

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4438905号
(P4438905)

(45) 発行日 平成22年3月24日(2010.3.24)

(24) 登録日 平成22年1月15日(2010.1.15)

(51) Int.Cl. F I
GO 1 R 29/10 (2006.01) GO 1 R 29/10 B

請求項の数 2 (全 11 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2009-514051 (P2009-514051)</p> <p>(86) (22) 出願日 平成20年4月18日 (2008.4.18)</p> <p>(86) 国際出願番号 PCT/JP2008/057575</p> <p>(87) 国際公開番号 W02008/139832</p> <p>(87) 国際公開日 平成20年11月20日 (2008.11.20)</p> <p>審査請求日 平成21年2月27日 (2009.2.27)</p> <p>(31) 優先権主張番号 特願2007-122448 (P2007-122448)</p> <p>(32) 優先日 平成19年5月7日 (2007.5.7)</p> <p>(33) 優先権主張国 日本国 (JP)</p> <p>早期審査対象出願</p>	<p>(73) 特許権者 000006231 株式会社村田製作所 京都府長岡京市東神足1丁目10番1号</p> <p>(74) 代理人 100079441 弁理士 広瀬 和彦</p> <p>(72) 発明者 北田 浩志 京都府長岡京市東神足1丁目10番1号 株式会社村田製作所内</p> <p>審査官 吉田 久</p>
--	---

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 放射効率測定装置および放射効率測定方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

メインビームの放射パターンが仰角 方向に対して対称性をもつ測定対象となる被測定アンテナと、

該被測定アンテナと距離寸法 R だけ離間した位置に設けられた測定アンテナと、
 該測定アンテナに接続され前記被測定アンテナが放射する電磁界を測定する電磁界測定器と、

前記被測定アンテナを仰角 方向に対して互いに 90 度異なる第 1 , 第 2 の角度 1 , 2 に切替える仰角切換手段と、

前記被測定アンテナを方位角 方向に対して回転させる方位角回転手段と、

前記仰角切換手段を用いて前記被測定アンテナの仰角 を第 1 の角度 1 に切替えた状態で前記方位角回転手段を用いて前記被測定アンテナを方位角 方向に回転させ、前記電磁界測定器を用いて第 1 の方位角面放射パターン S₂₁(R , ,) を測定する第 1 の放射パターン測定手段と、

前記仰角切換手段を用いて前記被測定アンテナの仰角 を第 2 の角度 2 に切替えた状態で前記方位角回転手段を用いて前記被測定アンテナを方位角 方向に回転させ、前記電磁界測定器を用いて第 2 の方位角面放射パターン S₂₁(R , ,) を測定する第 2 の放射パターン測定手段と、

測定周波数の波長を とし、前記測定アンテナの利得を G とし、仰角 方向の測定角度ステップを とし、方位角 方向の測定角度ステップを としたときに、前記第 1 ,

10

20

第2の放射パターン測定手段によって測定した第1, 第2の方位角面放射パターン $S_{21}(R, \theta, \phi)$ を用いて、前記被測定アンテナの放射効率 η を

$$\eta = \frac{4\pi R^2 \sum_{\theta} \sum_{\phi} S_{21}^2(R, \theta, \phi) \sin \theta \Delta \phi \Delta \theta}{\lambda^2 G}$$

に基づいて演算する放射効率演算手段とを備える構成としてなる放射効率測定装置。

【請求項2】

被測定アンテナと測定アンテナとを距離寸法 R だけ離間した位置に設け、該測定アンテナを用いて前記被測定アンテナの放射効率を測定する放射効率測定方法において、

10

前記被測定アンテナは、メインビームの放射パターンが仰角 θ_0 方向に対して対称性をもち、

前記被測定アンテナの仰角 θ を第1の角度 θ_1 に切替えた状態で前記被測定アンテナを方位角 ϕ 方向に回転させ、第1の方位角面放射パターン $S_{21}(R, \theta_1, \phi)$ を測定する第1の放射パターン測定工程と、

前記被測定アンテナの仰角 θ を第1の角度 θ_1 と90度異なる第2の角度 θ_2 に切替えた状態で前記被測定アンテナを方位角 ϕ 方向に回転させ、第2の方位角面放射パターン $S_{21}(R, \theta_2, \phi)$ を測定する第2の放射パターン測定工程と、

測定周波数の波長を λ とし、前記測定アンテナの利得を G とし、仰角 θ 方向の測定角度ステップを $\Delta \theta$ とし、方位角 ϕ 方向の測定角度ステップを $\Delta \phi$ としたときに、前記第1, 第2の放射パターン測定工程によって測定した第1, 第2の方位角面放射パターン $S_{21}(R, \theta_1, \phi)$ を用いて、前記被測定アンテナの放射効率 η を

20

$$\eta = \frac{4\pi R^2 \sum_{\theta} \sum_{\phi} S_{21}^2(R, \theta, \phi) \sin \theta \Delta \phi \Delta \theta}{\lambda^2 G}$$

に基づいて演算する放射効率演算工程とを備える構成としたことを特徴とする放射効率測定方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

30

【0001】

本発明は、例えば携帯電話等に用いるアンテナの放射効率を測定する放射効率測定装置および放射効率測定方法に関する。

【背景技術】

【0002】

一般に、携帯電話等に使用されるアンテナの放射効率等を測定する装置が知られている(例えば特許文献1~3参照)。そして、特許文献1には、短時間にアンテナ性能の評価を行うために、被測定アンテナとなる携帯端末用アンテナの仰角方向への分割数を減少させて測定する測定装置が開示されている。また、特許文献2には、水平偏波用と垂直偏波用の2本の測定アンテナを使用し、これら2本の測定アンテナを高速に切替えることによって被測定アンテナの2つの偏波のデータを高速に測定することができる測定システムが開示されている。さらに、特許文献3には、被測定物(例えば携帯電話等)の全立体角に亘って放射電磁界を測定し、被測定物への水平偏波と垂直偏波の到来確率を求め、この到来確率を正規化した重み関数を用いて実効放射電力を求める放射電磁界測定装置が開示されている。

40

【0003】

【特許文献1】特開2000-214201号公報

【特許文献2】特開2000-338155号公報

【特許文献3】特開平2-163668号公報

【0004】

50

ところで、特許文献1には、携帯端末用アンテナの仰角方向への分割数を4に設定した場合には、放射効率の測定誤差が最大で約3 dB以内程度となる点が開示されている。しかし、特許文献1には放射効率の具体的な演算方法が開示されていないのに加え、特許文献1の測定装置では、測定誤差が3 dB程度になる可能性があり、測定精度が低いという問題がある。

【0005】

また、特許文献2の測定システムでは、被測定アンテナの放射電磁界を全立体角方向に対して測定し、これらの放射電磁界を全立体角方向に亘って積分することによって放射効率を求める構成となっている。このため、特許文献2の測定システムでは、測定に長時間を要するのに加え、測定アンテナを全立体角に亘って移動させる移動機構が大型化するという問題がある。また、特許文献2では、全立体角方向の放射電力の和によって放射効率を計算しており、本来の放射効率のように、入力電力に対する放射電力の比率（放射電力/入力電力）を計算するものとは異なるのに加え、その精度も不明である。

10

【0006】

また、特許文献3の測定装置でも、被測定物（例えば携帯電話等）の全立体角に亘って放射電磁界を測定する必要があるから、特許文献2の測定システムと同様に、測定時間が長くなる。また、特許文献3の測定装置では、実効放射電力を求めるために、全立体角に亘る放射電磁界を測定したデータから被測定物への水平偏波、垂直偏波の到来確率を求め、重み付けして計算する必要があるため、計算方法が複雑になり、簡易に放射効率を得ることができないという問題もある。さらに、被測定物の全立体角に亘って放射電磁界を測定するために、被測定物を仰角方向に制御する回転機構が必要であり、回転機構が大型化して、小型の電波無響箱等には適用し難い傾向がある。

20

【発明の開示】

【0007】

本発明は上述した従来技術の問題に鑑みなされたもので、本発明の目的は、測定時間を短縮できると共に、小型化が可能な放射効率測定装置および放射効率測定方法を提供することにある。

【0008】

上述した課題を解決するために、請求項1に係る発明による放射効率測定装置は、メインビームの放射パターンが仰角方向に対して対称性をもつ測定対象となる被測定アンテナと、該被測定アンテナと距離寸法Rだけ離間した位置に設けられた測定アンテナと、該測定アンテナに接続され前記被測定アンテナが放射する電磁界を測定する電磁界測定器と、前記被測定アンテナを仰角方向に対して互いに90度異なる第1、第2の角度1、2に切替える仰角切換手段と、前記被測定アンテナを方位角方向に対して回転させる方位角回転手段と、前記仰角切換手段を用いて前記被測定アンテナの仰角を第1の角度1に切替えた状態で前記方位角回転手段を用いて前記被測定アンテナを方位角方向に回転させ、前記電磁界測定器を用いて第1の方位角面放射パターン $S_{21}(R, \theta_1, \phi)$ を測定する第1の放射パターン測定手段と、前記仰角切換手段を用いて前記被測定アンテナの仰角を第2の角度2に切替えた状態で前記方位角回転手段を用いて前記被測定アンテナを方位角方向に回転させ、前記電磁界測定器を用いて第2の方位角面放射パターン $S_{21}(R, \theta_2, \phi)$ を測定する第2の放射パターン測定手段と、測定周波数の波長を λ とし、前記測定アンテナの利得をGとし、仰角方向の測定角度ステップを $\Delta\theta$ とし、方位角方向の測定角度ステップを $\Delta\phi$ としたときに、前記第1、第2の放射パターン測定手段によって測定した第1、第2の方位角面放射パターン $S_{21}(R, \theta_1, \phi)$ を用いて、前記被測定アンテナの放射効率 η を

30

40

$$\eta = \frac{4\pi R^2 \sum_{\theta} \sum_{\phi} S_{21}^2(R, \theta, \phi) \sin \theta \Delta\phi \Delta\theta}{\lambda^2 G}$$

に基づいて演算する放射効率演算手段とを備える構成としている。

50

【 0 0 0 9 】

請求項 1 の発明によれば、第 1 , 第 2 の放射パターン測定手段によって測定した第 1 , 第 2 の方位角面放射パターン $S_{21}(R, \theta, \phi)$ を用いて、被測定アンテナの放射効率を演算するから、仰角 θ 方向に対して 2 つの角度 θ_1, θ_2 の 2 面で被測定アンテナの方位角方向の放射パターンを測定すればよい。このため、全立体角に亘って放射電磁界等を測定する場合に比べて、測定時間を短縮することができる。

【 0 0 1 0 】

また、仰角切換手段は被測定アンテナを仰角 θ 方向に対して第 1 , 第 2 の角度 θ_1, θ_2 に切換える構成としたから、2 つの角度 θ_1, θ_2 で切換可能な構成とすればよい。このため、仰角切換手段の構成を簡略化することができ、装置全体を小型化することができる。

10

【 0 0 1 1 】

また、請求項 1 の発明では、前記被測定アンテナは、メインビームの放射パターンが仰角 θ 方向に対して対称性をもつ構成とした。

【 0 0 1 2 】

これにより、メインビームの放射パターンの対称性によって、仰角 θ 方向に対して互いに 90 度異なる 2 つの角度 θ_1, θ_2 の 2 面で方位角方向の放射パターンを測定し、この放射パターンを球状に積分するだけで、全立体角に亘って放射パターンを測定したときと同程度の精度で被測定アンテナの放射効率を測定することができる。

【 0 0 1 3 】

即ち、被測定アンテナが仰角 θ 方向に対して対称性をもった放射パターンを有する場合には、仰角 θ が 90 度異なる 2 面の方位角方向放射パターンを球状に積分して放射効率を求めたときと、全立体角に亘って放射パターンを積分して放射効率を求めたときとの間で、放射効率の計算結果がほぼ同じ値となる。

20

【 0 0 1 4 】

特に、被測定アンテナの電圧定在波比 (Voltage Standing Wave Ratio) を 1 ~ 3 に限定したときには、被測定アンテナに接続するケーブルの影響が少なくなるため、放射パターンが一定となり、 ± 1 dB 未満の測定誤差で被測定アンテナの放射効率を測定することができる。

【 0 0 1 5 】

なお、放射効率は主としてメインビームによって決まるため、放射パターンの対称性はメインビームで生じていればよく、サイドローブの対称性は不要である。

30

【 0 0 1 6 】

請求項 2 の発明では、被測定アンテナと測定アンテナとを距離寸法 R だけ離間した位置に設け、該測定アンテナを用いて前記被測定アンテナの放射効率を測定する放射効率測定方法において、前記被測定アンテナは、メインビームの放射パターンが仰角 θ 方向に対して対称性をもち、前記被測定アンテナの仰角 θ を第 1 の角度 θ_1 に切換えた状態で前記被測定アンテナを方位角 ϕ 方向に回転させ、第 1 の方位角面放射パターン $S_{21}(R, \theta_1, \phi)$ を測定する第 1 の放射パターン測定工程と、前記被測定アンテナの仰角 θ を第 1 の角度 θ_1 と 90 度異なる第 2 の角度 θ_2 に切換えた状態で前記被測定アンテナを方位角 ϕ 方向に回転させ、第 2 の方位角面放射パターン $S_{21}(R, \theta_2, \phi)$ を測定する第 2 の放射パターン測定工程と、測定周波数の波長を λ とし、前記測定アンテナの利得を G とし、仰角 θ 方向の測定角度ステップを $\Delta\theta$ とし、方位角 ϕ 方向の測定角度ステップを $\Delta\phi$ としたときに、前記第 1 , 第 2 の放射パターン測定工程によって測定した第 1 , 第 2 の方位角面放射パターン $S_{21}(R, \theta, \phi)$ を用いて、前記被測定アンテナの放射効率 η を

40

$$\eta = \frac{4\pi R^2 \sum_{\theta} \sum_{\phi} S_{21}^2(R, \theta, \phi) \sin \theta \Delta\phi \Delta\theta}{\lambda^2 G}$$

に基づいて演算する放射効率演算工程とを備える構成としたことを特徴としている。

【 0 0 1 7 】

50

請求項2の発明によれば、第1、第2の放射パターン測定工程によって測定した第1、第2の方位角面放射パターン $S_{21}(R, \theta)$ を用いて、被測定アンテナの放射効率を演算するから、仰角 θ 方向に対して2つの角度 θ_1, θ_2 の2面で被測定アンテナの方位角方向の放射パターンを測定すればよい。このため、全立体角に亘って放射電磁界等を測定する場合に比べて、測定時間を短縮することができる。

【0018】

また、請求項2の発明による放射効率測定方法では、前記被測定アンテナは、メインビームの放射パターンが仰角 θ 方向に対して対称性をもつ構成とした。

【0019】

これにより、メインビームの放射パターンの対称性によって、仰角 θ 方向に対して互いに90度異なる2つの角度 θ_1, θ_2 の2面で方位角方向の放射パターンを測定し、この放射パターンを球状に積分するだけで、全立体角に亘って放射パターンを測定したときと同程度の精度で被測定アンテナの放射効率を測定することができる。

【図面の簡単な説明】

【0020】

【図1】図1は本発明の実施の形態によるアンテナ特性測定装置を示す正面図である。

【図2】図2は図1中の被測定アンテナの周囲を拡大して示す斜視図である。

【図3】図3は放射効率測定プログラムを示す流れ図である。

【図4】図4は実施の形態および比較例によるアンテナ放射効率の周波数特性を示す説明図である。

【符号の説明】

【0021】

- 1 電波無響箱
- 2 アジマステーブル(方位角回転手段)
- 3 A 仰角切換部(仰角切換手段)
- 4 A 被測定アンテナ
- 5 測定アンテナ
- 7 ネットワークアナライザ(電磁界測定器)

【発明を実施するための最良の形態】

【0022】

以下、本発明の実施の形態による放射効率測定装置を添付図面に従って詳細に説明する。

【0023】

図1において、電波無響箱1は、例えば1~2mm程度の厚さ寸法をもったアルミニウムの板材を用いて形成された箱体1Aと、該箱体1Aの内部に設けられた電波吸収体1Bとによって構成されている。また、電波無響箱1は、幅方向(X方向)、長さ方向(Y方向)、高さ方向(Z方向)に対して、それぞれ例えば50~100cm程度の長さ寸法をもって形成されている。そして、電波無響箱1は、外部からの電磁波を遮断すると共に、内部の電磁波の反射を防止するものである。

【0024】

アジマステーブル2は、方位角回転手段を構成し、電波無響箱1の内部で例えば左側の壁面近傍に設けられている。そして、アジマステーブル2は、電動モータ等の回転駆動部2Aを備え、該回転駆動部2Aを用いて高さ方向に平行なO1軸周りで方位角 θ 方向に回転する構成となっている。

【0025】

また、アジマステーブル2の上部には、被測定物4を支持する被測定物支持具3が取付けられている。さらに、被測定物支持具3には、仰角切換手段としての仰角切換部3Aが設けられ、該仰角切換部3Aは、長さ方向(左,右方向)に平行なO2軸周りで仰角 θ 方向の2位置に切換可能となっている。このとき、仰角切換部3Aは、仰角 θ 方向に対して

10

20

30

40

50

互いに90度異なる第1, 第2の角度 θ_1, θ_2 (例えば0度と90度) に切換えるものである。

【0026】

そして、仰角切換部3Aには、被測定物4が取付けられる。これにより、アジマステーブル2および仰角切換部3Aは、被測定物4を互いに直交するO1軸とO2軸との2軸を中心に回転させて被測定物4(被測定アンテナ4A)の方位角 ϕ および仰角 θ を決めるものである。

【0027】

被測定物4は、仰角切換部3Aの先端に取付けられ、アジマステーブル2と仰角切換部3Aとを用いてO1軸とO2軸との2軸周りに回転する。また、被測定物4は、例えば携帯電話、携帯端末等によって構成されると共に、放射効率を測定する測定対象としての被測定アンテナ4Aを備えている。このとき、被測定アンテナ4Aは、例えばホイップアンテナ、内蔵のチップアンテナ等によって構成されている。

10

【0028】

なお、携帯電話等の移動体通信機器は、任意の位置にある基地局との間で信号(電磁波)の送信、受信を行う。このため、被測定物4として移動体通信機器を用いる場合には、被測定アンテナ4Aは、例えばダイポールアンテナやモノポールアンテナと同様の指向性を有している。これにより、被測定アンテナ4Aは、被測定アンテナ4Aを中心として仰角 θ 方向や方位角 ϕ 方向に対して対称性をもった放射パターンを有している。

【0029】

また、被測定アンテナ4Aは、その電圧定在波比(Voltage Standing Wave Ratio)が3よりも大きくなると、整合性が悪化して、放射パターン(指向性)が変化することがある。このため、被測定アンテナ4Aの電圧定在波比は、1~3程度の値に設定するのが好ましい。

20

【0030】

測定アンテナ5は、電波無響箱1の内部で例えば右側の壁面近傍に設けられている。また、測定アンテナ5は、測定アンテナ支持具6に取付けられ、被測定物4と長さ方向(水平方向)で距離寸法Rだけ離間した位置に対向した状態で配置されている。ここで、測定アンテナ5は、例えば小型バイコニカルアンテナによって構成され、水平偏波と垂直偏波とのうちいずれか一方を選択的に測定する。このとき、測定アンテナ5は、測定アンテナ支持具6を用いて測定する偏波が切換わる構成となっている。そして、測定アンテナ5は、後述のネットワークアナライザ7に接続されている。

30

【0031】

ネットワークアナライザ7は、被測定アンテナ4Aが放射する電磁界を測定する電磁界測定器を構成し、高周波ケーブル7Aを通じて被測定アンテナ4Aに接続されると共に、高周波ケーブル7Bを通じて測定アンテナ5に接続されている。そして、ネットワークアナライザ7は、被測定アンテナ4Aから送信した電磁波(高周波信号)を測定アンテナ5を用いて受信する。これにより、ネットワークアナライザ7は、被測定アンテナ4Aに供給した電力と測定アンテナ5から受信した電力との比率を演算し、空間の損失分に相当するS行列のパラメータS₂₁を測定する。

40

【0032】

制御装置8は、アジマステーブル2の回転駆動部2A、ネットワークアナライザ7等に接続され、後述する放射効率測定プログラムに従って、これらの動作を制御している。具体的には、制御装置8は、被測定物4の仰角 θ を第1の仰角 θ_1 に固定した状態で、アジマステーブル2を用いて被測定物4の方位角 ϕ を徐々に変化させる。このとき、ネットワークアナライザ7は、パラメータS₂₁の測定操作を繰返し、第1の方位角面放射パターンS₂₁(R, θ_1, ϕ_1)を測定する。また、制御装置8は、被測定物4の仰角 θ を第2の仰角 θ_2 に切換えた状態で、再び被測定物4の方位角 ϕ を徐々に変化させる。このとき、ネットワークアナライザ7は、パラメータS₂₁の測定操作を繰返し、第2の方位角面放射パターンS₂₁(R, θ_2, ϕ_2)を測定する。これにより、制御装置8は、ネットワークアナ

50

ライザ7によって測定した2面の方位角面放射パターン $S_{21}(R, \theta, \phi)$ を用いて、被測定アンテナ4Aの放射効率を測定するものである。

【0033】

本実施の形態による放射効率測定装置は上述のように構成されるものであり、次に、図3を参照しつつ、放射効率測定装置を用いた放射効率の測定方法について説明する。

【0034】

まず、アジマステーブル2上にある被測定物支持具3に対して被測定物4を取付ける。このとき、被測定物4は水平な状態で設置する。また、測定を開始する前に、ネットワークアナライザ7は、被測定物4に接続する高周波ケーブル7Aと測定アンテナ5に接続する高周波ケーブル7Bとを直結し、高周波ケーブル7A、7Bによる損失分だけ目盛りの修正(キャリブレーション)を行う。

10

【0035】

この状態で放射効率測定プログラムを作動させると、図3中のステップ1では、第1の水平偏波測定処理を行う。このとき、測定アンテナ5は、被測定物4(被測定アンテナ4A)から放射される水平偏波を受信する。また、仰角切換部3Aを用いて被測定物4の仰角 θ を第1の仰角 θ_1 (例えば $\theta_1 = 0$ 度)に固定する。この状態で、アジマステーブル2を回転させて、方位角 ϕ が0度~360度の範囲で例えば10度毎に方位角 ϕ 方向のパラメータ S_{21} を測定し、水平偏波に対する第1の方位角面放射パターン $S_{21}(R, \theta_1, \phi)$ を測定する。

【0036】

そして、被測定アンテナ4Aを方位角 ϕ 方向に1周分だけ回転させた後には、ステップ2に移行して第1の垂直偏波測定処理を行う。このとき、測定アンテナ支持具6を用いて、測定アンテナ5によって測定する偏波を水平偏波から垂直偏波に切換える。この状態で、ステップ1と同様に、再び被測定物4の仰角 θ を第1の仰角 θ_1 に固定した状態で、アジマステーブル2を回転させる。これにより、方位角 ϕ が0度~360度の範囲で例えば10度毎に方位角 ϕ 方向のパラメータ S_{21} を測定し、垂直偏波に対する第1の方位角面放射パターン $S_{21}(R, \theta_1, \phi)$ を測定する。

20

【0037】

そして、垂直偏波に対する第1の方位角面放射パターン $S_{21}(R, \theta_1, \phi)$ の測定が終了すると、各方位角 ϕ 毎に水平偏波の測定結果の2乗 $S_{21}^2(R, \theta_1, \phi)$ と垂直偏波の測定結果の2乗 $S_{21}^2(R, \theta_1, \phi)$ とを加算し、最終的な第1の方位角面放射パターンの2乗 $S_{21}^2(R, \theta_1, \phi)$ を算出する。このとき、水平偏波の測定結果と垂直偏波の測定結果とは、ネットワークアナライザ7によって測定した対数表示(dB)の測定値ではなく、真数に変換した数値で加算を行う。

30

【0038】

次に、ステップ3では、第2の水平偏波測定処理を行うために、測定アンテナ支持具6を用いて、測定アンテナ5によって測定する偏波を水平偏波に切換える。また、仰角切換部3Aを用いて被測定物4の仰角 θ を第2の仰角 θ_2 (例えば $\theta_2 = 90$ 度)に切換える。この状態で、アジマステーブル2を回転させて、例えば10度毎に方位角 ϕ 方向のパラメータ S_{21} を測定し、水平偏波に対する第2の方位角面放射パターン $S_{21}(R, \theta_2, \phi)$ を測定する。

40

【0039】

そして、被測定アンテナ4Aを方位角 ϕ 方向に1周分だけ回転させた後には、ステップ4に移行して第2の垂直偏波測定処理を行う。このとき、測定アンテナ支持具6を用いて、測定アンテナ5によって測定する偏波を水平偏波から垂直偏波に切換える。この状態で、ステップ3と同様に、再び被測定物4の仰角 θ を第2の仰角 θ_2 に固定した状態で、アジマステーブル2を回転させる。これにより、方位角 ϕ が0度~360度の範囲で例えば10度毎に方位角 ϕ 方向のパラメータ S_{21} を測定し、垂直偏波に対する第2の方位角面放射パターン $S_{21}(R, \theta_2, \phi)$ を測定する。

【0040】

50

そして、垂直偏波に対する第2の方位角面放射パターン $S_{21}(R, \theta, \phi)$ の測定が終了すると、各方位角 θ 毎に水平偏波の測定結果の2乗 $S_{21}^2(R, \theta, \phi)$ と垂直偏波の測定結果の2乗 $S_{21}^2(R, \theta, \phi)$ とを加算し、最終的な第2の方位角面放射パターンの2乗 $S_{21}^2(R, \theta, \phi)$ を算出する。このとき、第1の方位角面放射パターン $S_{21}(R, \theta, \phi)$ の場合と同様に、水平偏波の測定結果と垂直偏波の測定結果とを、真数に変換した数値で加算を行う。

【0041】

最後に、ステップ5では、放射効率演算処理として、水平偏波の測定結果および垂直偏波の測定結果に基づく方位角面放射パターン $S_{21}(R, \theta, \phi)$ を全空間に対して球面積分し、被測定アンテナ4Aの放射効率 η を以下の数1の式に基づいて算出する。

10

【0042】

【数1】

$$\eta = \frac{4\pi R^2 \sum_{\theta} \sum_{\phi} S_{21}^2(R, \theta, \phi) \sin \theta \Delta \phi \Delta \theta}{\lambda^2 G}$$

【0043】

なお、数1の式において、 λ は測定周波数の波長を示し、 G は測定アンテナ5の利得を示している。また、 θ は仰角 θ 方向の測定角度ステップを示し、本実施の形態は θ は90度 ($\theta = \pi/2$ [ラジアン]) となっている。さらに、 ϕ は方位角 ϕ 方向の測定角度ステップを示し、本実施の形態では例えば ϕ は10度 ($\phi = \pi/18$ [ラジアン]) となっている。

20

【0044】

本実施の形態では、上述のような放射効率の測定方法を用いるもので、次に、上述の放射効率の測定方法を用いて実際の携帯電話についての放射効率を測定した。その結果を図4中に白色の丸印を用いて示す。

【0045】

また、比較例として、従来技術と同様に、全立体角について放射電磁界を測定して放射効率を求めた。この結果を図4中に黒色の四角印を用いて示す。このとき、仰角 θ は0度～90度の範囲で10度毎に変化させ、方位角 ϕ は0度～360度の範囲で10度毎に変化させた。そして、これら全ての仰角 θ および方位角 ϕ についてパラメータ S_{21} を測定し、この測定結果を全空間に対して球面積分した。

30

【0046】

なお、本実施の形態および比較例のいずれの場合も、携帯電話で使用する2つの周波数帯域 (824～960 MHz および 1710～2170 MHz) について、放射効率の測定を行った。

【0047】

図4の結果より、本実施の形態と比較例とでは、放射効率がほぼ同じ値となり、 ± 1.0 dB以内で一致することが確認された。このとき、比較例の場合、アジマステーブル2の回転速度を3rpmに設定した状態で放射効率を求めると、20分程度の測定時間が必要となった。これに対し、本実施の形態のように、2面だけの測定を行った場合には、2分程度で放射効率の測定が終了し、測定時間を短縮することができた。

40

【0048】

かくして、本実施の形態では、仰角 θ 方向に対して2つの角度 ϕ_1, ϕ_2 の2面で被測定アンテナ4Aの方位角方向放射パターン $S_{21}(R, \theta, \phi)$ を測定し、放射効率 η を演算するから、全立体角に亘って放射電磁界等を測定する場合に比べて、測定時間を例えば1/10程度に短縮することができる。

【0049】

また、仰角切換部3Aは被測定物4 (被測定アンテナ4A) を仰角 θ 方向に対して2つの角度 ϕ_1, ϕ_2 に切換える構成としたから、従来技術のように、例えば仰角 θ 方向に10

50

度毎に変化させるときに比べて、仰角切換部 3 A の構成を簡略化することができ、装置全体を小型化することができる。このため、小型の電波無響箱 1 を用いて被測定アンテナ 4 A の放射効率 を測定することができる。

【 0 0 5 0 】

さらに、被測定アンテナ 4 A はメインビームの放射パターンが仰角 方向に対して対称性をもつ構成とした。このため、メインビームの放射パターンの対称性によって、仰角 方向に対して互いに 9 0 度異なる 2 つの角度 1 , 2 の 2 面で方位角方向の放射パターンを測定し、この放射パターンを球状に積分するだけで、全立体角に亘って放射パターンを測定したときと同程度の精度で被測定アンテナ 4 A の放射効率 を測定することができる。

10

【 0 0 5 1 】

特に、被測定アンテナ 4 A の電圧定在波比を 1 ~ 3 に限定したときには、被測定アンテナ 4 A に接続する高周波ケーブル 7 A の影響が少なくなるから、放射パターンが一定となり、 ± 1 dB 未満の測定誤差で被測定アンテナ 4 A の放射効率 を測定することができる。

【 0 0 5 2 】

なお、前記実施の形態では、図 3 中のステップ 1 , 2 は第 1 の放射パターン測定手段 (第 1 の放射パターン測定工程) の具体例、ステップ 3 , 4 は第 2 の放射パターン測定手段 (第 2 の放射パターン測定工程) の具体例、ステップ 5 は放射効率演算手段 (放射効率演算工程) の具体例をそれぞれ示している。

20

【 0 0 5 3 】

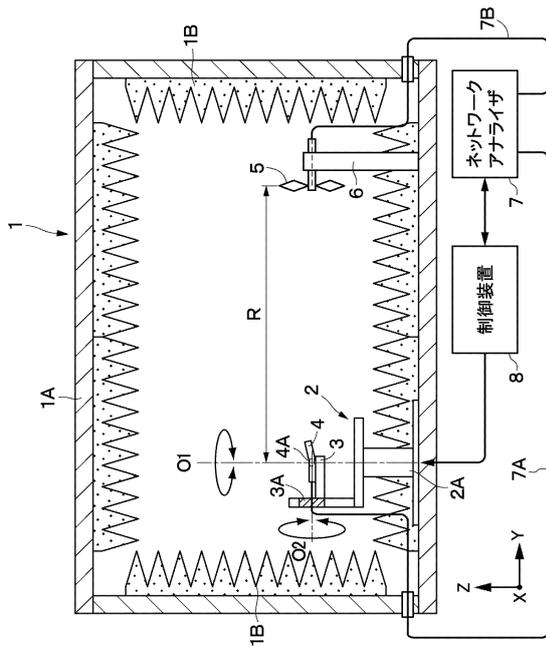
また、前記実施の形態では、第 1 , 第 2 の角度 1 , 2 は 0 度と 9 0 度にそれぞれ設定するものとした。しかし、本発明はこれに限らず、第 1 , 第 2 の角度 1 , 2 は、互いに 9 0 度異なっていればよく、例えば - 4 5 度と + 4 5 度にそれぞれ設定する構成としてもよい。

【 0 0 5 4 】

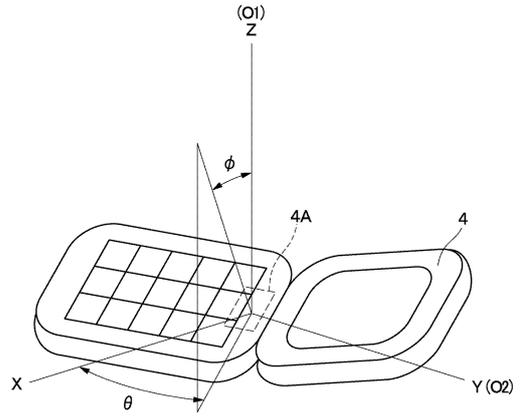
さらに、前記実施の形態では、被測定アンテナ 4 A として携帯電話のホイップアンテナ、内蔵のチップアンテナを用いる構成としたが、例えばダイポールアンテナ、モノポールアンテナ等の他の形式の各種のアンテナを用いてもよい。同様に、測定アンテナ 5 としてバイコンカルアンテナを用いる構成としたが、他の形式のアンテナを用いてもよい。

30

【図1】



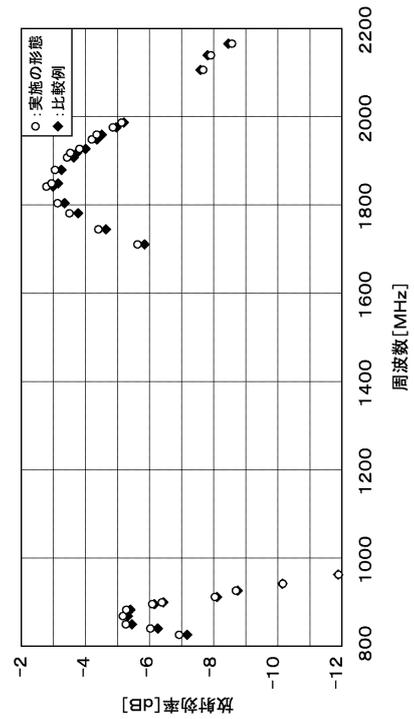
【図2】



【図3】



【図4】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2005-354319(JP,A)
特開2001-267953(JP,A)
国際公開第2006/047677(WO,A1)
山口 良 Ryo YAMAGUCHI, 上林 真司 Shinji UEBAYASHI, “携帯電話の放射効率測定法に関する一検討 A Study on Measurement Method of Radiation Efficiency for Mobile Handsets”
, 電子情報通信学会技術研究報告, 社団法人電子情報通信学会, 2004年 6月10日, A・P
アンテナ・伝播, Vol.104, No.113, p.25-29
“TY2100AO 出力解析ソフトウェア Version 1.13~”, TY2100 出力解析ソフトウェア 取扱説明書, 日本, 株式会社東陽テクニカ, 2005年 4月, A010-0032-90 Version 1.13 Rev.A, p.54-56, 出願人(代理人)より入手

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01R 29/10、29/08
H01Q 3/00~3/46、
21/00~25/04
H04B 7/24~7/26
H04Q 7/00~7/28
CINii