス制御指示を、制御部 3 4 0 へ送信する。バイアス制御指示は、データ収集部 3 0 0 内のバイアス印加部 3 2 0 に、電波吸収部 1 0 0 B のバイアス線 B L に、指定したバイアス（たとえば、3 V）を印加させるための指示である。すなわち、バイアス制御指示は、電波吸収部 1 0 0 B の表面に配置される各セル C L における共振周波数を特定の周波数に設定するための指示である。制御部 3 4 0 は、バイアス制御指示を受信すると、受信したバイアス制御指示を、バイアス印加部 3 2 0 へ送信する。

【 0 1 2 1 】

バイアス印加部 3 2 0 は、バイアス制御指示の受信に応じて、電波吸収部 1 0 0 B のバイアス線 B L に、バイアス制御指示により指定されたバイアス（たとえば、3 V）を印加

50

する。これにより、電波吸収部 100B の表面の複数のセル C L の一部のセル C L (たとえば、セル C L 11, C L 22) に、指定されたバイアス (たとえば、3V) が印加される。なお、電波吸収部 100B の表面のセル C L 全てに指定されたバイアスが印加されてもよい。

【0122】

これにより、電波吸収部 100B の表面に配置される各セル C L における共振周波数が特定の周波数に設定される。すなわち、電波吸収部 100B の表面において吸収される、表面入射電波の周波数が制御される。すなわち、制御部 520 は、バイアス制御指示により、電波吸収部 100B の表面において吸収される、表面入射電波の周波数を制御する。

【0123】

また、制御部 520 は、データ収集制御指示を、制御部 340 へ送信する。データ収集制御指示は、データ収集部 300 から、表面入射電波の強度のデータを収集するための指示である。

【0124】

制御部 340 は、データ収集制御指示の受信に応じて、データリクエスト指示 RQ を、A/D変換部 330 へ送信する。データリクエスト指示 RQ は、A/D変換部 330 にデータを要求するための指示である。

【0125】

また、制御部 340 は、データ収集制御指示の受信に応じて、選択指示送信処理を行なう。選択指示送信処理では、選択指示 SL を、マルチプレクサ 310 へ送信する。選択指示 SL は、マルチプレクサ 310 に接続される測定回路 210A を特定するための指示である。

【0126】

マルチプレクサ 310 は、選択指示 SL の受信に応じて、選択指示 SL により特定される測定回路 210A により測定されたアナログ電圧を有する信号を、A/D変換部 330 へ送信する。A/D変換部 330 が受信する信号の電圧は、測定回路 210A に対応するセル C L に入射される電波の強度を示す電圧である。

【0127】

A/D変換部 330 は、受信した信号の電圧レベルを、デジタルデータとしての電波強度データに変換し、変換した電波強度データを、制御部 340 へ送信する。これにより、制御部 340 は、選択指示 SL により特定される測定回路 210A により測定された電圧の電波強度データを受信する。当該電波強度データは、選択指示 SL により特定される測定回路 210A に対応するセル C L に入射される電波の強度を示すデータである。

【0128】

制御部 340 は、図 12 に示される全ての円内の可変容量ダイオードに接続される測定回路 210A により測定した電圧の電波強度データを受信するまで、上記選択指示送信処理を繰り返し行う。この場合、選択指示送信処理が繰り返される毎に、制御部 340 が送信する選択指示 SL は、異なる測定回路 210A を特定するための指示となる。

【0129】

たとえば、制御部 340 が送信する選択指示 SL は、選択指示送信処理が繰り返される毎に、図 12 に示される複数の円のうち、左上 (1行1列目) の円から、1つ右の円 (1行2列目) 内の可変容量ダイオードに接続される測定回路 210A を特定する指示となる。なお、右側に円が存在しない場合、選択指示送信処理では、次の行の一番左の円内の可変容量ダイオードに接続される測定回路 210A を特定する選択指示 SL が送信される。

【0130】

最終的には、図 12 に示される複数の円の右下の円 (4行4列目) 内の可変容量ダイオードに接続される測定回路を特定する選択指示 SL が送信される。この処理により、制御部 340 は、図 12 に示される全ての円内の可変容量ダイオードに接続される測定回路 210A により測定した電圧の 16 個の電波強度データを取得する。

【0131】

10

20

30

40

50

なお、1回の選択指示送信処理は、極めて短時間で終了する。そのため、制御部340は、極めて短時間で、すなわち、ほぼ同時に、16個の電波強度データを取得する。以下においては、選択指示送信処理が繰り返されることにより受信した全ての電波強度データを含むデータを、電波強度分布データという。

【0132】

そして、制御部340は、電波強度分布データを、制御部520へ送信する。

【0133】

以上の処理により、表示装置500は、極めて短時間で、すなわち、ほぼ同時に、電波吸収部100Bの表面の複数箇所のセルCL（測定部200Aに含まれる複数の測定回路210Aにそれぞれ対応する複数のセルCL）に入射される表面入射電波の電波強度を示す電波強度分布データを取得することができる。

10

【0134】

以上説明したように、実施の形態5によれば、極めて短時間で、すなわち、ほぼ同時に、電波吸収部100Bの表面の複数箇所のセルCLに入射される表面入射電波の電波強度を示す電波強度分布データを取得することができる。

【0135】

なお、実施の形態5では、測定部200Aに含まれる複数の測定回路210Aがそれぞれ測定した複数の電圧の電波強度データをシリアルに取得する処理を説明したが、複数の測定回路210Aがそれぞれ測定した複数の電圧の電波強度データを同時に取得する構成としてもよい。

20

【0136】

なお、測定部200Aに含まれる複数の測定回路210AにA/D変換機能を持たせ、測定部200Aが、有線または無線通信によりデジタルデータを制御部340に送る構成としてもよい。この場合、データ収集部300に含まれるA/D変換部330は不要となる。

【0137】

（実施の形態6）

実施の形態6では、電波の強度分布を示す画像を生成し、生成した画像を表示するための処理について説明する。

【0138】

実施の形態6における電波強度計測システムは、図14の電波強度計測システム1000と同様なので詳細な説明は繰り返さない。

30

【0139】

表示装置500の制御部520は、実施の形態5で説明した処理により、電波強度分布データを取得すると、当該電波強度分布データに基づいて、電波強度分布画像を生成する。すなわち、制御部520は、画像を生成する画像生成部である。

【0140】

電波強度分布画像は、測定部200Aに含まれる複数の測定回路210Aによりそれぞれ測定された、電波吸収部100Bの表面の複数箇所のセルCLの表面入射電波の強度の二次元分布を示す画像である。すなわち、電波強度分布画像は、複数の測定領域（セルCL）の位置に対応させて、測定された表面入射電波の強度を可視化した画像である。

40

【0141】

ここで、制御部520により、生成された電波強度分布画像は、以下の電波強度分布画像G110であるとする。この場合、制御部520は、生成した電波強度分布画像G110を、表示部510に表示させる。

【0142】

図15は、表示装置500の表示部510に、電波強度分布画像G110が表示されている状態を示す図である。図15に示されるように、表示部510には、電波強度分布画像G110が配置されたウィンドウ画像G100が表示される。

【0143】

50

電波強度分布画像 G 1 1 0 は、図 1 2 のように測定箇所が 1 6 個ある場合の電波強度分布画像ではなく、測定箇所が、一例として、2 5 箇所ある場合の電波強度分布を示す画像である。電波強度分布画像 G 1 1 0 は、色により、測定箇所（セル C L）の表面入射電波の強度を表現する。

【 0 1 4 4 】

ここで、電波の強度を、たとえば、1 ~ 1 0 の 1 0 段階で表現するとする。なお、電波強度 “ 1 0 ” が最も大きい電波強度であるとする。この場合、電波強度分布画像 G 1 1 0 では、電波強度が “ 1 0 ” , “ 8 ” , “ 6 ” , “ 4 ” , “ 1 ” である測定箇所（セル C L）を、それぞれ、赤色、だいたい色、黄色、青色および紫色で示す。

【 0 1 4 5 】

以上のように、電波強度分布画像 G 1 1 0 が、表示部 5 1 0 に表示されることにより、電波吸収部 1 0 0 B の表面における複数箇所のセル C L の表面入射電波の強度の二次元分布を可視化することができる。

【 0 1 4 6 】

次に、時間経過に伴って変化する電波強度分布画像を、動画として表示する処理について説明する。

【 0 1 4 7 】

この場合、表示装置 5 0 0 の制御部 5 2 0 は、所定時間（たとえば、1 / 1 5 秒）毎に、実施の形態 5 で説明した、電波強度分布データを取得するための処理を行なう。電波強度分布データを取得する処理は、実施の形態 5 で説明したので説明は繰り返さない。

【 0 1 4 8 】

この場合、制御部 5 2 0 は、所定時間（たとえば、1 / 1 5 秒）毎に、電波強度分布データを取得する。そして、制御部 5 2 0 は、電波強度分布データを取得する毎に、取得した電波強度分布データに基づいて、電波強度分布画像を生成し、生成した電波強度分布画像を表示部 5 1 0 に表示させる。すなわち、表示部 5 1 0 には、所定時間（たとえば、1 / 1 5 秒）毎に、異なる電波強度分布画像が表示される。つまり、表示部 5 1 0 は、制御部 5 2 0 により所定時間毎に生成された電波強度分布画像を更新しながら表示する。

【 0 1 4 9 】

したがって、電波吸収部 1 0 0 B の表面における複数箇所のセル C L の表面入射電波の強度の二次元分布の変化の状態をリアルタイムに可視化することができる。

【 0 1 5 0 】

なお、制御部 5 2 0 が生成する電波強度分布画像は、実施の形態 2 で説明した方法により特定した表面入射電波の偏波方向を、矢印等で表現した画像であってもよい。

【 0 1 5 1 】

実施の形態 5 では、所定時間毎に、電波強度分布データを取得して、所定時間毎に、電波強度分布データに基づく電波強度分布画像を表示する例を説明した。しかしながら、これに限定されず、所定時間よりも高速に、電波強度分布データを順次取得し、取得した複数の電波強度分布データを、一旦、メモリ等に記憶させておいてもよい。

【 0 1 5 2 】

この場合、メモリ記憶させた複数の電波強度分布データに基づいて、各電波強度分布データに基づく電波強度分布画像を、順次、表示部 5 1 0 に表示させてもよい。なお、電波強度分布画像の計測間隔を、たとえば、1 ミリ秒とし、表示間隔を、たとえば、1 / 1 5 秒とすることにより、電波強度分布画像をスロー再生してもよい。

【 0 1 5 3 】

以上、本発明に係る電波強度計測装置および電波強度計測システム等について、実施の形態 1 ~ 6 を用いて説明したが、本発明は、これらの実施の形態に限定されるものではない。各実施の形態に対して当業者が思いつく各種変形を施して得られる形態や、各実施の形態における構成要素を任意に組み合わせる形態も、本発明に含まれる。

【 0 1 5 4 】

たとえば、表面入射電波の強度を測定する測定部（たとえば、測定部 2 0 0）自体に、

10

20

30

40

50

強度を表示する機能を持たせてもよい。この場合、表面入射電波の強度を、LEDの明るさ、またはフルカラーLEDの色の変化で表示してもよい。また、表面入射電波の偏波の違いにより色を変えてもよい。

【0155】

このように、LED等を使用することで、PCを用いることなく、複数箇所の表面入射電波の強度の二次元分布を可視化することができる。この場合、電波強度計測システムのコストを低減させることができる。

【0156】

なお、上記のように、LED等を使用して複数箇所の表面入射電波の強度の二次元分布を表現している状態を、ビデオカメラで撮影して記録・保存してもよい。

10

【産業上の利用可能性】

【0157】

本発明は、電子機器開発段階のEMC (Electro-Magnetic Compatibility) (電磁環境) 計測における放射電波ノイズの空間分布をリアルタイムで計測する場合に適する。また、本発明は、アンテナ開発においてその放射パターン等を手軽に計測する場合に適する。

【0158】

また、本発明は、携帯電話や無線LAN等の無線通信機器が使用されている室内等の実環境において空間の電波強度分布をリアルタイムで計測する場合に適する。すなわち、本発明は、EMC・アンテナ・伝搬に関する分野に大きなインパクトを与えると期待できる。

20

【符号の説明】

【0159】

CL11, CL12, CL21, CL22 セル

R11 抵抗

CD21 可変容量ダイオード

P100 直流電源

G110 電波強度分布画像

100, 100B 電波吸収部

200, 200A 測定部

211, 210A 測定回路

300 データ収集部

340, 400, 520 制御部

500 表示装置

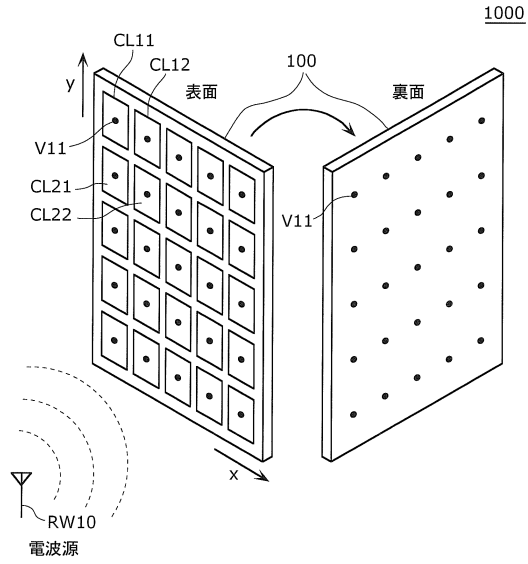
510 表示部

1000, 1002, 1003, 1004, 1005 電波強度計測装置

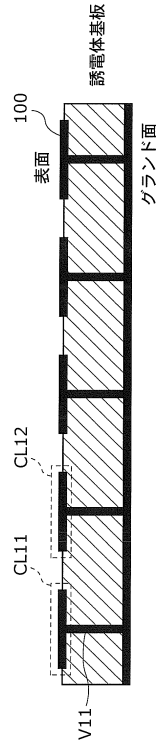
10000 電波強度計測システム

30

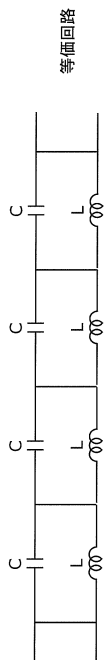
【図1】



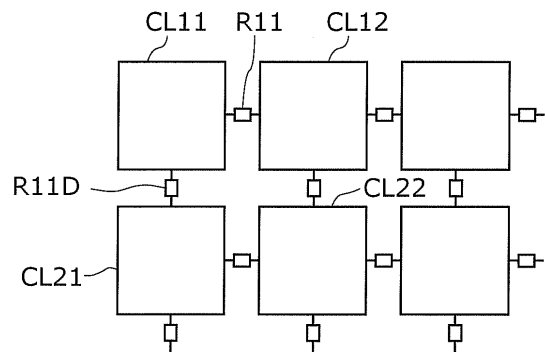
【図2A】



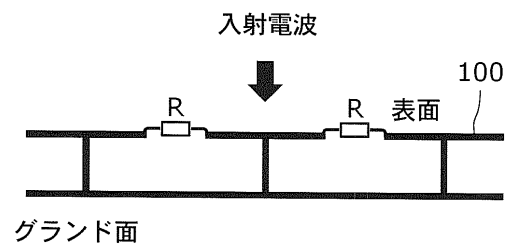
【図2B】



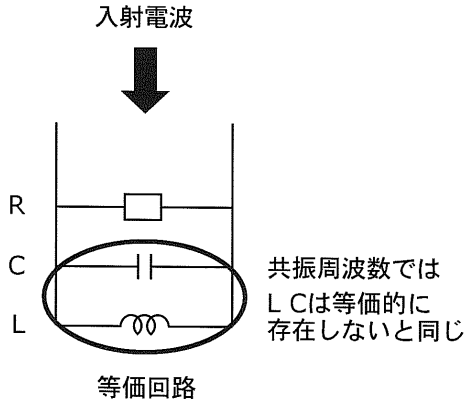
【図3】



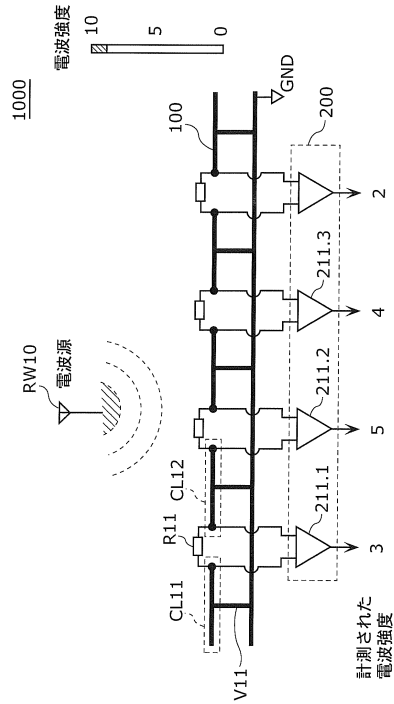
【図4A】



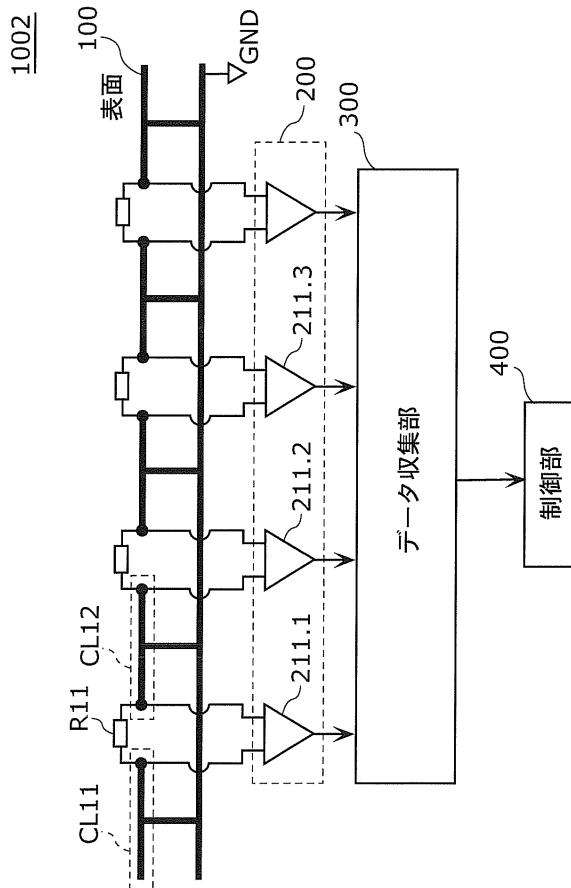
【図4B】



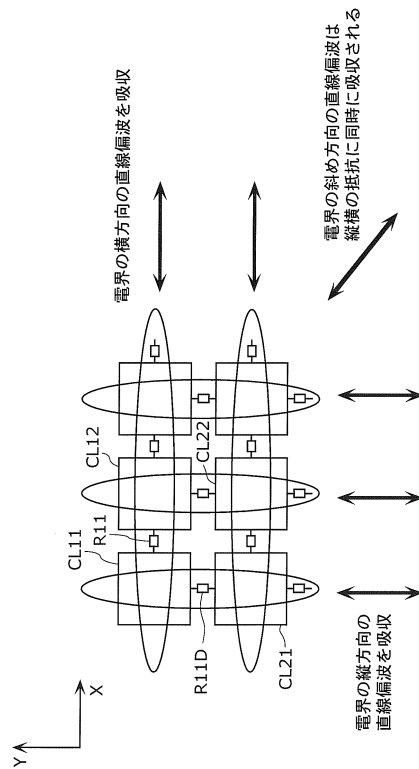
【図5】



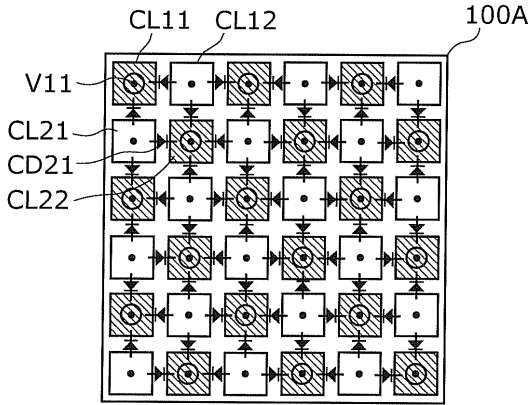
【図6】



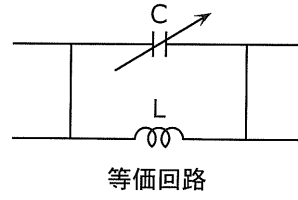
【図7】



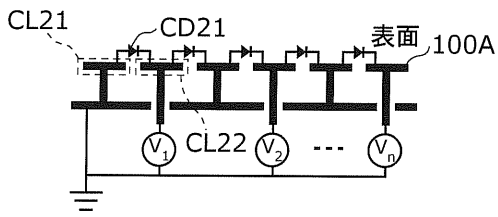
【図 8 A】



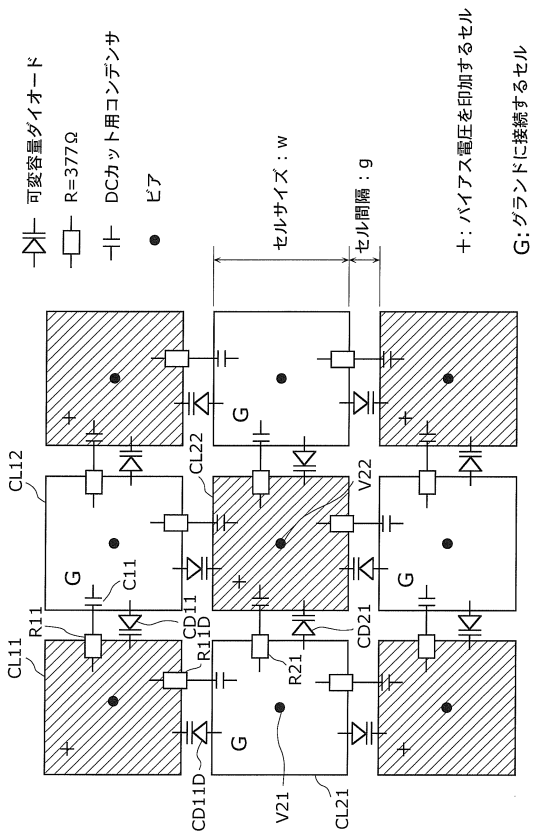
【図 8 C】



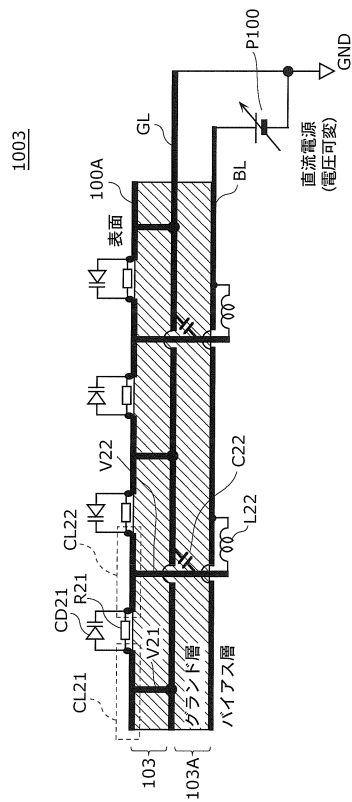
【図 8 B】



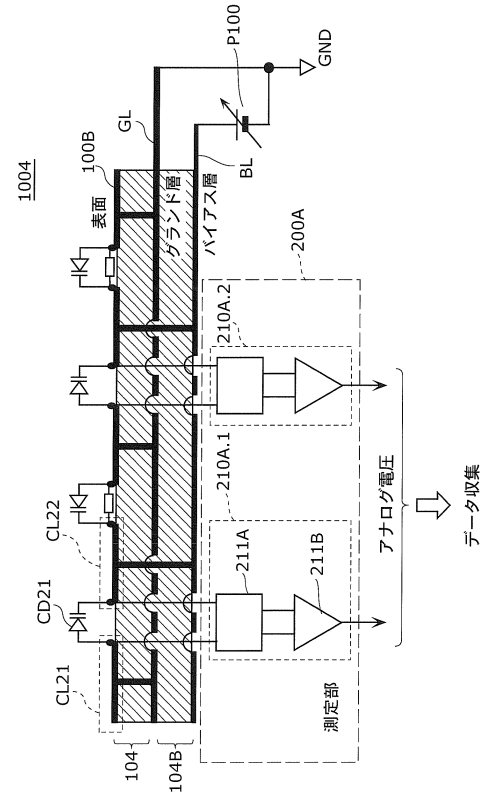
【図 9】



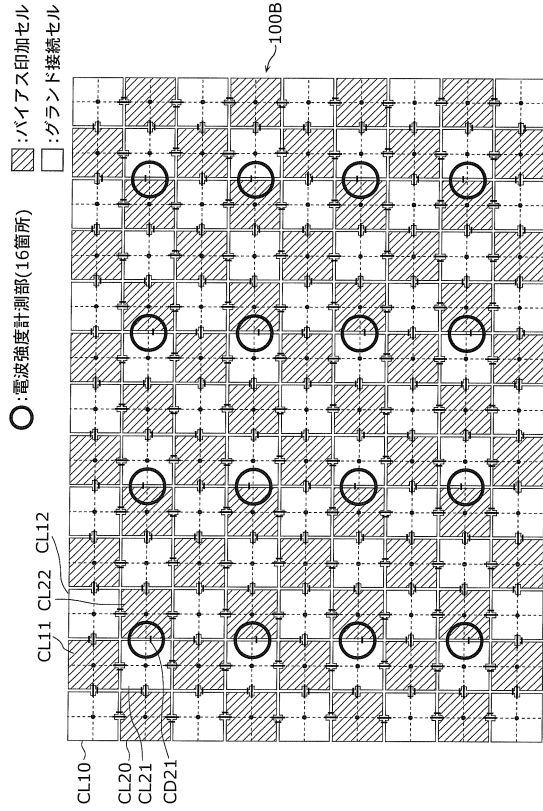
【図 10】



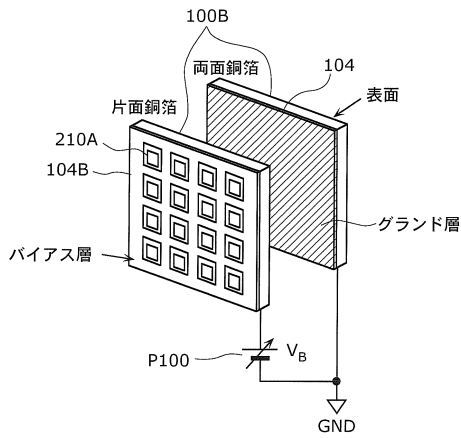
【図 1 1】



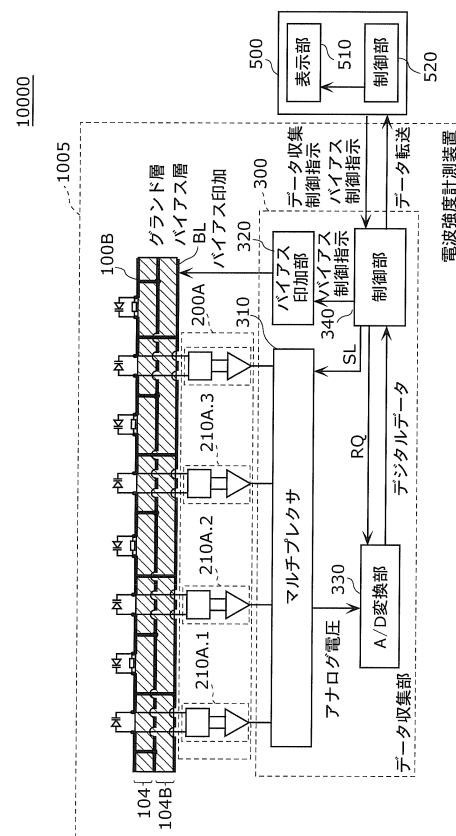
【図 1 2】



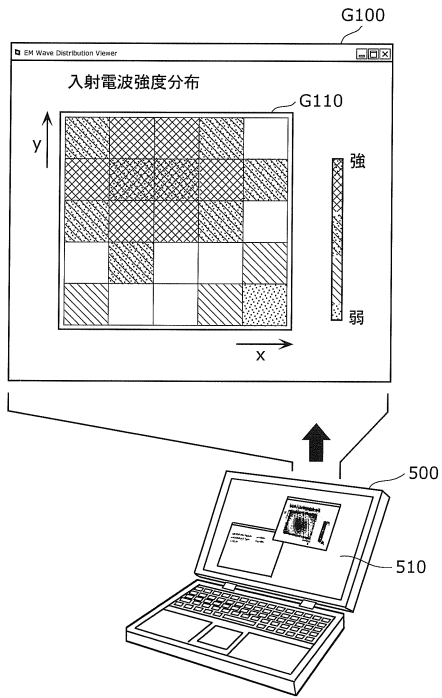
【図 1 3】



【図 1 4】



【図 15】



フロントページの続き

審査官 吉田 久

- (56)参考文献 特開2007-121238(JP,A)
特開2003-23288(JP,A)
特開2006-337281(JP,A)
特開2008-145176(JP,A)
国際公開第2006/075584(WO,A1)
特開2006-234582(JP,A)
特開2007-101445(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01R 29/08、29/26、
31/00
H05K 9/00
CiNii
JSTPlus(JDreamIII)