

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2011年6月16日(16.06.2011)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2011/071020 A1

- (51) 国際特許分類:
G01R 29/08 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2010/071845
- (22) 国際出願日: 2010年12月6日(06.12.2010)
- (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 2009-278045 2009年12月7日(07.12.2009) JP
- (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): 株式会社エヌ・ティ・ティ・ドコモ(NTT DOCOMO, INC.) [JP/JP]; 〒1006150 東京都千代田区永田町二丁目11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): 丸山 珠美(MARUYAMA, Tamami) [JP/JP]; 〒1006150 東京都千代田区永田町二丁目11番1号 山王パークタワー 株式会社エヌ・ティ・ティ・ドコモ 知的財産部内 Tokyo (JP). 古野 辰男(FURUNO, Tatsuo) [JP/JP]; 〒1006150 東京都千代田区

永田町二丁目11番1号 山王パークタワー 株式会社エヌ・ティ・ティ・ドコモ 知的財産部内 Tokyo (JP). 大矢 智之(OHYA, Tomoyuki) [JP/JP]; 〒1006150 東京都千代田区永田町二丁目11番1号 山王パークタワー 株式会社エヌ・ティ・ティ・ドコモ 知的財産部内 Tokyo (JP). 小田 恭弘(ODA, Yasuhiro) [JP/JP]; 〒1006150 東京都千代田区永田町二丁目11番1号 山王パークタワー 株式会社エヌ・ティ・ティ・ドコモ 知的財産部内 Tokyo (JP). トラン ゴクハオ(TRAN, Ngoc Hao) [VN/JP]; 〒1006150 東京都千代田区永田町二丁目11番1号 山王パークタワー 株式会社エヌ・ティ・ティ・ドコモ 知的財産部内 Tokyo (JP). 沈 紀ユン(SHEN, Jiyun) [CN/JP]; 〒1006150 東京都千代田区永田町二丁目11番1号 山王パークタワー 株式会社エヌ・ティ・ティ・ドコモ 知的財産部内 Tokyo (JP).

- (74) 代理人: 三好 秀和, 外(MIYOSHI, Hidekazu et al.); 〒1050001 東京都港区虎ノ門一丁目2番8号 虎ノ門琴平タワー Tokyo (JP).

[続葉有]

(54) Title: PROPAGATION PATH ESTIMATION METHOD, PROGRAM, AND DEVICE

(54) 発明の名称: 伝搬経路推定方法、プログラム及び装置

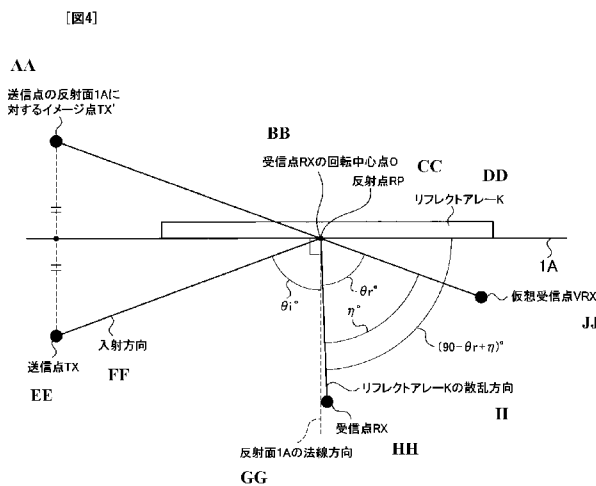


FIG. 4:
AA IMAGE POINT TX' WITH RESPECT TO REFLECTION SURFACE 1A OF TRANSMISSION POINT
BB ROTATION CENTER POINT O OF RECEPTION POINT RX
CC REFLECTION POINT RP
DD REFLECT ARRAY K
EE TRANSMISSION POINT TX
FF INCIDENT DIRECTION
GG NORMAL DIRECTION OF REFLECTION SURFACE 1A
HH RECEPTION POINT RX
II SCATTERING DIRECTION OF REFLECT ARRAY K
JJ VIRTUAL RECEPTION POINT VRX

(57) Abstract: Provided is a propagation path estimation method using an imaging method which has a step in which in the case where a reflect array K, a reflection direction and a scattering direction of which are a direction of $(\theta-\eta)^\circ$ different from a direction of θ° of a mirror reflection, exists on a propagation path from a transmission point TX to a reception point RX of radio waves, the reception point RX is rotated by η° about a rotation center point O, thereby calculating a virtual reception point VRX and estimating the propagation path by using the virtual reception point VRX.

(57) 要約: 本発明に係るイメージング法を用いた伝搬経路推定方法は、イメージング法を用いた伝搬経路推定方法であって、電波の送信点TXから受信点RXまでの伝搬経路上に、反射方向及び散乱方向が鏡面反射方向 θ° と異なる方向 $(\theta-\eta)^\circ$ となるリフレクトアレーKが存在する場合に、回転中心点Oを中心にして該受信点RXを η° 回転させることによって仮想受信点VRXを算出し、仮想受信点VRXを用いて伝搬経路を推定する工程を有する。



(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(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, LR, 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 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称：伝搬経路推定方法、プログラム及び装置

技術分野

- [0001] 本発明は、伝搬経路推定方法、プログラム及び装置に関する。
- [0002] 特に、本発明は、幾何光学モデルを用いたGOやGTD等の解析やレイトレース解析やイメージング法を用いた解析において、鏡面反射を行わない散乱体を解析する手段に関する。

背景技術

- [0003] 従来、電波の伝搬特性を解析する手法として、幾何光学モデルを用いた解析手法が広く知られている（例えば、非特許文献1参照）。
- [0004] 図1に、従来のレイトレース法による電波の伝搬経路（パス）を求める手法について示す。
- [0005] 図1に示すように、従来のレイトレース法では、第1に、送信点Tの壁面1に対するイメージ点T'を求め、次に、イメージ点T'の壁面2に対するイメージ点T''を求める。
- [0006] 第2に、T''と受信点Rとを直線で結び、かかる直線と壁面2との交点を求める。かかる交点が、壁面2における反射点X2となる。
- [0007] 第3に、壁面2における反射点X2とT'とを直線で結び、壁面1における反射点X1を求めることができる。
- [0008] このとき、伝搬距離は、T''と受信点Rとを結んだ直線の長さと同じ値となる。受信点Rの電界強度は、この伝搬距離を用いて求めることができる。
- [0009] また、図2に、従来の透過波及び反射波についての伝搬経路（パス）を求める手法について示す（例えば、非特許文献2参照）。
- [0010] また、特許文献1に、透過方向が直進方向に限らず、反射方向が鏡面反射方向に限らない場合に対する伝搬特性を推定する方法が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0011] 特許文献1：特開第2009-168534号公報

非特許文献

[0012] 非特許文献1：細矢良雄監修、「電波伝搬ハンドブック」、234～245頁、リアライズインク社

非特許文献2：「EEM-RTM 理論説明書」、(株)情報数理研究所、http://www.imslab.co.jp/RProduct/eem/doc/rtm_theory.pdf

非特許文献3：L. Li, Q. Chen, Q. Yuan, K. Sawaya, T. Maruyama, T. Furuno and S. Uebayashi: "Microstrip Reflectarray Using Crossed-Dipole with Frequency Selective Surface of Loops," ISAP2008, TP-C05, 1645278, 2008.

非特許文献4：T. Maruyama, T. Furuno and S. Uebayashi: "Experiment and Analysis of Reflect Beam Direction Control using a Reflector having Periodic Tapered Mushroom-like Structure," ISAP2008, MO-IS1, 1644929, p. 9, 2008.

発明の概要

[0013] しかしながら、上述の手法では、図1及び図2に示すように、反射波の進行方向は、鏡面反射方向（正規反射方向）に限られており、また、透過波の進行方向は、直進方向に限られている。

[0014] したがって、上述の手法では、鏡面反射方向以外の方向に散乱する場合の伝搬特性及び媒体の屈折を考慮した伝搬特性の解析を行うことはできなかった。

[0015] 図3に、鏡面反射方向以外の方向に散乱する場合の伝搬経路の例を示す。

[0016] 図3において、壁面3及び壁面4は、それぞれ鏡面方向に反射しない散乱体（例えば、リフレクトアレーなどの方向制御散乱体）であり、反射波は、鏡面反射方向と異なる方向に散乱し、壁面3では、入射方向A1°の方向から入射した電波は、反射点x3において反射方向A2°の方向に散乱し、壁面4では、入射方向B1°の方向から入射した電波は、反射点x4において

反射方向 $B 2^{\circ}$ の方向に散乱している。

[0017] これに対して、従来のイメージング法で経路を求めると、壁面 4 における反射点は、 $\times 2$ となり、反射点 $\times 4$ と異なる場所となってしまう。すなわち、従来の図 1 の方法で、壁面 4 における反射点を求めることはできない。したがって、従来のイメージング法によって、鏡像を使った伝搬経路の算出を行うことができないという問題点があった。

[0018] 一方、近年伝搬環境改善のための、方向制御散乱体として、リフレクトアレーやメタマテリアルを応用する例が報告されている（非特許文献 3、4）。

[0019] かかる方向制御散乱体が送信点 T と受信点 R との間の電波の伝搬経路（パス）の途中に存在している場合の電波の伝搬特性を解析することは、伝搬環境の改善効果を解析する上で重要であるが、従来のレイトレースによる手法では困難であった。

[0020] 一方、特許文献 1 の手法によれば、パスを求めてパスを削除するアルゴリズムを用いることにより、伝搬経路を推定することができるが、解析前に構造のみで予め推定することはできなかった。このため、計算回数が増えるという欠点があった。

[0021] そこで、本発明は、上述の課題に鑑みてなされたものであり、方向制御散乱体が含まれる伝搬解析モデルにおける伝搬経路を推定し、レイトレース解析や幾何光学モデルを応用した解析を行うことができる伝搬経路推定方法、プログラム及び装置を提供することを目的とする。

[0022] 本発明の第 1 の特徴は、イメージング法を用いた伝搬経路推定方法であって、電波の送信点 TX から受信点 RX までの伝搬経路上に、反射方向及び散乱方向が鏡面反射方向 θ° と異なる方向 $(\theta - \eta)^{\circ}$ となる構造物が存在する場合に、回転中心点 O を中心にして該受信点 RX を η° 回転させることによって仮想受信点 VRX を算出し、該仮想受信点 VRX を用いて伝搬経路を推定する工程を有することを要旨とする。

[0023] 本発明の第 2 の特徴は、イメージング法を用いた伝搬経路推定方法であっ

て、電波の送信点TXから受信点RXまでの伝搬経路上に、反射方向及び散乱方向が鏡面反射方向 θ° と異なる方向 $(\theta - \eta)^\circ$ となる構造物が存在する場合に、回転中心点Oを中心にして該送信点TXを η° 回転させることによって仮想送信点VTXを算出し、該仮想送信点VTXを用いて伝搬経路を推定する工程を有することを要旨とする。

[0024] 本発明の第3の特徴は、伝搬経路推定方法であって、伝搬経路上で、電波が、反射方向及び散乱方向が鏡面反射方向 θ° と異なる方向 $(\theta - \eta)^\circ$ となる第1構造物で反射又は散乱した後、反射方向及び散乱方向が鏡面反射方向 θ° となる第2構造物で反射又は散乱する場合に、イメージング法を用いて、送信点の前記第1構造物に対する第1イメージ点を算出し、該第1イメージ点の前記第2構造物に対する第2イメージ点を算出する工程と、回転中心点を中心にして受信点を η° 回転させることによって仮想受信点を算出する工程と、前記第2イメージ点及び前記仮想受信点を用いて伝搬経路を推定する工程とを有することを要旨とする。

[0025] 本発明の第4の特徴は、伝搬経路推定方法であって、伝搬経路上で、電波が、反射方向及び散乱方向が鏡面反射方向 θ° となる第1構造物で反射又は散乱した後、反射方向及び散乱方向が鏡面反射方向 θ° と異なる方向 $(\theta - \eta)^\circ$ となる第2構造物で反射又は散乱する場合に、回転中心点を中心にして送信点を η° 回転することによって、仮想送信点を算出する工程と、イメージング法を用いて、前記仮想送信点の前記第1構造物に対する第1イメージ点を算出し、該第1イメージ点の前記第2構造物に対する第2イメージ点を算出する工程と、前記第2イメージ点及び受信点を用いて伝搬経路を推定する工程とを有することを要旨とする。

図面の簡単な説明

[0026] [図1] 図1は、従来のレイトレース法による電波の伝搬経路（パス）を求める手法について説明するための図である。

[図2] 図2は、従来の透過波及び反射波についての伝搬経路（パス）を求める手法について示す図である。

[図3] 図3は、従来の手法の問題点を説明するための図である。

[図4] 図4は、本発明の第1の実施形態に係る伝搬経路推定方法を説明するための図である。

[図5] 図5は、本発明の第1の実施形態に係る伝搬経路推定方法を説明するためのフローチャートである。

[図6] 図6は、本発明の第2の実施形態に係る伝搬経路推定方法を説明するための図である。

[図7] 図7は、本発明の第3実施形態に係る伝搬経路推定方法を説明するための図である。

[図8] 図8は、本発明の3実施形態に係る伝搬経路推定方法を説明するための図である。

[図9] 図9は、本発明の第3の実施形態に係る伝搬経路推定方法を説明するためのフローチャートである。

[図10] 図10は、本発明の第4実施形態に係る伝搬経路推定方法を説明するための図である。

[図11] 図11は、本発明の第5実施形態に係る伝搬経路推定方法を説明するための図である。

[図12] 図12は、本発明の第5の実施形態に係る伝搬経路推定方法を説明するためのフローチャートである。

[図13] 図13は、本発明の第6実施形態に係る伝搬経路推定方法を説明するための図である。

[図14] 図14は、本発明の第6実施形態に係る伝搬経路推定方法を説明するための図である。

[図15] 図15は、本発明の第6の実施形態に係る伝搬経路推定方法を説明するためのフローチャートである。

[図16] 図16は、本発明の第7実施形態に係る伝搬経路推定方法を説明するための図である。

[図17] 図17は、本発明の第8実施形態に係る伝搬経路推定方法を説明する

ための図である。

[図18]図18は、本発明の第9実施形態に係る伝搬経路推定方法を説明するための図である。

[図19]図19は、本発明の第10実施形態に係る伝搬経路推定方法を説明するための図である。

[図20]図20は、本発明の第11実施形態に係る伝搬経路推定方法を説明するための図（受信点回転前）である。

[図21]図21は、本発明の第11実施形態に係る伝搬経路推定方法を説明するための図（1回目・45度回転）である。

[図22]図22は、本発明の第11実施形態に係る伝搬経路推定方法を説明するための図（2回目・45度回転）である。

[図23]図23は、本発明の第11実施形態に係る伝搬経路推定方法を説明するための図（2回目・45度回転）である。

[図24]図24は、本発明の第11実施形態に係る伝搬経路推定方法を説明するための図（3回目・45度回転）である。

[図25]図25は、本発明の第11実施形態に係る伝搬経路推定方法を説明するための図（3回目・45度回転）である。

[図26]図26は、本発明の第11実施形態に係る伝搬経路推定方法による反射点までの距離の収束状況を示す図である。

[図27]図27は、本発明の第12実施形態に係る伝搬経路推定方法を説明するための図（受信点回転前）である。

[図28]図28は、本発明の第12実施形態に係る伝搬経路推定方法を説明するための図（1回目・70度回転）である。

[図29]図29は、本発明の第12実施形態に係る伝搬経路推定方法を説明するための図（1回目・70度回転）である。

[図30]図30は、本発明の第12実施形態に係る伝搬経路推定方法を説明するための図（2回目・70度回転）である。

[図31]図31は、本発明の第12実施形態に係る伝搬経路推定方法を説明す

るための図（５回目・７０度回転）である。

[図32]図３２は、本発明の第１２実施形態に係る伝搬経路推定方法による反射点までの距離の収束状況を示す図である。

[図33]図３３は、本発明の第１３実施形態に係る伝搬経路推定方法を説明するための図（受信点回転前）である。

[図34]図３４は、本発明の第１３実施形態に係る伝搬経路推定方法を説明するための図（１回目）である。

[図35]図３５は、本発明の第１３実施形態に係る伝搬経路推定方法を説明するための図（１回目）である。

[図36]図３６は、本発明の第１３実施形態に係る伝搬経路推定方法を説明するための図（２回目）である。

[図37]図３７は、本発明の第１３実施形態に係る伝搬経路推定方法を説明するための図（収束後・６回目）である。

[図38]図３８は、本発明の第１３実施形態に係る伝搬経路推定方法による反射点までの距離の収束状況を示す図である。

[図39]図３９は、本発明の第１４実施形態に係る伝搬経路推定方法を説明するための図（１回目・４５度回転）である。

[図40]図４０は、本発明の第１４実施形態に係る伝搬経路推定方法を説明するための図（２回目・４５度回転）である。

[図41]図４１は、本発明の第１４実施形態に係る伝搬経路推定方法を説明するための図（３回目・４５度回転）である。

[図42]図４２は、本発明の第１４実施形態に係る伝搬経路推定方法を説明するための図（４回目・４５度回転）である。

[図43]図４３は、本発明の第１４実施形態に係る伝搬経路推定方法を説明するための図（５回目・４５度回転）である。

[図44]図４４は、本発明の第１４実施形態に係る伝搬経路推定方法を説明するための図（８回目・４５度回転）である。

[図45]図４５は、本発明の第１４実施形態に係る伝搬経路推定方法による反

射点の収束状況を示す図である。

[図46] 図46は、本発明の第14実施形態に係る伝搬経路推定方法による反射点差分の収束状況を示す図である。

[図47] 図47は、本発明の第15実施形態に係る伝搬経路推定方法を説明するための図（1回目・70度回転）である。

[図48] 図48は、本発明の第15実施形態に係る伝搬経路推定方法を説明するための図（2回目・70度回転）である。

[図49] 図49は、本発明の第15実施形態に係る伝搬経路推定方法を説明するための図（3回目・70度回転）である。

[図50] 図50は、本発明の第15実施形態に係る伝搬経路推定方法を説明するための図（4回目・70度回転）である。

[図51] 図51は、本発明の第15実施形態に係る伝搬経路推定方法を説明するための図（5回目・70度回転）である。

[図52] 図52は、本発明の第15実施形態に係る伝搬経路推定方法を説明するための図（6回目・70度回転）である。

[図53] 図53は、本発明の第15実施形態に係る伝搬経路推定方法を説明するための図（7回目・70度回転）である。

[図54] 図54は、本発明の第15実施形態に係る伝搬経路推定方法を説明するための図（収束後・70度回転）である。

[図55] 図55は、本発明の第15実施形態に係る伝搬経路推定方法による反射点の収束状況を示す図である。

[図56] 図56は、本発明の第15実施形態に係る伝搬経路推定方法による反射点差分の収束状況を示す図である。

発明を実施するための形態

[0027] （本発明の第1の実施形態）

図4及び図5を参照して、本発明の第1の実施形態に係る伝搬経路推定方法について説明する。

[0028] 図4は、入射方向 θ_i °からリフレクタレーKに入射した電波が、リフレ

クトアレーKに対する鏡面反射方向 θ_r° から反射点RPを通るリフレクトアレーKの反射面1Aの法線方向に η° 回転した方向に散乱する場合の例を示している。

[0029] なお、本明細書では、入射方向を入射角によって規定し、反射方向を反射角によって規定するものとする。図4において、「 $\theta_i^\circ = \theta_r^\circ$ 」である。

[0030] 図4及び図5に示すように、ステップS101において、リフレクトアレーKの反射面1A上の任意の点を回転中心点Oとする。

[0031] ステップS102において、回転中心点Oを中心にして受信点RXを、反射点RPを通るリフレクトアレーKの反射面1Aの法線方向に η° 回転することによって、仮想受信点VRXを算出する。

[0032] ステップS103において、イメージング法を用いて、送信点TXのリフレクトアレーKの反射面1A（構造物）に対するイメージ点TX'を算出する。

[0033] ステップS104において、イメージ点TX'と仮想受信点VRXとを直線で結び、かかる直線とリフレクトアレーKの反射面1Aとの交点を、反射点RPとする。

[0034] ステップS105において、送信点TXと反射点RPと受信点RXとを直線で結ぶことによって、伝搬経路及び伝搬距離を算出する。

[0035] （本発明の第2の実施形態）

次に、図6を参照して、本発明の第2の実施形態に係る伝搬経路推定方法について説明する。以下、本実施形態に係る伝搬経路推定方法について、上述の第1の実施形態に係る伝搬経路推定方法との相違点に着目して説明する。

[0036] 図6に示すように、第1の実施形態に係る伝搬経路推定方法によって算出された反射点RPと回転中心点Oとが一致していない場合には、受信点RXは、回転中心点Oを中心にして鏡面反射方向（正規反射方向）から η° の方向からずれているため、計算誤差が生じる。

[0037] したがって、本実施形態に係る伝搬経路推定方法では、反射点RPと回転

中心点 O との距離が所定距離（例えば、 δ ）以内になるまで、回転中心点 O を一定距離（例えば、 $O - |RP - O|$ ）単位で変化させ、第1の伝搬経路推定方法のステップ $S101 \sim S104$ （図5参照）を繰り返す。

[0038] （本発明の第3の実施形態）

図7乃至図9を参照して、本発明の第3の実施形態に係る伝搬経路推定方法について説明する。以下、本実施形態に係る伝搬経路推定方法について、上述の第1又は2の実施形態に係る伝搬経路推定方法との相違点に着目して説明する。

[0039] 図7乃至図9に示すように、ステップ $S201$ において、イメージング法を用いて、送信点 TX のリフレクタレー K の反射面 $1A$ （構造物）に対するイメージ点 TX' を算出する。

[0040] ステップ $S202$ において、第 n 回転中心点 O_n を算出する。ここで、「 n 」の初期値は「1」である。例えば、第1回転中心点 O_1 は、受信点 RX を通過する反射面 $1A$ の法線と反射面 $1A$ との交点であり、第 n 回転中心点 O_n は、第 $(n-1)$ 回転中心点 O_{n-1} を Δs だけ変化させた点である。

[0041] ステップ $S203$ において、回転中心点 O_n を中心にして受信点 RX を、回転中心点 O_n を通るリフレクタレー K の反射面 $1A$ の法線方向に η° 回転することによって、第 n 仮想受信点 VRX_n を算出する。

[0042] ステップ $S204$ において、イメージ点 TX' と第 n 仮想受信点 VRX_n とを直線で結び、かかる直線とリフレクタレー K の反射面 $1A$ との交点を、第 n 反射点 RP_n とする。

[0043] ステップ $S205$ において、収束条件が満たされているか否かについて判定する。例えば、第 n 回転中心点 O_n と第 n 反射点 RP_n との間の距離が閾値 Δs よりも小さい場合に、収束条件が満たされていると判定されてもよい。

[0044] 収束条件が満たされていると判定された場合、本動作は、ステップ $S207$ に進み、収束条件が満たされていないと判定された場合、本動作は、ステップ $S206$ において、「 n 」を「1」だけインクリメントし、ステップ S

202に戻る。

[0045] ステップS207において、送信点TXと第n反射点RPnと受信点RXとを直線で結ぶことによって、伝搬経路及び伝搬距離を算出する。

[0046] (本発明の第4の実施形態)

図10を参照して、本発明の第4の実施形態に係る伝搬経路推定方法について説明する。以下、本実施形態に係る伝搬経路推定方法について、上述の第1乃至3の実施形態に係る伝搬経路推定方法との相違点に着目して説明する。

[0047] 本実施形態に係る伝搬経路推定方法では、リフレクタレーKの反射面1Aの方向をX軸方向とし、かかる反射面1Aに直交する方向をY軸方向とする直交座標系が用いられる。

[0048] 各点の座標は、以下の通りとなる。

[0049] - 送信点TXの座標：(a, b)
 - 送信点TXの反射面1Aに対するイメージ点TX'の座標：(a, -b)
 - 受信点RXの座標：(c, d)
 - 回転中心点Oの座標：(e, 0)
 - 仮想受信点VRXの座標： $(X_{vrx}, Y_{vrx}) = (\cos(-\eta^\circ) \times (c-e) - \sin(-\eta^\circ) \times d + e, \sin(-\eta^\circ) \times (c-e) + \cos(-\eta^\circ) \times d)$

(x_1, y_1) 及び (x_2, y_2) を通る直線の方程式は、

[数1]

$$y - y_1 = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} (x - x_1)$$

[0050] で表されるから、イメージ点TX'と仮想受信点VRXとを通る直線の方程式は、「 $y - (-b) = ((\sin(-\eta^\circ) \times (c-e) + \cos(-\eta^\circ) \times d - a) / (\cos(-\eta^\circ) \times (c-e) - \sin(-\eta^\circ) \times d - (-b)) + e) \times (x - a)$ 」で表される。

[0051] ここで、「 $y = 0$ 」を代入すると、交点の x 座標の値「 x 」を算出することができる。なお、 $(x, 0)$ が、反射点 RP の座標となる。

[0052] したがって、回転中心点 O と反射点 RP とを一致させるために、上述の方程式において「 $e = x$ 」として、すなわち、式「 $x = b / \{ ((\sin(-\eta^\circ) \times (c - x) + \cos(-\eta^\circ) \times d - a) / (\cos(-\eta^\circ) \times (c - x) - \sin(-\eta^\circ) \times d - (-b)) + x) \} + a$ 」から、 x の値を算出することによって、かかる反射点 RP の座標を算出することができる。

[0053] (本発明の第5の実施形態)

図11及び図12を参照して、本発明の第5の実施形態に係る伝搬経路推定方法について説明する。以下、本実施形態に係る伝搬経路推定方法について、上述の第1乃至4の実施形態に係る伝搬経路推定方法との相違点に着目して説明する。

[0054] 図11及び図12に示すように、ステップS301において、リフレクタレー K の反射面 $1A$ 上の任意の点を回転中心点 O とする。

[0055] ステップS302において、回転中心点 O を中心にして送信点 TX を、回転中心 O を通るリフレクタレー K の反射面 $1A$ の法線方向に η° 回転することによって、仮想送信点 VTX を算出する。

[0056] ステップS303において、イメージング法を用いて、仮想送信点 VTX のリフレクタレー K の反射面 $1A$ に対するイメージ点 VTX' を算出する。

[0057] ステップS304において、イメージ点 VTX' と受信点 RX とを直線で結び、かかる直線とリフレクタレー K の反射面 $1A$ との交点を、反射点 RP とする。

[0058] ステップS305において、送信点 TX と反射点 RP と受信点 RX とを直線で結ぶことによって、伝搬経路及び伝搬距離を算出する。

[0059] (本発明の第6の実施形態)

図13乃至図15を参照して、本発明の第6の実施形態に係る伝搬経路推定方法について説明する。以下、本実施形態に係る伝搬経路推定方法につい

て、上述の第1乃至5の実施形態に係る伝搬経路推定方法との相違点に着目して説明する。

[0060] 図13に示すように、上述の第5の実施形態に係る伝搬経路推定方法によって算出された反射点RPと回転中心点Oとが一致していない場合には、計算誤差が生じる。

[0061] したがって、本実施形態に係る伝搬経路推定方法では、反射点RPと回転中心点Oとの距離が所定距離（例えば、 δ 又は Δs ）以内になるまで、回転中心点Oを一定距離（例えば、 $|O - RP|$ 又は Δs ）単位で変化させ、第5の伝搬経路推定方法のステップ（図12参照）を繰り返す。

[0062] 具体的には、図14及び図15に示すように、ステップS401において、第n回転中心点 O_n を算出する。ここで、「n」の初期値は「1」である。例えば、第1回転中心点 O_1 は、受信点RXを通過する反射面1Aの法線と反射面1Aとの交点であり、第n回転中心点 O_n は、第(n-1)回転中心点 O_{n-1} を Δs だけ変化させた点である。

[0063] ステップS402において、回転中心点 O_n を中心にして送信点TXを、回転中心点 O_n を通るリフレクタレーKの反射面1Aの法線方向に η° 回転することによって、第n仮想送信点 VTX_n を算出する。

[0064] ステップS403において、イメージング法を用いて、第n仮想送信点 VTX_n のリフレクタレーKの反射面1Aに対するイメージ点 VTX'_n を算出する。

[0065] ステップS404において、イメージ点 VTX'_n と受信点RXとを直線で結び、かかる直線とリフレクタレーKの反射面1Aとの交点を、第n反射点 RP_n とする。

[0066] ステップS405において、収束条件が満たされているか否かについて判定する。例えば、第n回転中心点 O_n と第n反射点 RP_n との間の距離が閾値 δ 又は Δs よりも小さい場合に、収束条件が満たされていると判定されてもよい。

[0067] 収束条件が満たされていると判定された場合、本動作は、ステップS40

7に進み、収束条件が満たされていないと判定された場合、本動作は、ステップS406において、「n」を「1」だけインクリメントし、ステップS401に戻る。

[0068] ステップS407において、送信点TXと第n反射点RPnと受信点RXとを直線で結ぶことによって、伝搬経路及び伝搬距離を算出する。

[0069] (本発明の第7の実施形態)

図16を参照して、本発明の第7の実施形態に係る伝搬経路推定方法について説明する。以下、本実施形態に係る伝搬経路推定方法について、上述の第1乃至6の実施形態に係る伝搬経路推定方法との相違点に着目して説明する。

[0070] 本実施形態に係る伝搬経路推定方法では、リフレクタレーKの反射面1Aの方向をX軸方向とし、かかる反射面1Aに直交する方向をY軸方向とする直交座標系が用いられる。

[0071] 各点の座標は、以下の通りとなる。

[0072] - 送信点TXの座標：(a, b)
 - 受信点RXの座標：(c, d)
 - 回転中心点Oの座標：(e, 0)
 - 仮想送信点VTX： $(va, vb) = (\cos(\eta^\circ) \times (a - e) - \sin(\eta^\circ) \times b + e, \sin(\eta^\circ) \times (a - e) + \cos(\eta^\circ) \times b)$
 - 仮想送信点VTXの反射面1Aに対するイメージ点VTX'の座標：(va, -vb)

したがって、イメージ点VTX'と受信点VRXとを通る直線の方程式は、 $y - (-b) = ((\sin(\eta^\circ) \times (a - e) + \cos(\eta^\circ) \times b - va) / (\cos(\eta^\circ) \times (a - e) - \sin(-\eta^\circ) \times (d - (-vb)) + e) \times (x - va))$ で表される。

[0073] ここで、「y=0」を代入すると、交点のx座標の値「x」を算出することができる。なお、(x, 0)が、反射点RPの座標となる。

[0074] したがって、回転中心点Oと反射点RPとを一致させるために、上述の方程式において「 $e = x$ 」として、すなわち、式「 $x = b / \{ ((\sin(-\eta^\circ) \times c + \cos(-\eta^\circ) \times d - a) / (\cos(-\eta^\circ) \times c - \sin(-\eta^\circ) \times d - (-b)) + x) \} + a$ 」から、 x の値を算出することによって、かかる反射点RPの座標を算出することができる。

[0075] (本発明の第8の実施形態)

図17を参照して、本発明の第8の実施形態に係る伝搬経路推定方法について説明する。以下、本実施形態に係る伝搬経路推定方法について、上述の第1乃至7の実施形態に係る伝搬経路推定方法との相違点に着目して説明する。

[0076] 図17に示すように、本実施形態に係る伝搬経路推定方法は、伝搬経路上で、電波が、反射方向及び散乱方向が鏡面反射方向 θ° と異なる方向 $(\theta - \eta)^\circ$ となる構造物K1(第1構造物)で反射又は散乱した後、反射方向及び散乱方向が鏡面反射方向 θ° となる構造物K2(第2構造物)で反射又は散乱するケースに適用される。

[0077] 本実施形態に係る伝搬経路推定方法は、以下のようなステップにて行われる。

[0078] 第1に、イメージング法を用いて、送信点TXの構造物K1に対する第1イメージ点TX'を算出し、第1イメージ点TX'の構造物K2に対する第2イメージ点TX''を算出する。

[0079] 第2に、回転中心点Oを中心にして受信点RXを、回転中心点Oを通るリフレクタレーKの反射面1Aの法線と反対の方向に η° 回転させることによって仮想受信点VRXを算出する、

第3に、第2イメージ点TX''と仮想受信点VRXとを直線で結び、かかる直線と構造物K2との交点を反射点RP2とし、第1イメージ点TX'及び反射点RP2を直線で結び、かかる直線と構造物K1との交点を反射点RP1とする。

[0080] 第4に、送信点TXと反射点RP1と反射点RP2と受信点RXとを直線

で結ぶことによって、伝搬経路及び伝搬距離を算出する。

[0081] なお、収束条件が満たされていない場合（例えば、回転中心点 O と反射点 $RP2$ との間の距離が所定距離以内にない場合）には、収束条件が満たされるまで、回転中心点 O をずらして、上述のステップを繰り返してもよい。

[0082] （本発明の第9の実施形態）

図18を参照して、本発明の第9の実施形態に係る伝搬経路推定方法について説明する。以下、本実施形態に係る伝搬経路推定方法について、上述の第1乃至8の実施形態に係る伝搬経路推定方法との相違点に着目して説明する。

[0083] 図18に示すように、本実施形態に係る伝搬経路推定方法は、伝搬経路上で、電波が、反射方向及び散乱方向が鏡面反射方向 θ° となる構造物 $K1$ （第1構造物）で反射又は散乱した後に、反射方向及び散乱方向が鏡面反射方向 θ° と異なる方向 $(\theta - \eta)^\circ$ となる構造物 $K2$ （第2構造物）で反射又は散乱するケースに適用される。

[0084] 本実施形態に係る伝搬経路推定方法は、以下のようなステップにて行われる。

[0085] 第1に、回転中心点 O を中心にして送信点 TX を、回転中心点 O を通るリフレクトアレー K の反射面 $1A$ の法線方向に η° 回転することによって、仮想送信点 VTX を算出する。

[0086] 第2に、イメージング法を用いて、仮想送信点 VTX の構造物 $K1$ に対する第1イメージ点 VTX' を算出し、第1イメージ点 VTX' の構造物 $K2$ に対する第2イメージ点 VTX'' を算出する。

[0087] 第3に、第2イメージ点 VTX'' と受信点 RX とを直線で結び、かかる直線と構造物 $K2$ との交点を反射点 $RP2$ とし、第1イメージ点 VTX' 及び反射点 $RP2$ を直線で結び、かかる直線と構造物 $K1$ との交点を反射点 $RP1$ とする。

[0088] 第4に、送信点 TX と反射点 $RP1$ と反射点 $RP2$ と受信点 RX とを直線で結ぶことによって、伝搬経路及び伝搬距離を算出する。

[0089] なお、収束条件が満たされていない場合（例えば、回転中心点 O と反射点 $RP1$ との間の距離が所定距離以内にない場合）には、収束条件が満たされるまで、回転中心点 O をずらして、上述のステップを繰り返してもよい。

[0090] （本発明の第10の実施形態）

図19を参照して、本発明の第9の実施形態に係る伝搬経路推定方法について説明する。以下、本実施形態に係る伝搬経路推定方法について、上述の第1の実施形態に係る伝搬経路推定方法との相違点に着目して説明する。

[0091] 図19に示すように、本実施形態に係る伝搬経路推定方法では、上述の回転角 η° は、負の値であってもよい。

[0092] すなわち、本実施形態に係る伝搬経路推定方法では、回転中心点 O を中心にして受信点 RX を、反射点 RP を通るリフレクタレー K の反射面 $1A$ の法線と反対方向に η° 回転することによって、仮想受信点 VRX を算出することができる。

[0093] また、同様に、上述の第5の実施形態に係る伝搬経路推定方法において、上述の回転角 η° は、負の値であってもよい。また、 η° は、入射角 θ° の関数であってもよい。すなわち、上述の第5の実施形態に係る伝搬経路推定方法では、回転中心点 O を中心にして送信点 TX を、反射点 RP を通るリフレクタレー K の反射面 $1A$ の法線と反対方向に η° 回転することによって、仮想送信点 VTX を算出することができる。

[0094] また、上述の実施形態に係る伝搬経路推定方法において、仮想受信点 VRX や仮想送信点 VTX や回転中心点 O や反射点 RP は、伝搬経路ごとに求めることができる。

[0095] 以上の例において、 η° は、固定値に限定されるものではなく、例えば、入射角 θ_i に応じて変わる値であってもよい。

[0096] （本発明の第11の実施形態）

図20乃至図26を参照して、本発明の第11の実施形態に係る伝搬路推定方法について説明する。本実施形態では、伝搬路推定方法の具体的な数値計算例について説明する。

[0097] 図20は、リフレクタレーの反射面1Aに係わる反射点の求め方を説明する図であり、リフレクタレーの反射面1Aの一端を原点(0, 0)とする2次元座標を表している。送信点Txの座標を(0, -30)、受信点Rxの座標を(20, -30)とし、送信点Txのリフレクタレーの反射面1Aに対するイメージ点Tx'を作成する。このときTx'の座標は(0, 30)であり、リフレクタレーの反射面1Aとの交点PR1の座標は(10, 0)となる。

[0098] 図21を用いて、引き続くステップを説明する。反射点PR1を1回目の回転中心O₁とする。回転中心O₁を中心に受信点Rxを回転することにより仮想受信点VRx1を算出する。本実施形態では回転角 η を45度とした。このとき1回目の仮想受信点VRx1の座標は(32.28, -14.14)である。回転中心O₁から受信点Rxまでの距離と回転中心O₁からVRx1の距離は等しく、31.62であることが確認できる。

[0099] 図22を用いて、引き続くステップについて説明する。1回目の仮想反射点Vx1と送信点のイメージ点Tx'を結ぶ直線とリフレクタレーの反射面1Aとの交点を第1回目の反射点PR1とする。このときPR1の座標は(26.02, 0)となる。

図23を用いて、引き続くステップについて説明する。1回目の反射点PR1を2回目の回転中心O₂とする。2回目の回転中心O₂を中心に受信点Rxを η (=45度)回転させてVRx2を求める。このときVRx2の座標は(42.98, -25.47)である。同様のステップにより、2回目の反射点PR2を求め、2回目の反射点PR2を3回目の回転中心O₃とする。それぞれの座標は、図24及び図25に示す通り、PR2及びO₃は(23.24, 0)となる。この回転中心O₃を中心としてRxを45度回転することによりVRx3を求める。このように同様のステップを繰り返すことにより、反射点PRnの座標は収束する。なお、本実施形態では、当該距離の収束条件は、 $\varepsilon < 0.03$ とした。

[0100] 図26は、回転点から反射点までの距離の収束状況を示す。図26の縦軸

は n 回目の反射点 PR_n と $(n+1)$ 回目の反射点 $PR_{(n+1)}$ との距離であり、横軸は試行回数である。試行回数を増やすことにより、急速に反射点の座標が収束する様子が分かる。

[0101] (本発明の第12の実施形態)

図27乃至図32を参照して、本発明の第12の実施形態に係る伝搬路推定方法について説明する。本実施形態では、伝搬路推定方法の具体的な数値計算例について説明する。

[0102] ただし、反射角 θ_r =鏡面反射方向 $\theta_i - \eta$ ($=70^\circ$) とする。また、収束条件としては、 n 回目の回転点 O_n と反射点 PR_n の距離が ε ($=0.01$) より小さくなった時に収束したとみなして計算を完了するものとする。

[0103] 図27は、リフレクタレーの反射面1Aに係わる反射点の求め方を説明する図であり、リフレクタレーの反射面1Aを xOz 面上に設置し、2次元座標で表している。送信点 T_x の座標を $(0, 3)$ 、受信点 R_x の座標を $(5, 5)$ とし、送信点 T_x のリフレクタレーの反射面1Aに対するイメージ点 T_x' を作成する。このとき、 T_x' の座標は $(0, -3)$ である。

[0104] 図28は、1回目の回転点 O_1 の決定方法を説明する図である。最初の回転点 O_1 は、 x 軸上に任意な点をとることができるが、回転後の仮想反射点が反射板より下の位置、すなわち y 座標が負にならないための回転点の角度条件、 $\angle R_x O_1 x (= \gamma) \geq \eta$ を満たすように回転点を選択するものとする。

[0105] 回転点 $O_1(1, 0)$ の場合、角度 $\gamma (=51.34^\circ)$ が回転角 $\eta (=70^\circ)$ より小さく、回転点の角度条件を満たさないので、再度回転点 O_1 を決める必要がある。回転点 $O_1(7, 0)$ の場合、角度 $\gamma (=111.8^\circ)$ が回転角 $\eta (=70^\circ)$ より大きく、回転点の角度条件を満たすので、1回目の回転点を $_1(7, 0)$ とする。

[0106] 図29は、1回目の仮想受信点 VR_{x1} と、1回目の反射点 PR_1 を計算するステップを説明する図である。 VR_{x1} は、 O_1 を中心にして、角度 η ($=70^\circ$) だけ時計回り方向に R_x を回転し得られた点である。このとき、 VR_{x1} の座標は $(11.01, 3.59)$ である。さらに、 VR_{x1} と T

x' と結んで、1 回目の反射点 PR_1 を計算する。このとき、 PR_1 の座標は $(5.01, 0)$ である。 PR_1 と O_1 の距離は 1.99 であり、 $\varepsilon (=0.01)$ より大きいので、2 回目の回転点 O_2 を計算する。

[0107] 図 30 は、2 回目の回転点 O_2 、仮想受信点 VR_{x2} 、反射点 PR_2 を計算するステップを説明する図である。 O_1 と PR_1 との中点を回転点 O_2 とすると、 O_2 の座標は $(6.01, 0)$ である。

[0108] また、角度 $\gamma (=101.39^\circ)$ は回転角 η より大きいので、回転点の角度条件を満たす。 VR_{x2} は、回転点 O_2 を中心にして、角度 η だけ時計回り方向に R_x を回転し、得られた点である。このとき、 VR_{x2} の座標は $(10.36, 2.66)$ である。さらに、 VR_{x2} と T_x' と結んで、反射点 PR_2 を計算すると、 PR_2 の座標として $(5.5, 0)$ が得られる。

[0109] PR_2 と O_2 との距離は 0.51 であり、 ε より大きく収束条件を満たさないため、引き続いて 3 回目の回転点 O_3 、仮想受信点 VR_{x3} 、反射点 PR_3 を計算する。これらのステップを繰り返し、収束条件を満たすまで計算する。同様に、3 回目と 4 回目の回転点、仮想受信点、反射点の座標を計算するステップを繰り返す。このとき、それぞれの座標は $O_3 (5.75, 0)$ 、 $VR_{x3} (10.19, 2.42)$ 、 $PR_3 (5.65, 0)$ 、 $O_4 (5.7, 0)$ 、 $VR_{x4} (10.16, 2.37)$ 、 $PR_4 (5.68, 0)$ となる。また、 O_3 から PR_3 までの距離、 O_4 から PR_4 までの距離はそれぞれ、 0.11 、 0.02 である（途中の図表は省略する）。

[0110] 図 31 は、収束状態の回転点、仮想受信点、反射点の座標を示す図である。収束状態は、5 回目の反射点計算完了時に相当し、 $O_5 (5.69, 0)$ 、 $VR_{x5} (10.15, 2.36)$ 、 $PR_5 (5.68, 0)$ となる。このとき、 PR_5 と O_5 の間の距離は 0.004 であり、 ε 以下である。また、入射角 θ_i 、反射角 θ_r は、それぞれ 62.18° 、 -7.8° となる。

図 32 は、回転点から反射点までの距離の収束状況を示す図である。縦軸は n 回目の回転点 O_n と反射点 PR_n との距離であり、横軸は試行回数である。試行回数を増やすことにより、急速に回転点 O_n と反射点 PR_n との距離が

小さくなり、収束する様子が分かる。

[0111] (本発明の第 13 の実施形態)

図 33 乃至図 38 を参照して、本発明の第 13 の実施形態に係る伝搬路推定方法について説明する。本実施形態では、伝搬路推定方法の具体的な数値計算例について説明する。

[0112] 本実施形態では、入射角 θ_i 、反射角 θ_r 、回転角 η は、以下の条件を満たすものとする。

$$\sin(\theta_r) = \sin(\theta_i) - \sin(\theta_p) \quad \cdots (1)$$

$$\theta_r = \theta_i - \eta_n \quad \cdots (2)$$

ここで、 θ_p を固定の角度 70° とすると、回転角 η は入射角 θ_i の関数となる。収束条件としては、 n 回目の回転点 O_n と反射点 $P R n$ の距離が、 ε ($= 0.01$) より小さい場合に収束したものとみなして計算を完了するものとする。

[0113] 図 33 は、リフレクタレーの反射面 1A に係わる反射点の求め方を説明する図であり、リフレクタレーの反射面 1A を xOz 面上に設置し、2次元座標で表している。送信点 Tx の座標を $(0, 3)$ 、受信点 Rx の座標を $(5, 5)$ とし、送信点 Tx のリフレクタレーの反射面 1A に対するイメージ点 Tx' を作成する。このとき、 Tx' の座標は $(0, -3)$ である。

[0114] 図 34 は、1 回目の回転点 O_1 を決定方法を説明する図である。最初の回転点 O_1 は、 x 軸上に任意な点をとることができるが、回転後の仮想反射点が反射板より下の位置、すなわち y 座標が負にならないための回転点の角度条件、 $\angle RxO_1x (= \gamma) \geq \eta_n$ を満たすように回転点を選択するものとする。

[0115] 回転点 $O_1(1, 0)$ の場合、入射角 θ_i は 18.44° となる。条件 (1)、(2) に代入し、反射角 θ_r 、回転角 η_1 はそれぞれ -33.57° 、 57.00° と求めることができる。このとき、角度 γ は 51.34° である。回転点の角度条件 ($\gamma \geq \eta_n$) を満たさないため、再度回転点 O_1 を決める必要がある。回転点 $O_1(7, 0)$ の場合、入射角 θ_i 、反射角 θ_r 、回転角 η_1 はそれぞれ 66.8° 、 -1.18° 、 67.98° となる。角度 $\gamma (= 1$

11.8°) が回転角 $\eta_1 (=67.98^\circ)$ より大きく、回転点の条件を満たすので、1回目の回転点を $O_1(7, 0)$ とする。

[0116] 図35は、1回目の仮想受信点 $VRx1$ と、1回目の反射点 $PR1$ とを計算するステップを説明する図である。 $VRx1$ は、 O_1 に中心にして、回転角 $\eta_1 (=67.98^\circ)$ だけ時計回り方向に Rx を回転することによって得られた点である。このとき、 $VRx1$ の座標は $(10.89, 3.73)$ である。さらに、 $VRx1$ と Tx' とを結んで、1回目の反射点 $PR1$ を計算する。このとき、 $PR1$ の座標は $(4.85, 0)$ である。 $PR1$ と O_1 との距離は2.147であり、 $\varepsilon (=0.01)$ より大きいので、2回目の回転点 O_2 を計算する。

[0117] 図36は、2回目の回転点 O_2 、仮想受信点 $VRx2$ 、反射点 $PR2$ を計算するステップを説明する図である。回転点 O_1 と反射点 $PR1$ との中点を回転点 O_2 とすると、 O_2 の座標は $(5.93, 0)$ である。

[0118] また、角度 $\gamma (=100.5^\circ)$ は、回転角 $\eta_2(65.78, 0)$ より大きいので、回転点の条件を満たす。 $VRx2$ は、 O_2 に中心にして、回転角 η_2 だけ時計回り方向に Rx を回転し、得られた点である。このとき、 $VRx2$ の座標は $(10.11, 2.39)$ である。さらに、 $VRx2$ と Tx' とを結んで、反射点 $PR2$ を計算すると、 $PR2$ の座標としては $(5.15, 0)$ が得られる。

[0119] $PR2$ と O_2 との距離は0.78であり、 ε より大きいので、引き続いて、3回目の回転点 O_3 、仮想受信点 $VRx3$ 、反射点 $PR3$ を計算する。これらのステップを繰り返し、収束するまで計算する。その結果、3回目、4回目、5回目の回転点、仮想受信点、反射点の座標は以下通りである。

$O_3(5.54, 0)$, $VRx3(9.84, 2.6)$, $PR3(5.27, 0)$

$O_4(5.41, 0)$, $VRx4(9.75, 2.5)$, $PR4(5.32, 0)$

$O_5(5.36, 0)$, $VRx5(9.72, 2.47)$, $PR5(5.$

33, 0)

また、 O_3PR3 、 O_4PR4 、 O_5PR5 の距離はそれぞれ、0.265、0.088、0.029である（途中の図は省略する）。

[0120] 図37は、収束状態の回転点、仮想受信点、反射点の座標を示す図である。収束状態は、6回目の反射計算完了時に相当し、 $O_6(5.35, 0)$ 、 $VR \times 6(9.71, 2.46)$ 、 $PR6(5.33, 0)$ となる。このとき、 $PR6$ と O_6 との距離は0.01であり、 ε 以下である。また、入射角 θ_i 、反射角 θ_r は、それぞれ 60.66° 、 -3.86° となる。

[0121] 図38は、回転点から反射点までの距離の収束状況を示す図である。縦軸は n 回目の回転点 O_n と反射点 PRn との距離であり、横軸は試行回数である。試行回数を増やすことにより、急速に回転点 O_n と反射点 PRn との距離が小さくなり、収束する様子が分かる。

[0122] （本発明の第14の実施形態）

図39乃至図46を参照して、本発明の第14の実施形態に係る伝搬路推定方法について説明する。本実施形態では、伝搬路推定方法の具体的な数値計算例について説明する。

[0123] 図39は、リフレクタレーの反射面を含む2つの反射面があり、反射回数が2回となる場合の伝搬路の求め方を説明する図であって、リフレクタレーの反射面1Aの一端を原点(0, 0)とする2次元座標を表している。具体的には、図39は、送信点 Tx の座標を(0, -100)、受信点 Rx の座標を(40, -40)とし、送信点 Tx から2つの反射面において各々1回の反射、すなわち合計2回の反射を行う場合についての計算結果を示す。

[0124] ここでは、第1の反射面をリフレクタレーの反射面1Aとし、第2の反射面を通常の正規反射する壁面とする。送信点 Tx の反射面1Bに対するイメージ点 Tx' 及び、 Tx' の反射面1Aに対するイメージ点 Tx'' を作成する。このとき、 Tx'' の座標は(-60, -100)となる。1回目の回転中心 O_1 を反射面1A上に任意に定める。

[0125] 本実施形態では、1回目の回転中心 O_1 を(20, 0)とする。1回目の回

転中心 O_1 を中心に受信点 R_x を回転することにより仮想受信点 VR_x1 を算出する。また、本実施形態では、回転角 η を45度とした。このとき、1回目の仮想受信点 VR_x1 の座標は(62.43, -14.14)である。回転中心 O_1 から受信点 R_x までの距離と、回転中心 O_1 から VR_x1 までの距離は等しく、44.72であることが確認できる。

[0126] 図40を用いて、引き続くステップについて説明する。1回目の仮想反射点 V_x1 と送信点の2回反射イメージ点 T_x'' とを結ぶ直線と、リフレクタレーの反射面1Aとの交点を1回目の反射点 $PR1$ とする。このとき、 $PR1$ の座標は(47.26, 0)となる。

[0127] 第2の反射面1Bとの交点は、1回目の反射点 $PR1$ と送信点 T_x の反射面1Bに対するイメージ点 T_x' とを結ぶ直線と、反射面1Bとの交点として求められる。このとき反射点の座標は(-30, -72.03)となる。2回目の回転中心 O_2 を中心に受信点 R_x を η (=45度)回転させて VR_x2 を求める。このとき、 VR_x2 の座標は(70.41, -33.42)である。同様のステップにより、2回目の反射点 $PR2$ を求め、2回目の反射点 $PR2$ を3回目の回転中心 O_3 とする。 $PR2$ 及び O_3 は(37.75, 0)となる。同様に、図41に示すように、回転中心 O_3 を中心として R_x を45度回転することにより仮想受信点 VR_x3 を求める。図42及び図43に示すように、同様のステップを繰り返すことにより、反射点 PR_n の座標は収束する。

[0128] 図44は、8回目の回転を行った後における状況を示す。リフレクタレーの反射面1Aへの入射角は45.00度であり、反射点 $PR8$ からの反射点 R_x への反射角度は、反射面の法線方向に対して0度である。これは、本来の正規反射方向である45度に対して半時計回り方向に45度の方向制御を行った場合の角度に一致しており、最終的に求めたい伝搬パスを算出した結果に収束していることを示している。

[0129] 図45及び図46は、反射点の収束状況及び反射点の差分の収束状況をそれぞれ示す。図45の縦軸はリフレクタレー反射面1A上の反射面のX座

標であり、図46の縦軸は n 回目の反射点 PR_n と $(n+1)$ 回目の反射点 $PR_{(n+1)}$ との距離である。横軸は試行回数 n である。試行回数 n を増やすことにより、急速に反射点の座標が収束する様子が分かる。

[0130] (本発明の第15の実施形態)

図47乃至図56を参照して、本発明の第14の実施形態に係る伝搬路推定方法について説明する。本実施形態では、伝搬路推定方法の具体的な数値計算例について説明する。

[0131] 図47は、リフレクタレーの反射面を含む2つの反射面があり、反射回数が2回となる場合の伝搬路の求め方を説明する図であって、リフレクタレーの反射面1Aの一端を原点 $(0, 0)$ とする2次元座標を表している。送信点 T_x の座標を $(0, -100)$ 、受信点 R_x の座標を $(30, -40)$ とし、送信点 T_x から2つの反射面において各々1回の反射、すなわち合計2回の反射を行う場合について計算結果である。本実施形態では、反射の回転角 η を70度とした。

[0132] 第1の反射面をリフレクタレーの反射面1Aとし、第2の反射面を通常の正規反射する壁面とする。送信点 T_x の反射面1Bに対するイメージ点 $T_{x'}$ 及び、 $T_{x'}$ の反射面1Aに対するイメージ点 $T_{x''}$ を作成する。このとき、 $T_{x''}$ の座標は $(-60, -100)$ となる。1回目の回転中心 O_1 を反射面1A上に任意に定める。

[0133] 本実施形態では、1回目の回転中心 O_1 を $(20, 0)$ とする。1回目の回転中心 O_1 を中心に受信点 R_x を回転することにより、仮想受信点 VR_{x1} を算出する。このとき、1回目の仮想受信点 VR_{x1} の座標は $(61.01, -4.28)$ である。回転中心 O_1 から受信点 R_x までの距離と回転中心 O_1 から VR_{x1} の距離とは等しく、41.23であることが確認できる。

[0134] 1回目の仮想反射点 $Vx1$ と送信点の2回反射イメージ点 $T_{x''}$ を結ぶ直線と、リフレクタレーの反射面1Aとの交点を第1回目の反射点 $PR1$ とする。このとき、 $PR1$ の座標は $(44.76, 0)$ となる。第2の反射面1Bとの交点は、第1回目の反射点 $PR1$ と送信点 T_x の反射面1Bに対

するイメージ点 T_x' とを結ぶ直線と、反射面1Bとの交点として求められる。

- [0135] 図48を用いて、引き続くステップについて説明する。1回目の反射点 PR_1 を2回目の回転中心 O_2 とする。2回目の回転中心 O_2 を中心に受信点 R_x を η ($=70$ 度)回転させて VR_{x2} を求める。このとき、 VR_{x2} の座標は(84.72, -38.15)である。同様のステップにより、2回目の反射点 PR_2 を求め、2回目の反射点 PR_2 を3回目の回転中心 O_3 とする。 PR_2 及び O_3 は(44.76, 0)となる。
- [0136] 同様に、図49に示すように回転中心 O_3 を中心として R_x を70度回転することにより仮想受信点 VR_{x3} を求める。図50乃至図53に示すように、同様のステップを繰り返すことにより、反射点 PR_n の座標は収束する。
- [0137] 図54は、8回目の回転を行った後における状況を示す。リフレクタレーの反射が正規反射の場合の仮想受信点 VR_X から本来の受信点 R_X の回転角は時計周りに70.00度に一致しており、最終的に求めたい伝搬パスを算出した結果に収束していることを示している。
- [0138] 図55及び図56は、反射点の収束状況及び反射点の差分の収束状況をそれぞれ示す。図55の縦軸は n 回目の試行におけるリフレクタレー反射面1A上の反射点の x 座標であり、図56の縦軸は n 回目の反射点 PR_n と($n+1$)回目の反射点 $PR_{(n+1)}$ との距離である。横軸は試行回数 n である。試行回数を増やすことにより、急速に反射点の座標が収束する様子が分かる。
- [0139] 以上に述べた実施形態の特徴は、以下のように表現されていてもよい。
- [0140] 本実施形態の第1の特徴(第1乃至第4の実施形態に係る特徴)は、イメージング法を用いた伝搬経路推定方法であって、電波の送信点 TX から受信点 R_X までの伝搬経路上に、反射方向及び散乱方向が鏡面反射方向 θ° と異なる方向 $(\theta - \eta)^\circ$ となる反射面1A(構造物)が存在する場合に、回転中心点 O を中心にして該受信点 R_X を η° 回転させることによって仮想受信点 VR_X を算出し、仮想受信点 VR_X を用いて伝搬経路を推定する工程を有

することを要旨とする。

[0141] 本実施形態の第1の特徴（第1の実施形態に係る特徴）において、上述の工程は、イメージング法を用いて、送信点TXの反射面1A（構造物）に対するイメージ点TX'を算出する工程Aと、回転中心点Oを算出する工程Bと、回転中心点Oを中心にして受信点RXを η° 回転することによって、仮想受信点VRXを算出する工程Cと、イメージ点TX'及び仮想受信点VRXを用いて、電波の反射面1Aにおける反射点RPを算出する工程Dとを有してもよい。

[0142] 本実施形態の第1の特徴（第2の実施形態に係る特徴）において、上述の工程は、イメージング法を用いて、送信点TXの反射面1Aに対するイメージ点TX'を算出する工程Aと、回転中心点Oを算出する工程Bと、回転中心点Oを中心にして受信点RXを η° 回転することによって、仮想受信点VRXを算出する工程Cと、イメージ点TX'及び仮想受信点VRXを用いて、電波の反射面1Aにおける反射点RPを算出する工程Dと、反射点RPと回転中心点Oとの間の距離が収束条件を満たさないとき、回転中心点Oを「 $O - |RP - O|$ 」と更新する工程Eとを有し、反射点RPと回転中心点Oとの間の距離が収束条件を満たすまで、工程B乃至Eを繰り返してもよい。

[0143] 本実施形態の第1の特徴（第3の実施形態に係る特徴）において、上述の工程は、イメージング法を用いて、送信点TXの反射面1Aに対するイメージ点TX'を算出する工程Aと、回転中心点Oを算出する工程Bと、回転中心点Oを中心にして受信点RXを η° 回転することによって、仮想受信点VRXを算出する工程Cと、イメージ点TX'及び仮想受信点VRXを用いて、電波の反射面1Aにおける反射点RPを算出する工程Dと、反射点RPと回転中心点Oとの間の距離が収束条件を満たさないとき、回転中心点Oを「 $O - \Delta s$ 」と更新する工程Eとを有し、反射点RPと回転中心点Oとの間の距離が収束条件を満たすまで、工程B乃至Eを繰り返してもよい。

[0144] 本実施形態の第1の特徴（第4の実施形態に係る特徴）において、上述の工程は、反射面1Aの方向をX軸方向とし、反射面1Aに直交する方向をY

軸方向とする直交座標系において、送信点TXの座標を (a, b) とし、送信点TXの反射面に対するイメージ点TX'の座標を $(a, -b)$ とし、受信点RXの座標を (c, d) とし、回転中心点O及び電波の反射面1Aにおける反射点RPの座標を $(x, 0)$ とし、式「 $x = b / \{ (\sin(-\eta^\circ) \times (c - x) + \cos(-\eta^\circ) \times d - a) / (\cos(-\eta^\circ) \times (c - x) - \sin(-\eta^\circ) \times d - (-b)) + x \} + a$ 」から、 x の値を算出する工程を有してもよい。

[0145] 本実施形態の第2の特徴（第5乃至第7の実施形態に係る特徴）は、イメージング法を用いた伝搬経路推定方法であって、電波の送信点TXから受信点RXまでの伝搬経路上に、反射方向及び散乱方向が鏡面反射方向 θ° と異なる方向 $(\theta - \eta)^\circ$ となる反射面1Aが存在する場合に、回転中心点Oを中心にして送信点TXを η° 回転させることによって仮想送信点VTXを算出し、仮想送信点VTXを用いて伝搬経路を推定する工程を有することを要旨とする。

[0146] 本実施形態の第2の特徴（第5の実施形態に係る特徴）において、上述の工程は、回転中心点Oを算出する工程Aと、回転中心点Oを中心にして送信点TXを η° 回転することによって、仮想送信点VTXを算出する工程Bと、イメージング法を用いて、仮想送信点VTXの反射面1Aに対するイメージ点VTX'を算出する工程AC、イメージ点VTX'及び受信点RXを用いて、電波の反射面1Aにおける反射点RPを算出する工程Dとを有してもよい。

[0147] 本実施形態の第2の特徴（第6の実施形態に係る特徴）において、上述の工程は、回転中心点Oを算出する工程Aと、回転中心点Oを中心にして送信点TXを η° 回転することによって、仮想送信点VTXを算出する工程Bと、イメージング法を用いて、仮想送信点VTXの反射面1Aに対するイメージ点VTX'を算出する工程AC、イメージ点VTX'及び受信点RXを用いて、電波の反射面1Aにおける反射点RPを算出する工程Dと、反射点RPと回転中心点Oとの間の距離が収束条件を満たさないとき、回転中心点O

を「 $O-RP-O$ 」と更新する工程Eとを有し、反射点RPと回転中心点Oとの間の距離が収束条件を満たすまで、工程A乃至Eを繰り返してもよい。

[0148] 本実施形態の第2の特徴（第6の実施形態に係る特徴）において、上述の工程は、回転中心点Oを算出する工程Aと、回転中心点Oを中心にして送信点TXを η° 回転することによって、仮想送信点VTXを算出する工程Bと、イメージング法を用いて、仮想送信点VTXの反射面1Aに対するイメージ点VTX'を算出する工程Cと、イメージ点VTX'及び受信点RXを用いて、電波の反射面1Aにおける反射点RPを算出する工程Dと、反射点RPと回転中心点Oとの間の距離が収束条件を満たさないとき、回転中心点Oを「 $O-\Delta s$ 」と更新する工程Eとを有し、反射点RPと回転中心点Oとの間の距離が収束条件を満たすまで、工程A乃至Eを繰り返してもよい。

[0149] 本実施形態の第2の特徴（第7の実施形態に係る特徴）において、上述の工程は、反射面1Aの方向をX軸方向とし、反射面1Aに直交する方向をY軸方向とする直交座標系において、送信点TXの座標を (a, b) とし、受信点RXの座標を (c, d) とし、回転中心点O及び電波の反射面1Aにおける反射点RPの座標を $(x, 0)$ とし、仮想送信点VTXの座標を (va, vb) とし、式「 $vb = ((\sin(-\eta^\circ) \times c + \cos(-\eta^\circ) \times d - va) / (\cos(-\eta^\circ) \times c - \sin(-\eta^\circ) \times d - (-vb)) + x) \times (x - va)$ 」から、xの値を算出する工程を有してもよい。

[0150] 本実施形態の第3の特徴（第8の実施形態に係る特徴）は、伝搬経路推定方法であって、伝搬経路上で、電波が、反射方向及び散乱方向が鏡面反射方向 θ° と異なる方向 $(\theta - \eta)^\circ$ となる構造物K1（第1構造物）で反射又は散乱した後、反射方向及び散乱方向が鏡面反射方向 θ° となる構造物K2（第2構造物）で反射又は散乱する場合に、イメージング法を用いて、送信点TXの構造物K1に対する第1イメージ点TX'を算出し、第1イメージ

点 TX' の構造物 $K2$ に対する第2イメージ点 TX'' を算出する工程と、回転中心点 O を中心にして受信点 RX を η° 回転させることによって仮想受信点 VRX を算出する工程と、第2イメージ点 TX'' 及び仮想受信点 VRX を用いて伝搬経路を推定する工程とを有することを要旨とする。

[0151] 本実施形態の第4の特徴（第9の実施形態に係る特徴）は、伝搬経路推定方法であって、伝搬経路上で、電波が、反射方向及び散乱方向が鏡面反射方向 θ° となる構造物 $K1$ で反射又は散乱した後、反射方向及び散乱方向が鏡面反射方向 θ° と異なる方向 $(\theta - \eta)^\circ$ となる構造物 $K2$ で反射又は散乱する場合に、回転中心点 O を中心にして送信点 TX を η° 回転することによって、仮想送信点 VTX を算出する工程と、イメージング法を用いて、仮想送信点 VTX の構造物 $K1$ に対する第1イメージ点 TX' を算出し、第1イメージ点 TX' の構造物 $K2$ に対する第2イメージ点 TX'' を算出する工程と、第2イメージ点 TX'' 及び受信点 RX を用いて伝搬経路を推定する工程とを有することを要旨とする。

[0152] 本実施形態の第5の特徴は、コンピュータに、上述の伝搬経路推定方法を実現させるためのプログラム又は装置であることを要旨とする。

[0153] すなわち、上述の伝搬経路推定方法は、ハードウェアによって実施されてもよいし、プロセッサによって実行されるソフトウェアモジュールによって実施されてもよいし、両者の組み合わせによって実施されてもよい。

[0154] ソフトウェアモジュールは、RAM (Random Access Memory) や、フラッシュメモリや、ROM (Read Only Memory) や、ERPOM (Erasable RPogrammable ROM) や、EERPOM (Electronically Erasable and RPogrammable ROM) や、レジスタや、ハードディスクや、リムーバブルディスクや、CD-ROMといった任意形式の記憶媒体内に設けられていてもよい。

[0155] かかる記憶媒体は、プロセッサが当該記憶媒体に情報を読み書きできるように、当該プロセッサに接続されている。また、かかる記憶媒体は、プロセ

ッサに集積されていてもよい。また、かかる記憶媒体及びプロセッサは、ASIC内に設けられていてもよい。

[0156] 以上、上述の実施形態を用いて本発明について詳細に説明したが、当業者にとっては、本発明が本明細書中に説明した実施形態に限定されるものではないということは明らかである。本発明は、特許請求の範囲の記載により定まる本発明の趣旨及び範囲を逸脱することなく修正及び変更態様として実施することができる。したがって、本明細書の記載は、例示説明を目的とするものであり、本発明に対して何ら制限的な意味を有するものではない。

[0157] なお、日本国特許出願第2009-278045号（2009年12月7日出願）の全内容が、参照により、本願明細書に組み込まれている。

産業上の利用可能性

[0158] 本発明によれば、方向制御散乱体が含まれる伝搬解析モデルにおける伝搬経路を推定し、レイトレース解析や幾何光学モデルを応用した解析を行うことができる伝搬経路推定方法、プログラム及び装置を提供することができるため、無線通信などにおいて有用である。

符号の説明

[0159] K…リフレクトアレー

1 A…反射面

T X…送信点

V T X…仮想送信点

R X…受信点

V R X…仮想受信点

請求の範囲

[請求項1]

イメージング法を用いた伝搬経路推定方法であって、
電波の送信点 TX から受信点 RX までの伝搬経路上に、反射方向及び散乱方向が鏡面反射方向 θ° と異なる方向 $(\theta - \eta)^\circ$ となる構造物が存在する場合に、回転中心点 O を中心にして該受信点 RX を η° 回転させることによって仮想受信点 VRX を算出し、該仮想受信点 VRX を用いて伝搬経路を推定する工程を有することを特徴とする伝搬経路推定方法。

[請求項2]

前記工程は、
前記イメージング法を用いて、前記送信点 TX の前記構造物に対するイメージ点 TX' を算出する工程 A と、
前記回転中心点 O を算出する工程 B と、
前記回転中心点 O を中心にして前記受信点 RX を η° 回転することによって、前記仮想受信点 VRX を算出する工程 C と、
前記イメージ点 TX' 及び前記仮想受信点 VRX を用いて、前記電波の前記構造物における反射点 RP を算出する工程 D とを有することを特徴とする請求項 1 に記載の伝搬経路推定方法。

[請求項3]

前記工程は、
前記イメージング法を用いて、前記送信点 TX の前記構造物に対するイメージ点 TX' を算出する工程 A と、
前記回転中心点 O を算出する工程 B と、
前記回転中心点 O を中心にして前記受信点 RX を η° 回転することによって、前記仮想受信点 VRX を算出する工程 C と、
前記イメージ点 TX' 及び前記仮想受信点 VRX を用いて、前記電波の前記構造物における反射点 RP を算出する工程 D と、
前記反射点 RP と前記回転中心点 O との間の距離が収束条件を満たさないとき、前記回転中心点 O を「 $O - |RP - O|$ 」と更新する工程 E とを有し、

前記反射点 R P と前記回転中心点 O との間の距離が収束条件を満たすまで、前記工程 B 乃至 E を繰り返すことを特徴とする請求項 1 に記載の伝搬経路推定方法。

[請求項4]

前記工程は、

前記イメージング法を用いて、前記送信点 T X の前記構造物に対するイメージ点 T X' を算出する工程 A と、

前記回転中心点 O を算出する工程 B と、

前記回転中心点 O を中心にして前記受信点 R X を η° 回転することによって、前記仮想受信点 V R X を算出する工程 C と、

前記イメージ点 T X' 及び前記仮想受信点 V R X を用いて、前記電波の前記構造物における反射点 R P を算出する工程 D と、

前記反射点 R P と前記回転中心点 O との間の距離が収束条件を満たさないとき、前記回転中心点 O を「 $O - \Delta s$ 」と更新する工程 E とを有し、

前記反射点 R P と前記回転中心点 O との間の距離が収束条件を満たすまで、前記工程 B 乃至 E を繰り返すことを特徴とする請求項 1 に記載の伝搬経路推定方法。

[請求項5]

前記工程は、

前記構造物の反射面の方向を X 軸方向とし、該反射面に直交する方向を Y 軸方向とする直交座標系において、前記送信点 T X の座標を (a, b) とし、前記送信点 T X の前記構造物に対するイメージ点 T X' の座標を (a, -b) とし、前記受信点 R X の座標を (c, d) とし、前記回転中心点 O 及び前記電波の前記構造物における反射点 R P の座標を (x, 0) とし、式「 $x = b / \{ (\sin(-\eta^\circ) \times (c - x) + \cos(-\eta^\circ) \times d - a) / (\cos(-\eta^\circ) \times (c - x) - \sin(-\eta^\circ) \times d - (-b)) + x \} + a$ 」から、x の値を算出する工程を有することを特徴とする請求項 1 に記載の伝搬経路推定方法。

- [請求項6] イメージング法を用いた伝搬経路推定方法であって、
電波の送信点 $T X$ から受信点 $R X$ までの伝搬経路上に、反射方向及び散乱方向が鏡面反射方向 θ° と異なる方向 $(\theta - \eta)^\circ$ となる構造物が存在する場合に、回転中心点 O を中心にして該送信点 $T X$ を η° 回転させることによって仮想送信点 $V T X$ を算出し、該仮想送信点 $V T X$ を用いて伝搬経路を推定する工程を有することを特徴とする伝搬経路推定方法。
- [請求項7] 前記工程は、
前記回転中心点 O を算出する工程 A と、
前記回転中心点 O を中心にして前記送信点 $T X$ を η° 回転することによって、前記仮想送信点 $V T X$ を算出する工程 B と、
前記イメージング法を用いて、前記仮想送信点 $V T X$ の前記構造物に対するイメージ点 $V T X'$ を算出する工程 $A C$ 、
前記イメージ点 $V T X'$ 及び前記受信点 $R X$ を用いて、前記電波の前記構造物における反射点 $R P$ を算出する工程 D とを有することを特徴とする請求項 6 に記載の伝搬経路推定方法。
- [請求項8] 前記工程は、
前記回転中心点 O を算出する工程 A と、
前記回転中心点 O を中心にして前記送信点 $T X$ を η° 回転することによって、前記仮想送信点 $V T X$ を算出する工程 B と、
前記イメージング法を用いて、前記仮想送信点 $V T X$ の前記構造物に対するイメージ点 $V T X'$ を算出する工程 $A C$ 、
前記イメージ点 $V T X'$ 及び前記受信点 $R X$ を用いて、前記電波の前記構造物における反射点 $R P$ を算出する工程 D と、
前記反射点 $R P$ と前記回転中心点 O との間の距離が収束条件を満たさないとき、前記回転中心点 O を「 $O - |R P - O|$ 」と更新する工程 E とを有し、
前記反射点 $R P$ と前記回転中心点 O との間の距離が収束条件を満た

すまで、前記工程A乃至Eを繰り返すことを特徴とする請求項6に記載の伝搬経路推定方法。

[請求項9]

前記工程は、

前記回転中心点Oを算出する工程Aと、

前記回転中心点Oを中心にして前記送信点TXを η° 回転することによって、前記仮想送信点V TXを算出する工程Bと、

前記イメージング法を用いて、前記仮想送信点V TXの前記構造物に対するイメージ点V TX'を算出する工程Cと、

前記イメージ点V TX'及び前記受信点RXを用いて、前記電波の前記構造物における反射点RPを算出する工程Dと、

前記反射点RPと前記回転中心点Oとの間の距離が収束条件を満たさないとき、前記回転中心点Oを「 $O - \Delta s$ 」と更新する工程Eとを有し、

前記反射点RPと前記回転中心点Oとの間の距離が収束条件を満たすまで、前記工程A乃至Eを繰り返すことを特徴とする請求項6に記載の伝搬経路推定方法。

[請求項10]

前記工程は、

前記構造物の反射面の方向をX軸方向とし、該反射面に直交する方向をY軸方向とする直交座標系において、前記送信点TXの座標を(a, b)とし、前記受信点RXの座標を(c, d)とし、前記回転中心点O及び前記電波の前記構造物における反射点RPの座標を($x, 0$)とし、前記仮想送信点V TXの座標を($v a (= \cos(\eta^\circ) \times (a - x) - \sin(\eta^\circ) \times b + x), v b (= \sin(\eta^\circ) \times (a - x) + \cos(\eta^\circ) \times b)$)とし、式「 $v b = ((\sin(-\eta^\circ) \times c + \cos(-\eta^\circ) \times d - v a) / (\cos(-\eta^\circ) \times c - \sin(-\eta^\circ) \times d - (-v b)) + x) \times (x - v a)$ 」から、 x の値を算出する工程を有することを特徴とする請求項6に記載の伝搬経路推定方法。

[請求項11] 伝搬経路上で、電波が、反射方向及び散乱方向が鏡面反射方向 θ° と異なる方向 $(\theta - \eta)^\circ$ となる第1構造物で反射又は散乱した後、反射方向及び散乱方向が鏡面反射方向 θ° となる第2構造物で反射又は散乱する場合に、

イメージング法を用いて、送信点の前記第1構造物に対する第1イメージ点を算出し、該第1イメージ点の前記第2構造物に対する第2イメージ点を算出する工程と、

回転中心点を中心にして受信点を η° 回転させることによって仮想受信点を算出する工程と、

前記第2イメージ点及び前記仮想受信点を用いて伝搬経路を推定する工程とを有することを特徴とする伝搬経路推定方法。

[請求項12] 伝搬経路上で、電波が、反射方向及び散乱方向が鏡面反射方向 θ° となる第1構造物で反射又は散乱した後、反射方向及び散乱方向が鏡面反射方向 θ° と異なる方向 $(\theta - \eta)^\circ$ となる第2構造物で反射又は散乱する場合に、

回転中心点を中心にして送信点を η° 回転することによって、仮想送信点を算出する工程と、

イメージング法を用いて、前記仮想送信点の前記第1構造物に対する第1イメージ点を算出し、該第1イメージ点の前記第2構造物に対する第2イメージ点を算出する工程と、

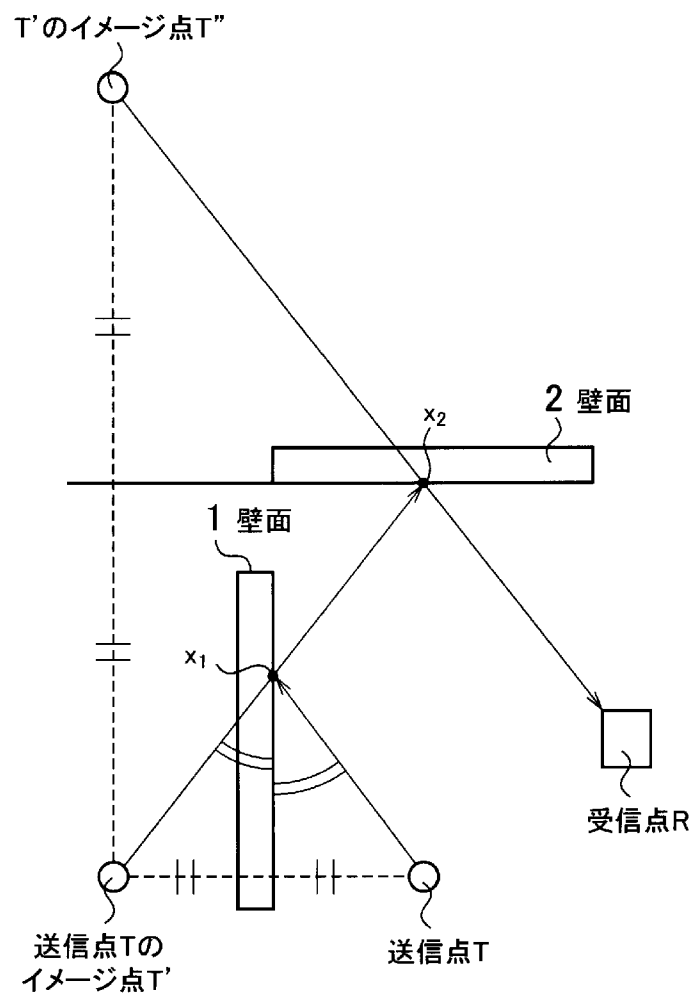
前記第2イメージ点及び受信点を用いて伝搬経路を推定する工程とを有することを特徴とする伝搬経路推定方法。

[請求項13] 前記 η° は、前記 θ° の関数であることを特徴とする請求項1乃至12のいずれか一項に記載の伝搬経路推定方法。

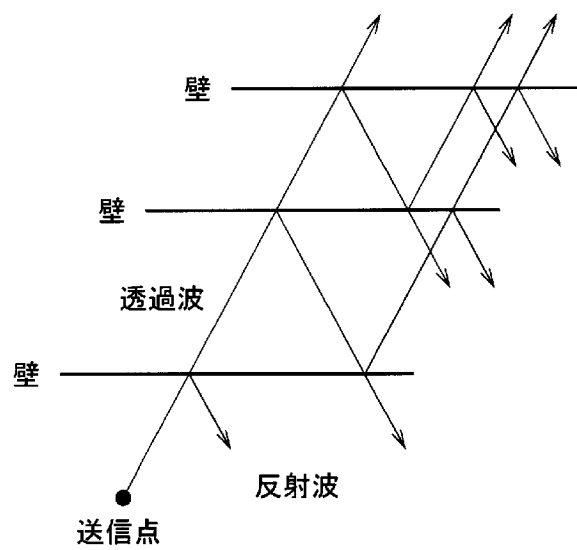
[請求項14] コンピュータに、請求項1乃至13のいずれか一項に記載の伝搬経路推定方法を実現させるためのプログラム。

[請求項15] コンピュータに、請求項1乃至13のいずれか一項に記載の伝搬経路推定方法を実現させるための装置。

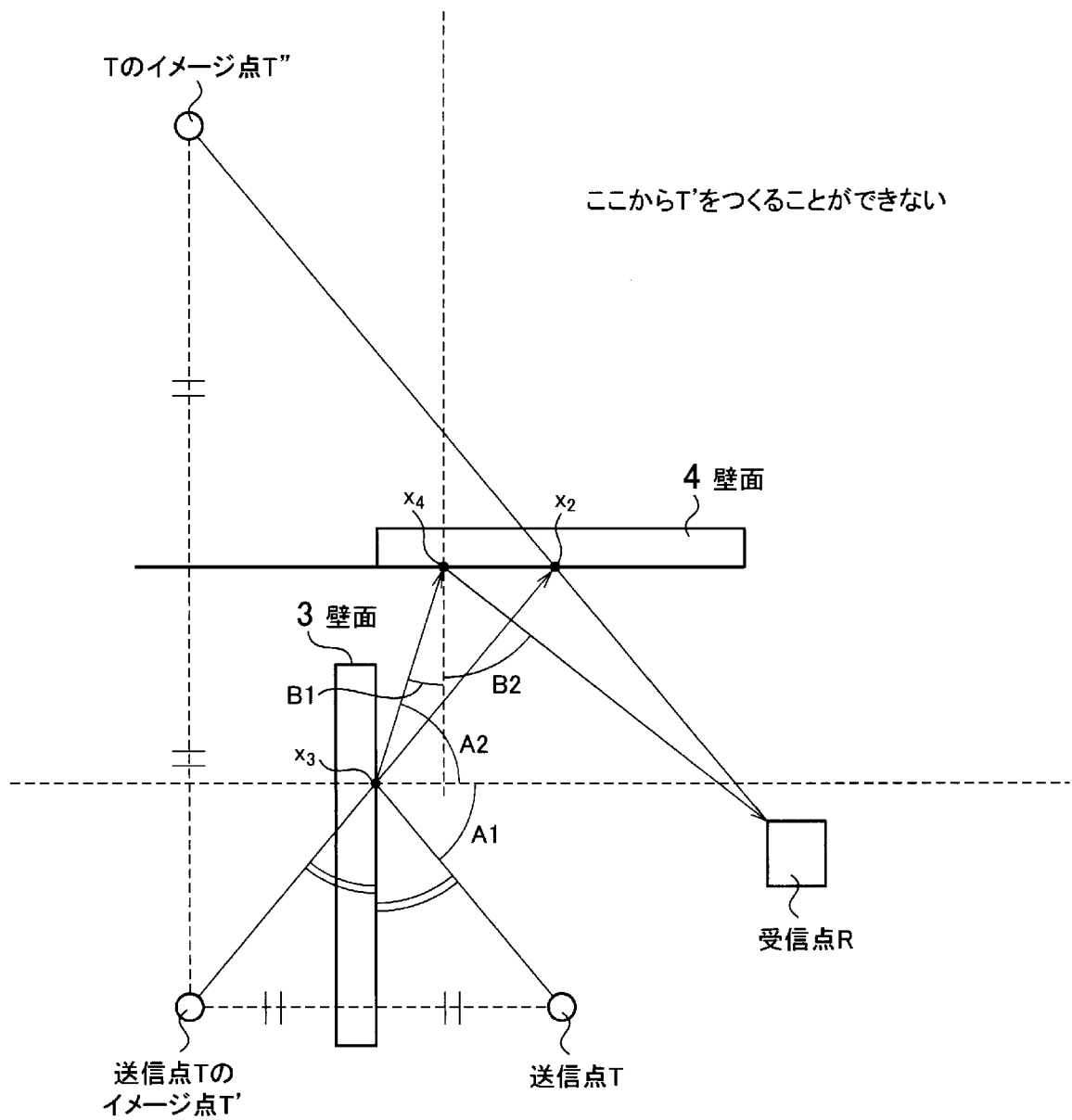
[図1]



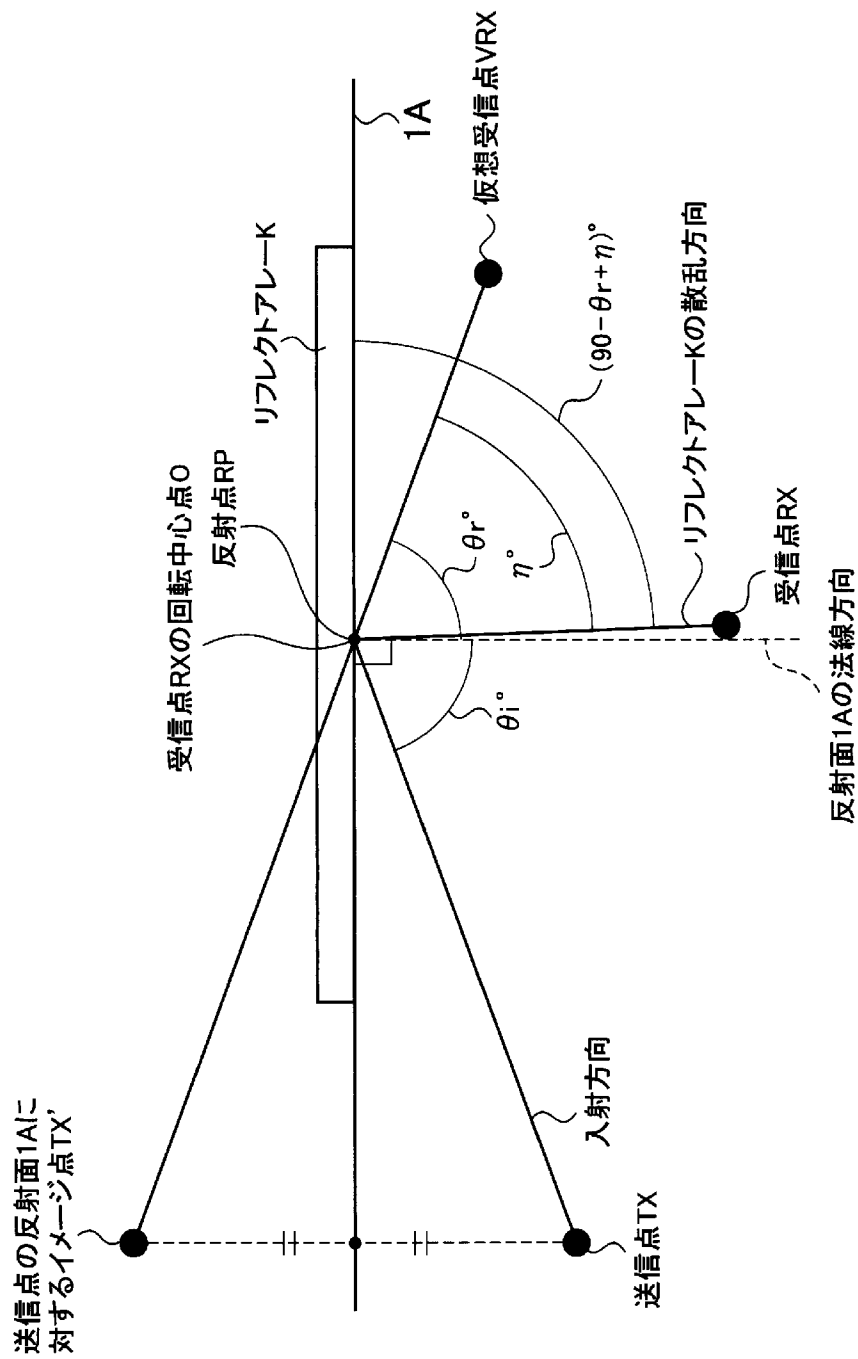
[図2]



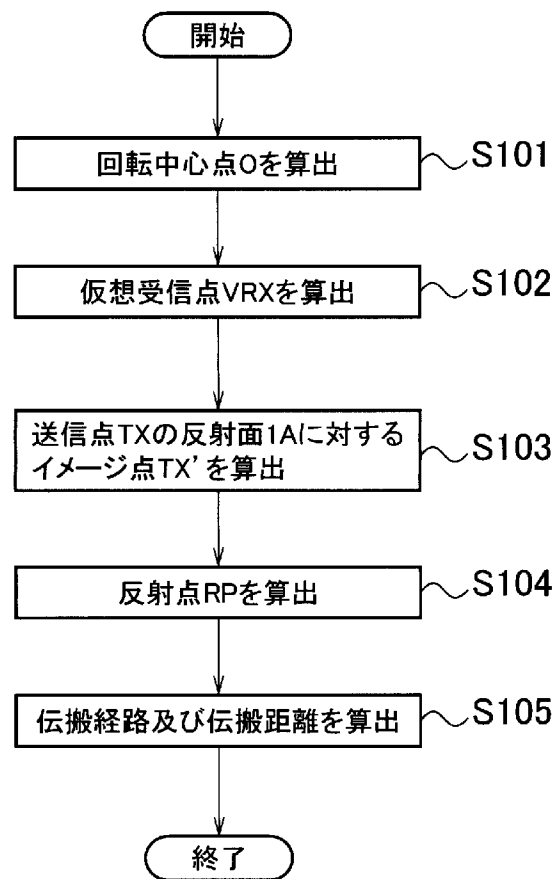
[図3]



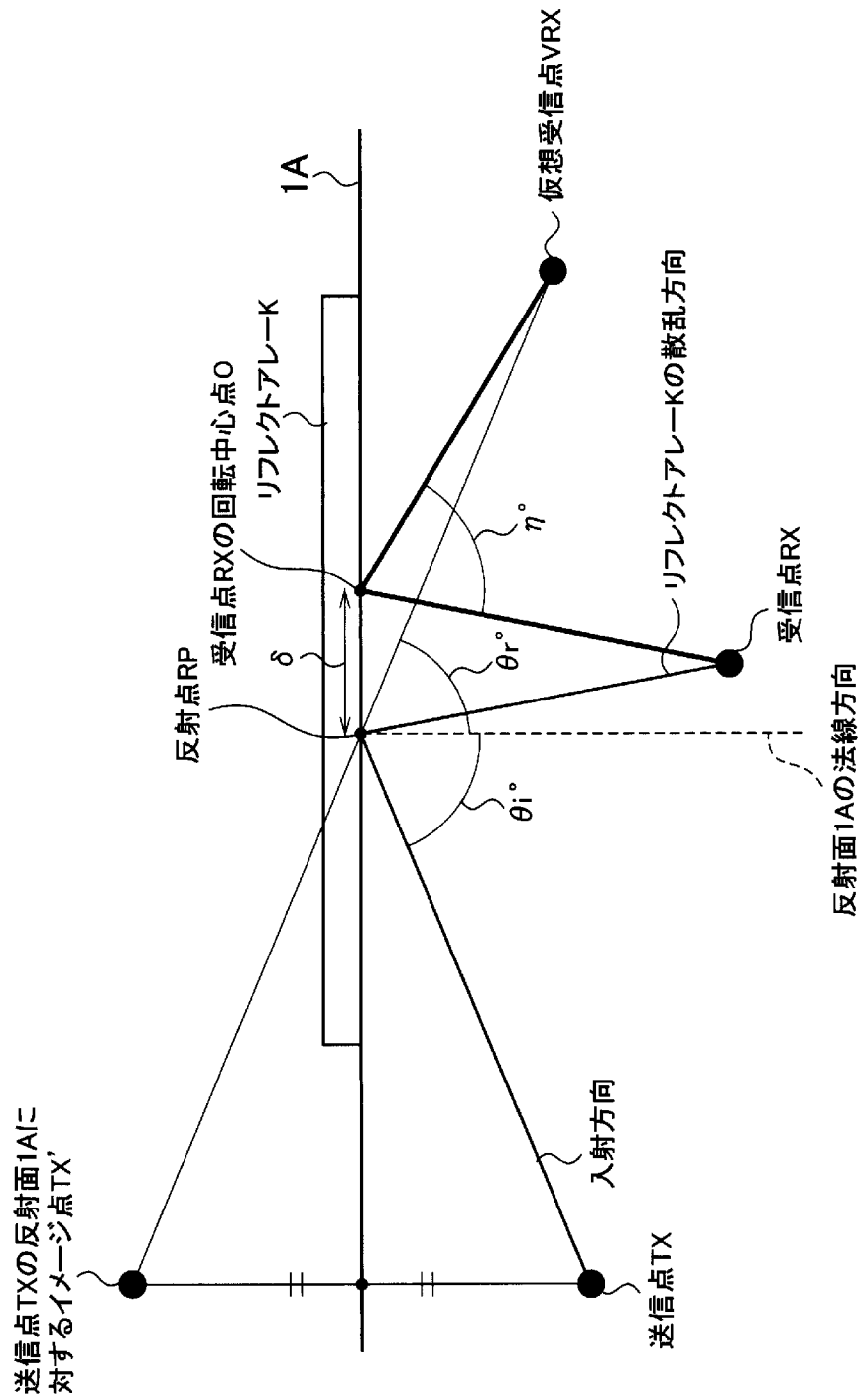
[図4]



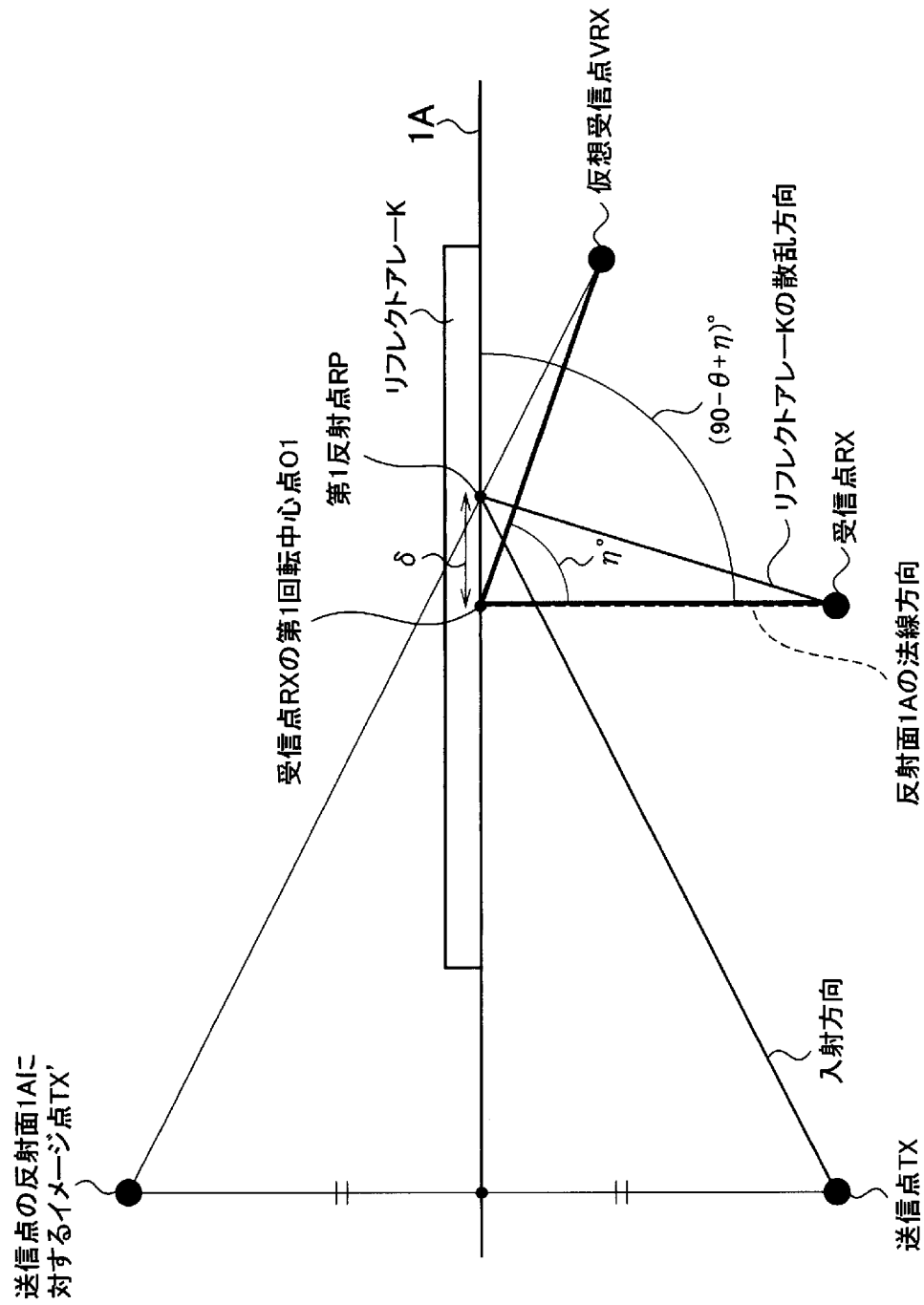
[図5]



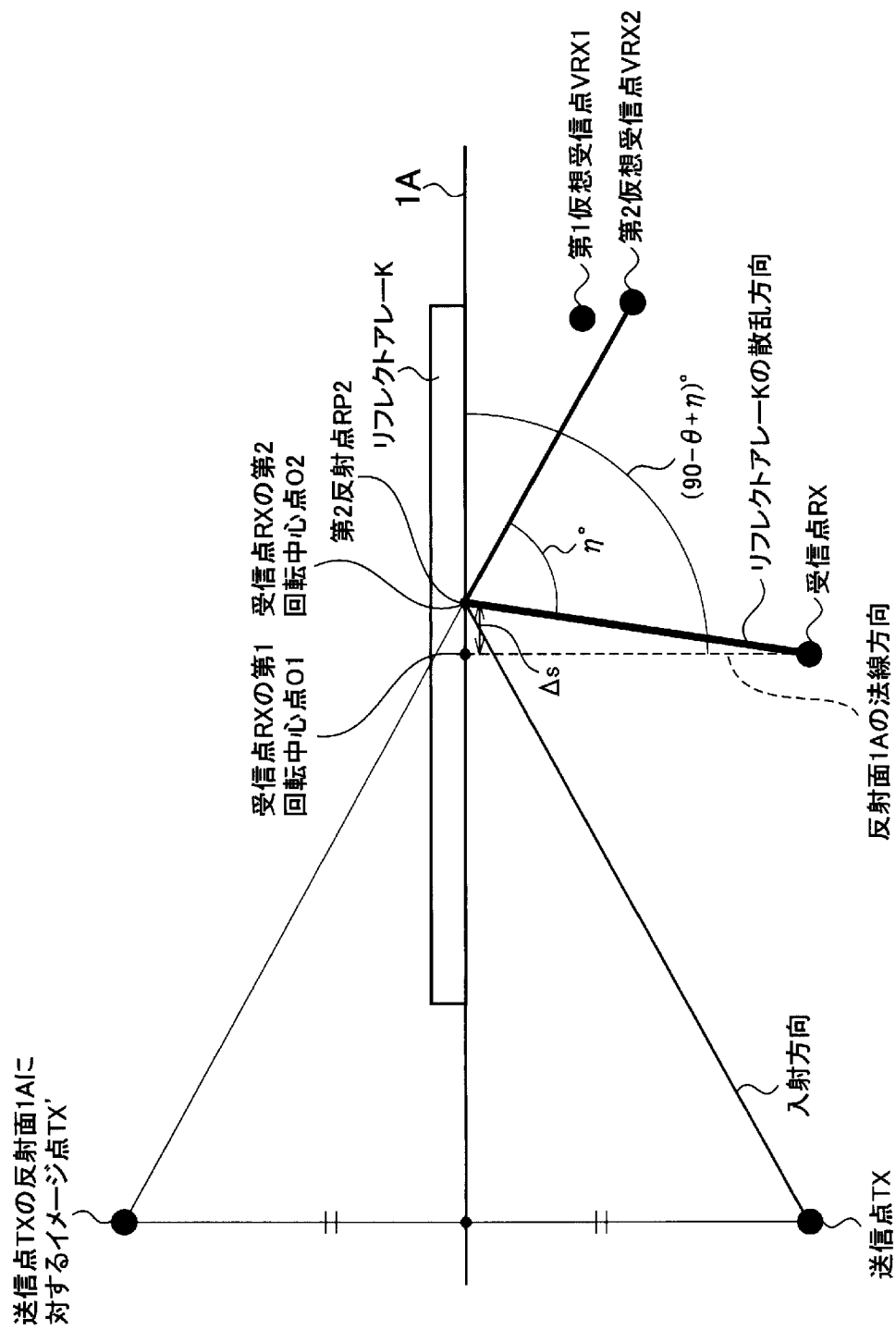
[図6]



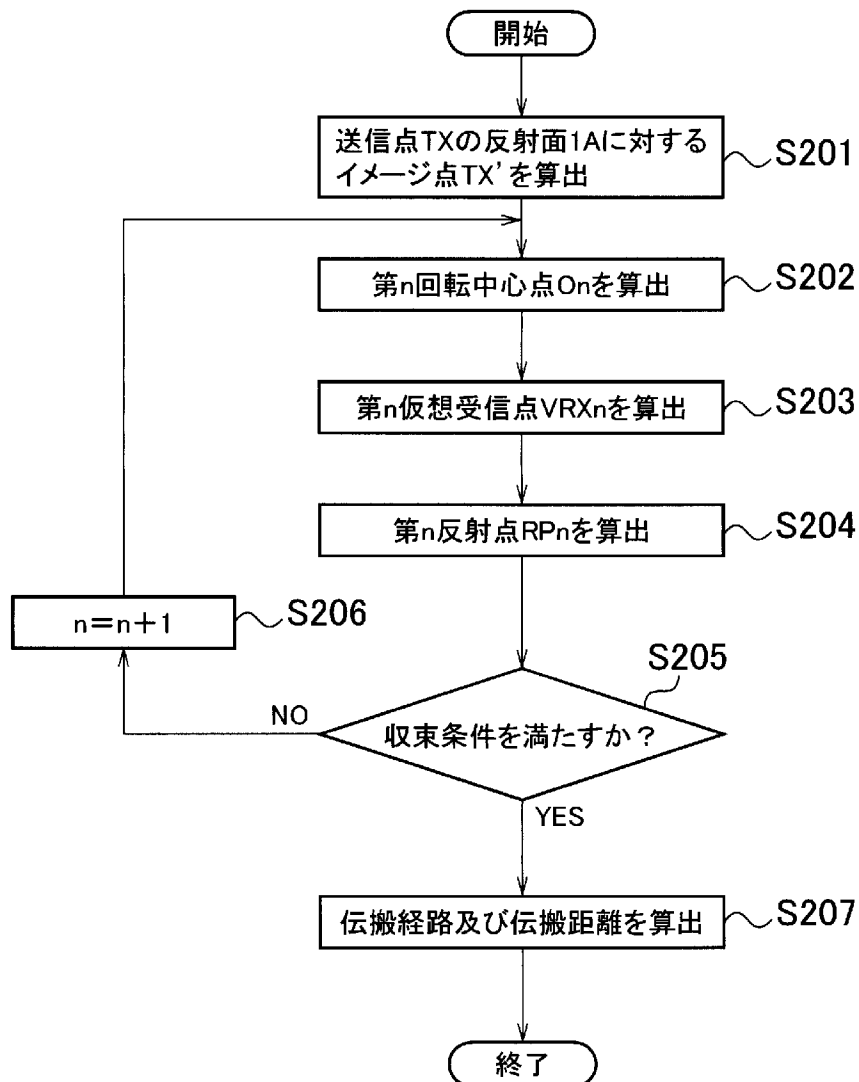
[図7]



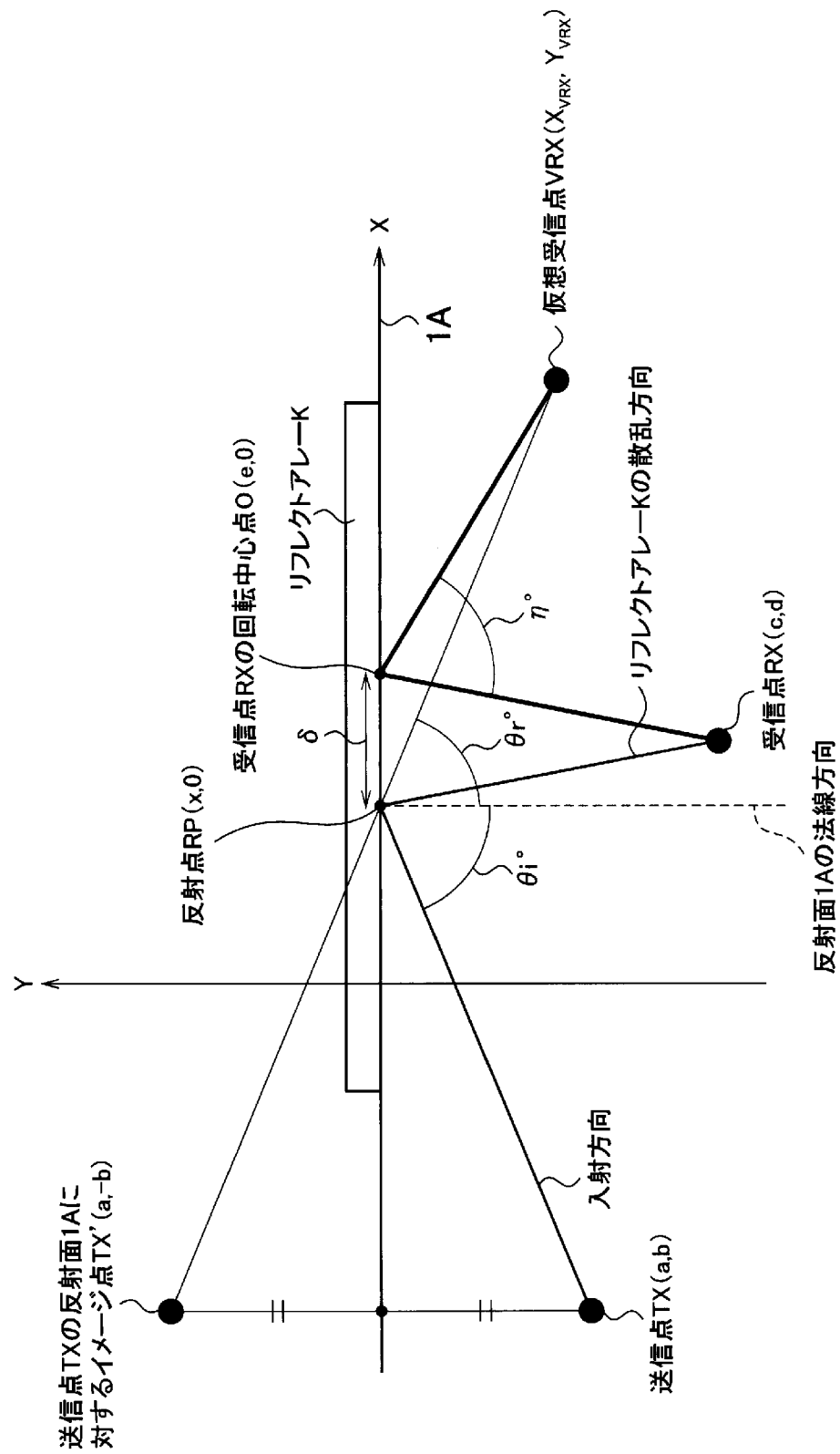
[図8]



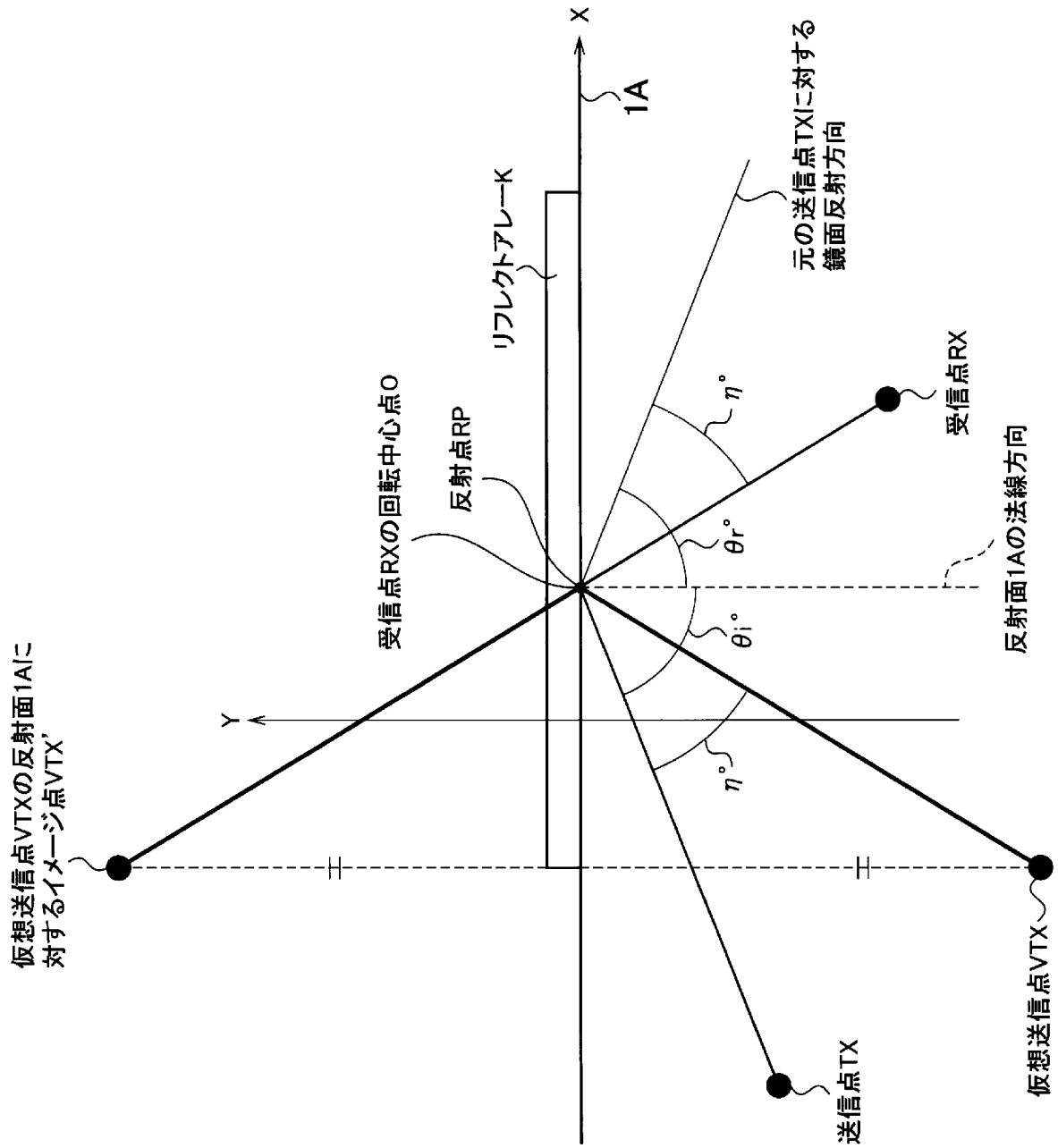
[図9]



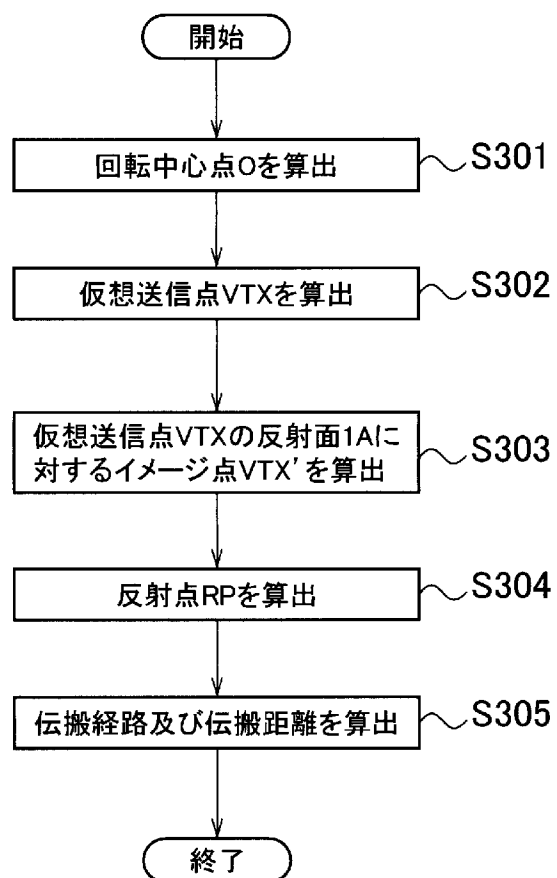
[図10]

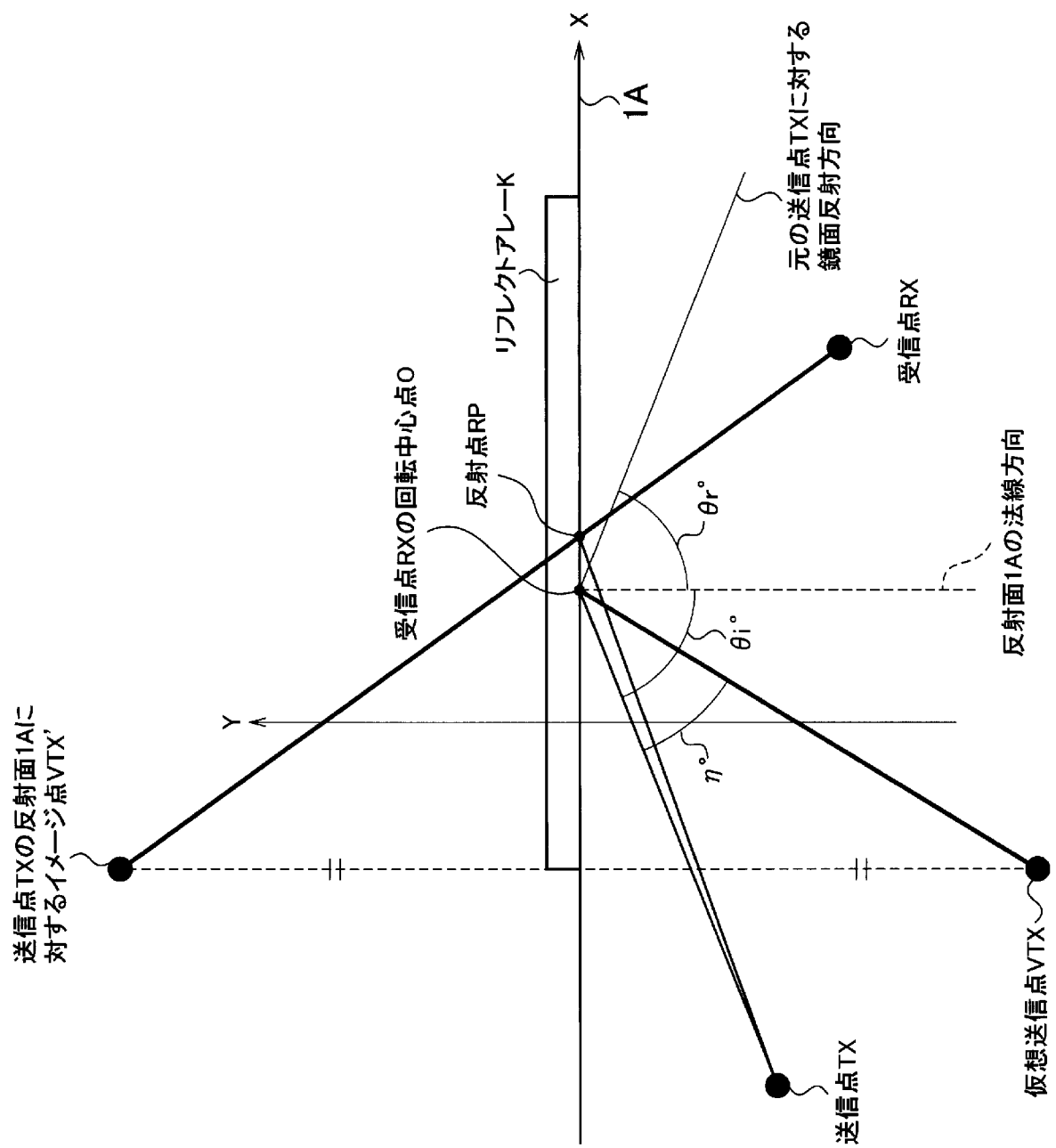


[図11]

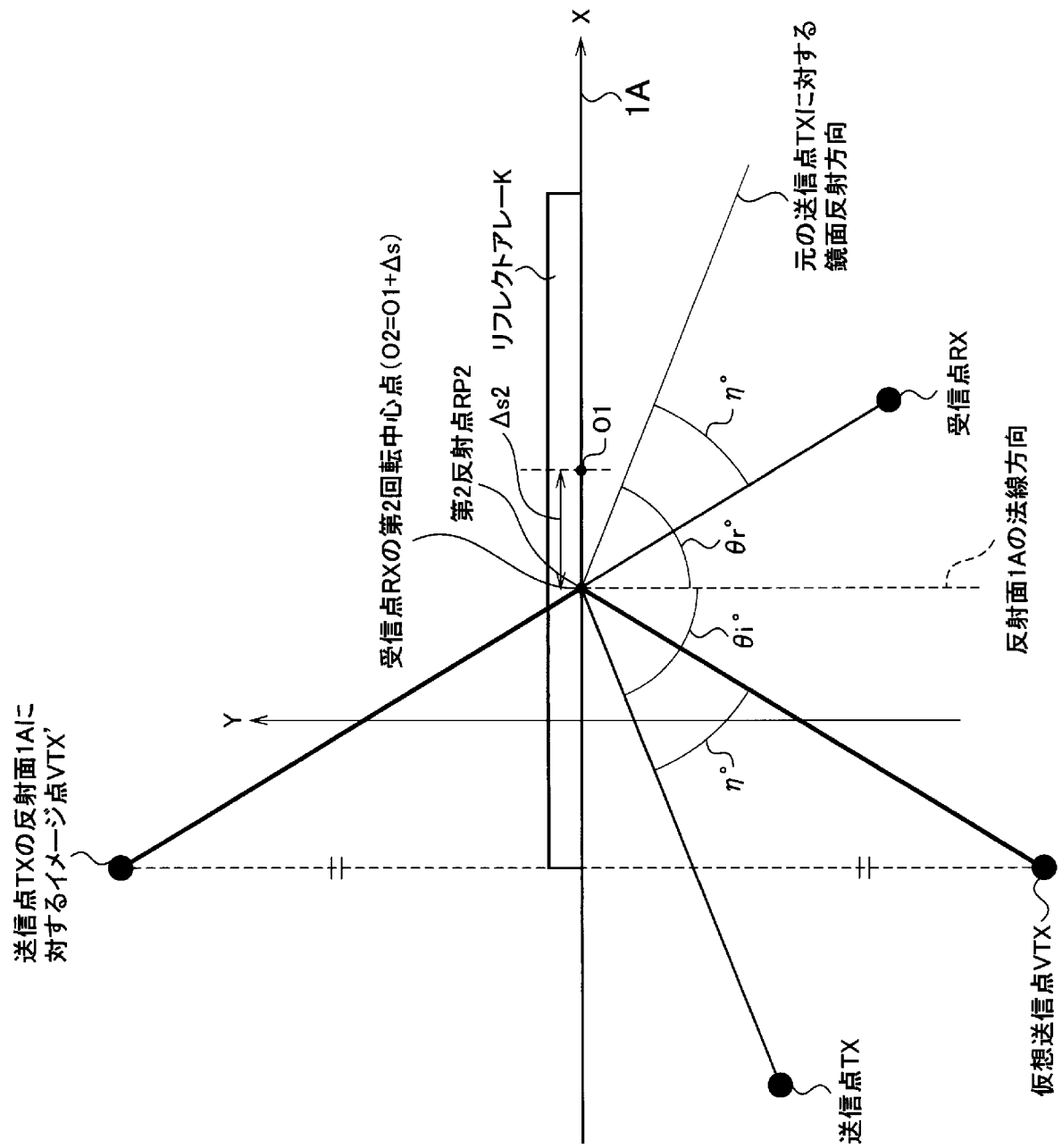


[図12]

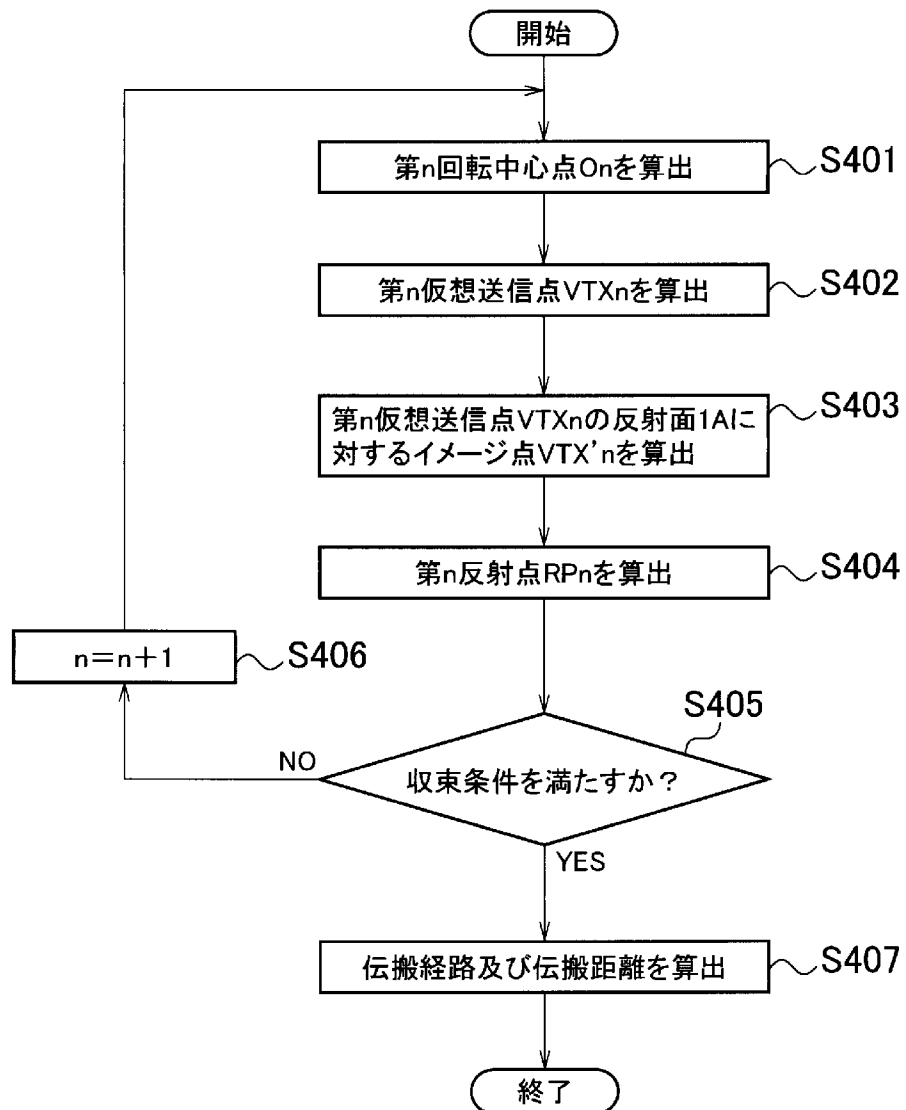




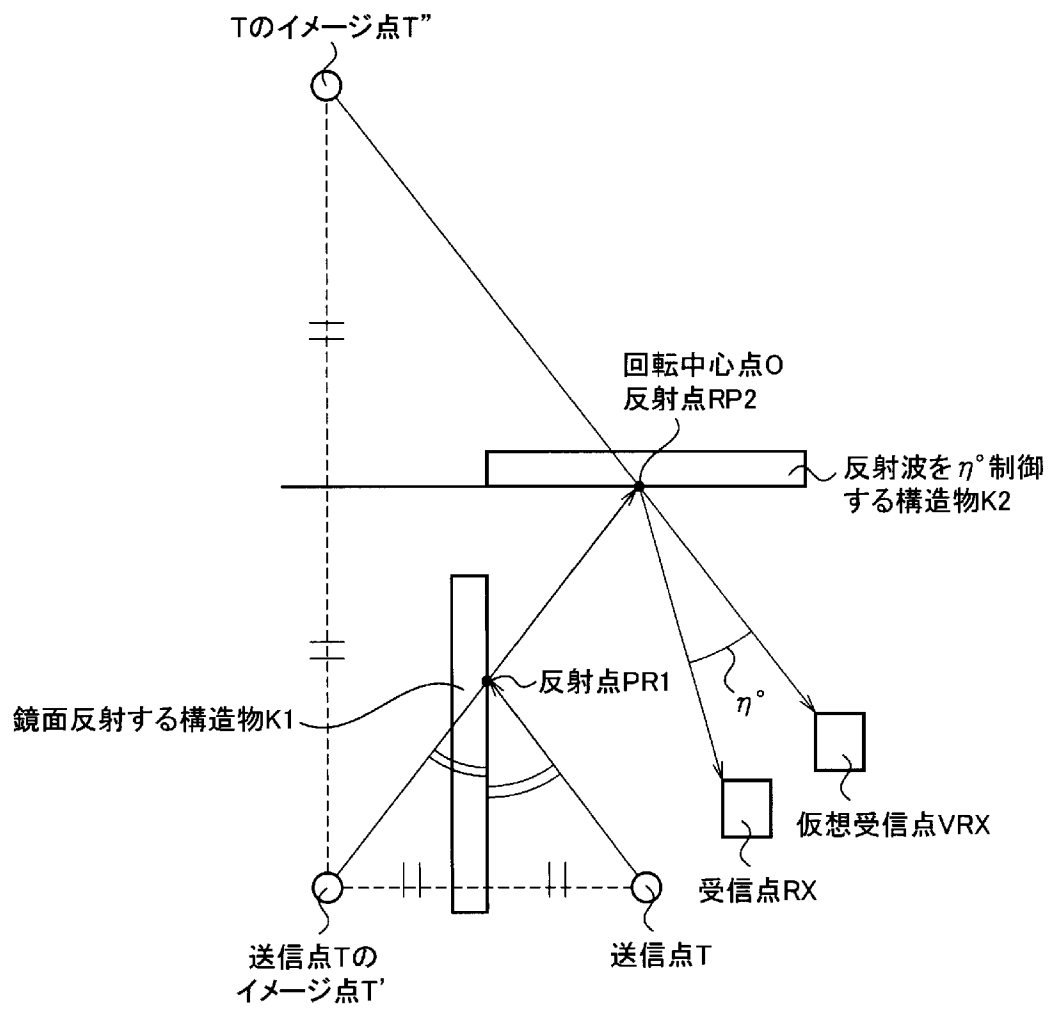
[図14]



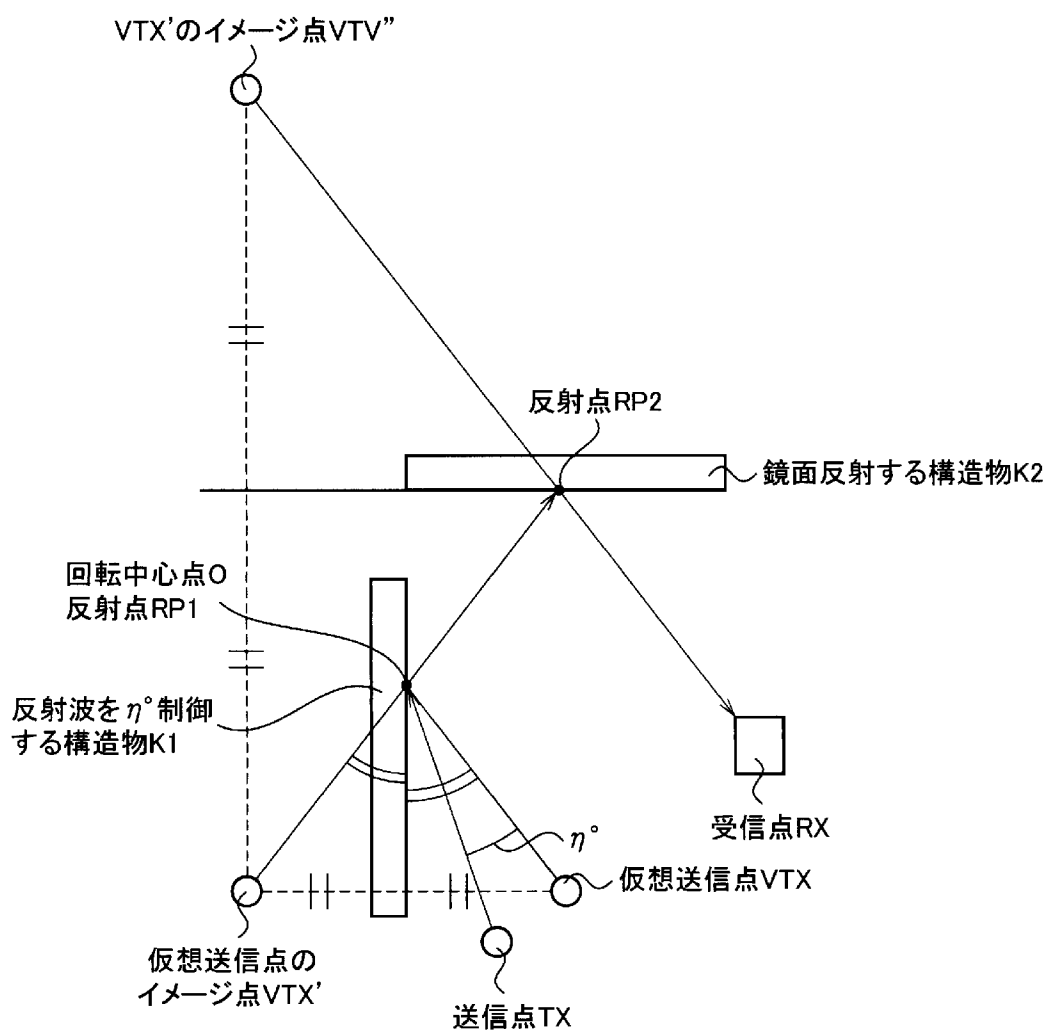
[図15]



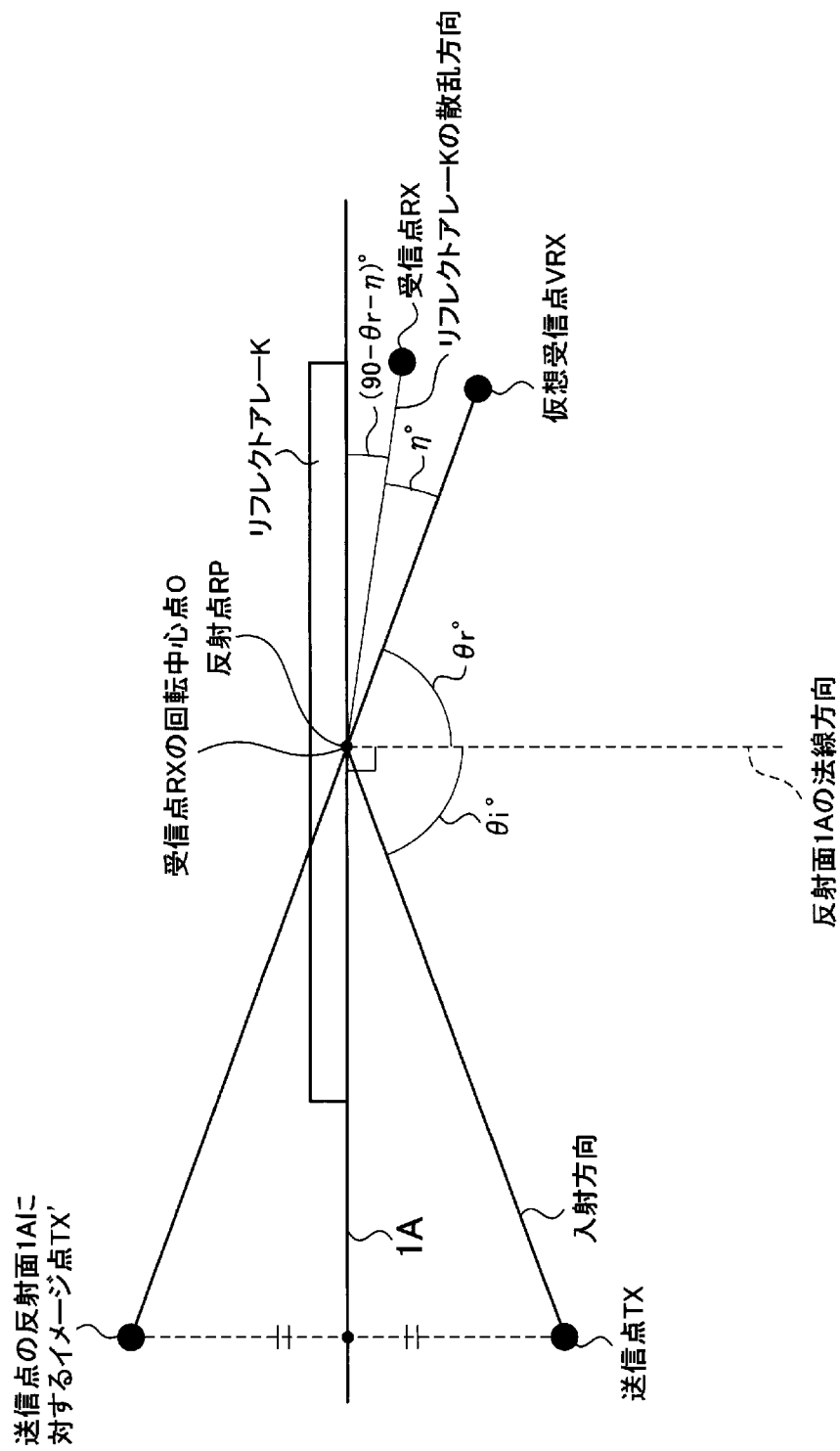
[図17]



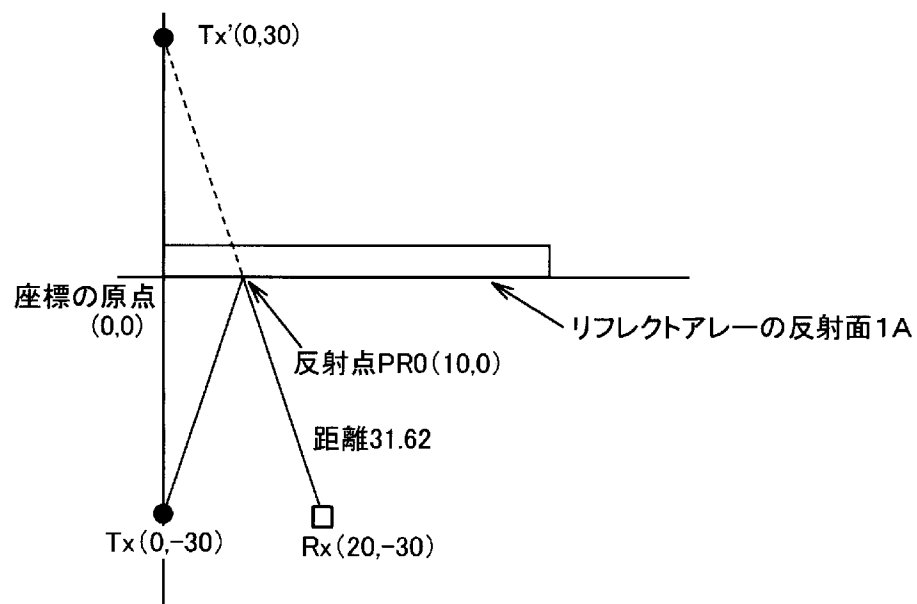
[図18]



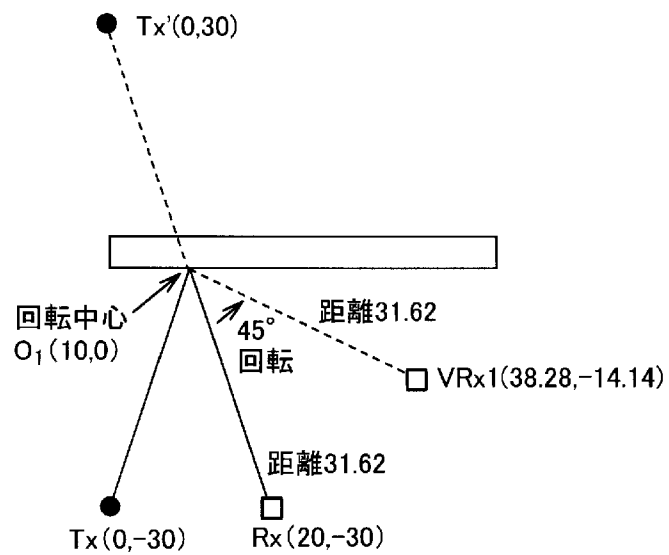
[図19]



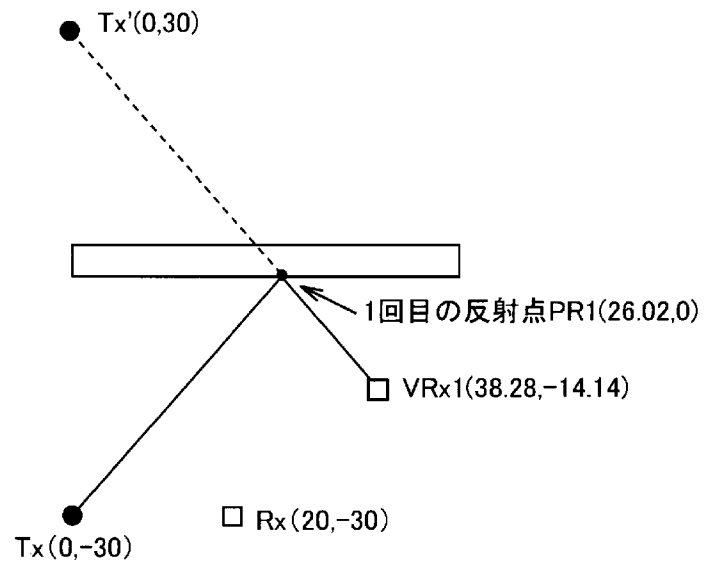
[図20]



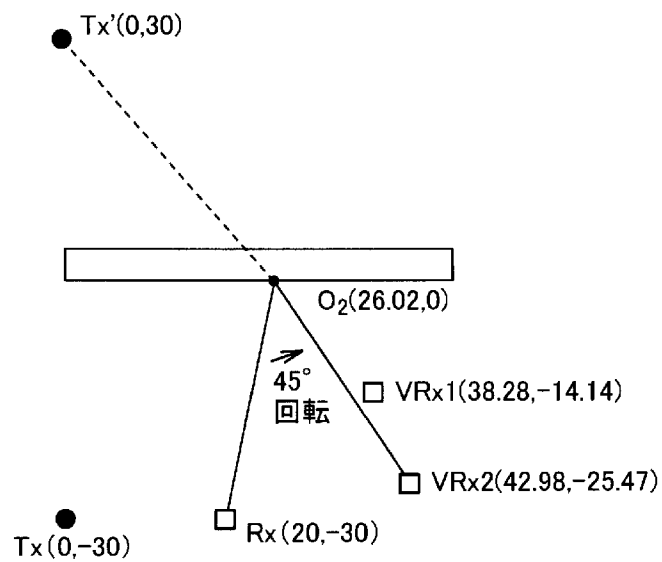
[図21]



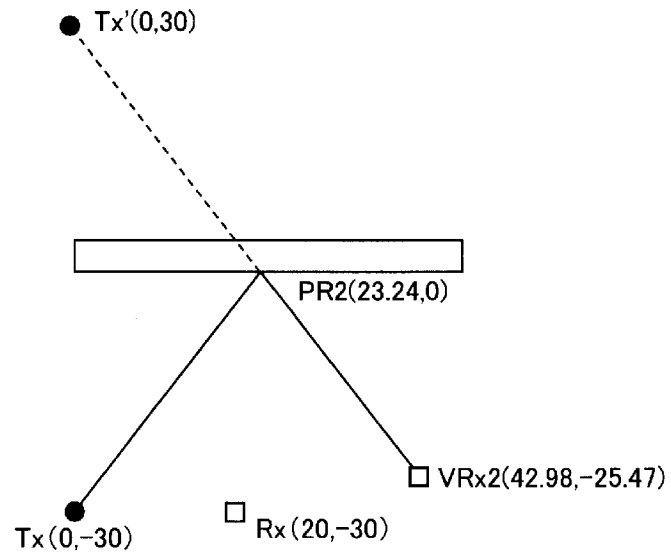
[図22]



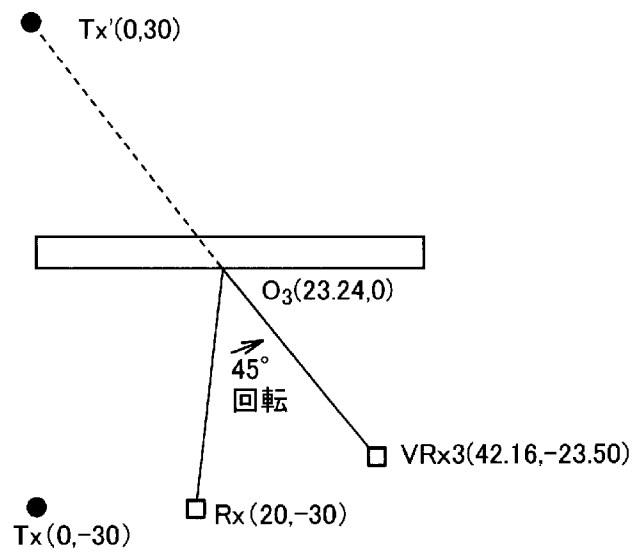
[図23]



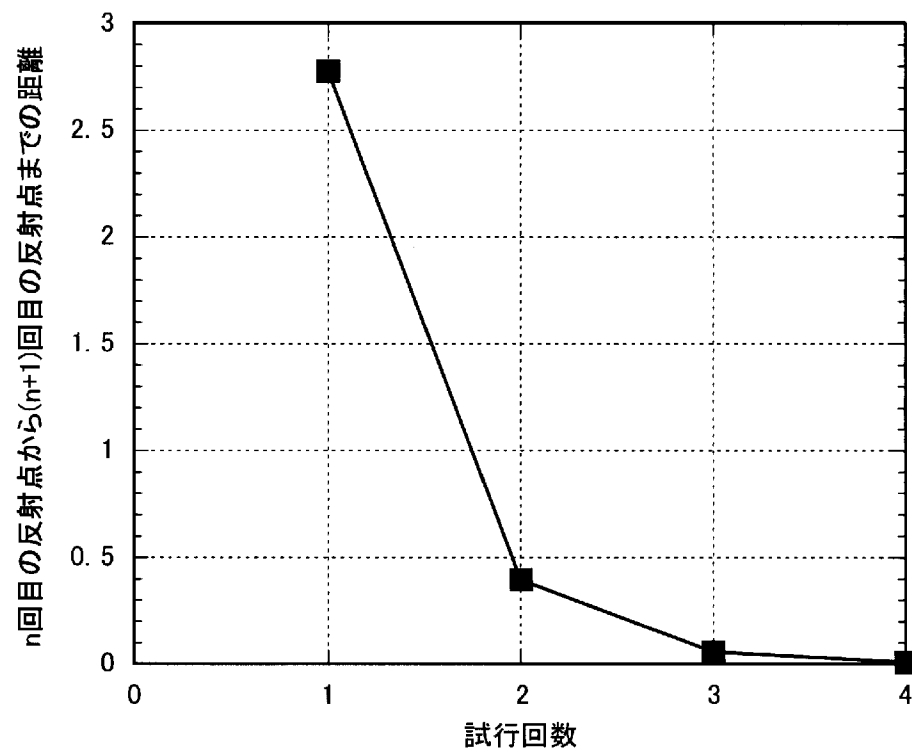
[図24]



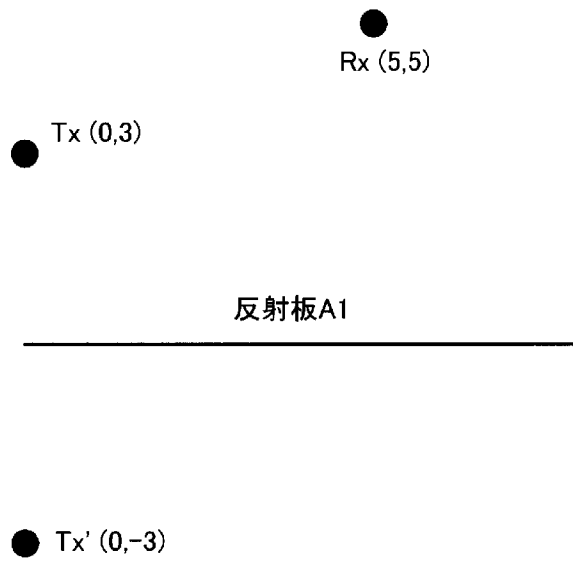
[図25]



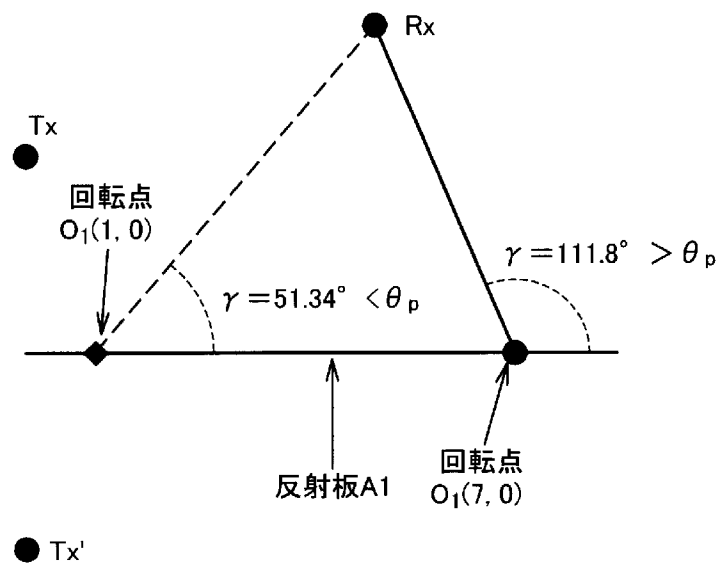
[図26]



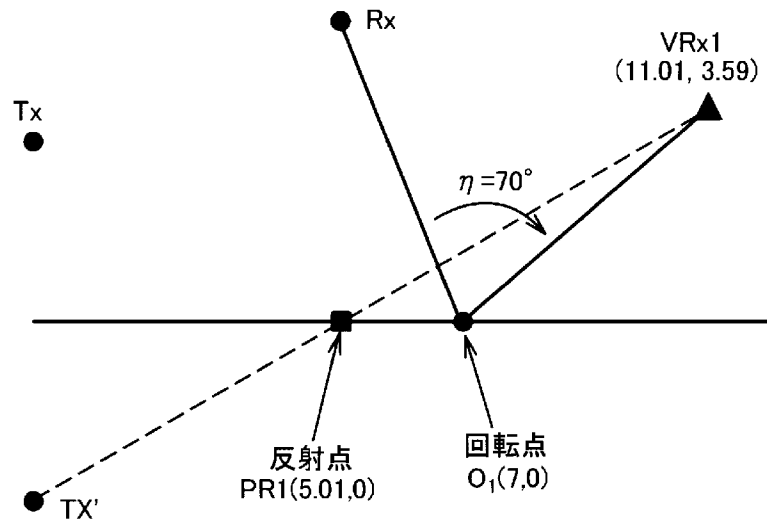
[図27]



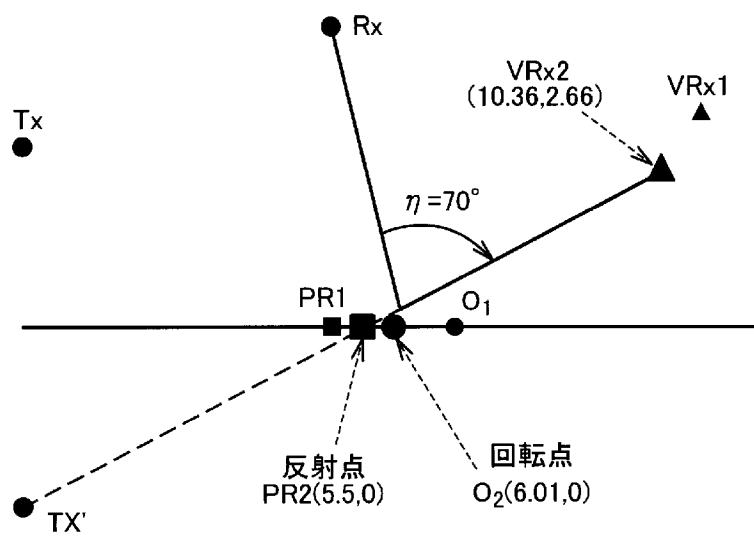
[図28]



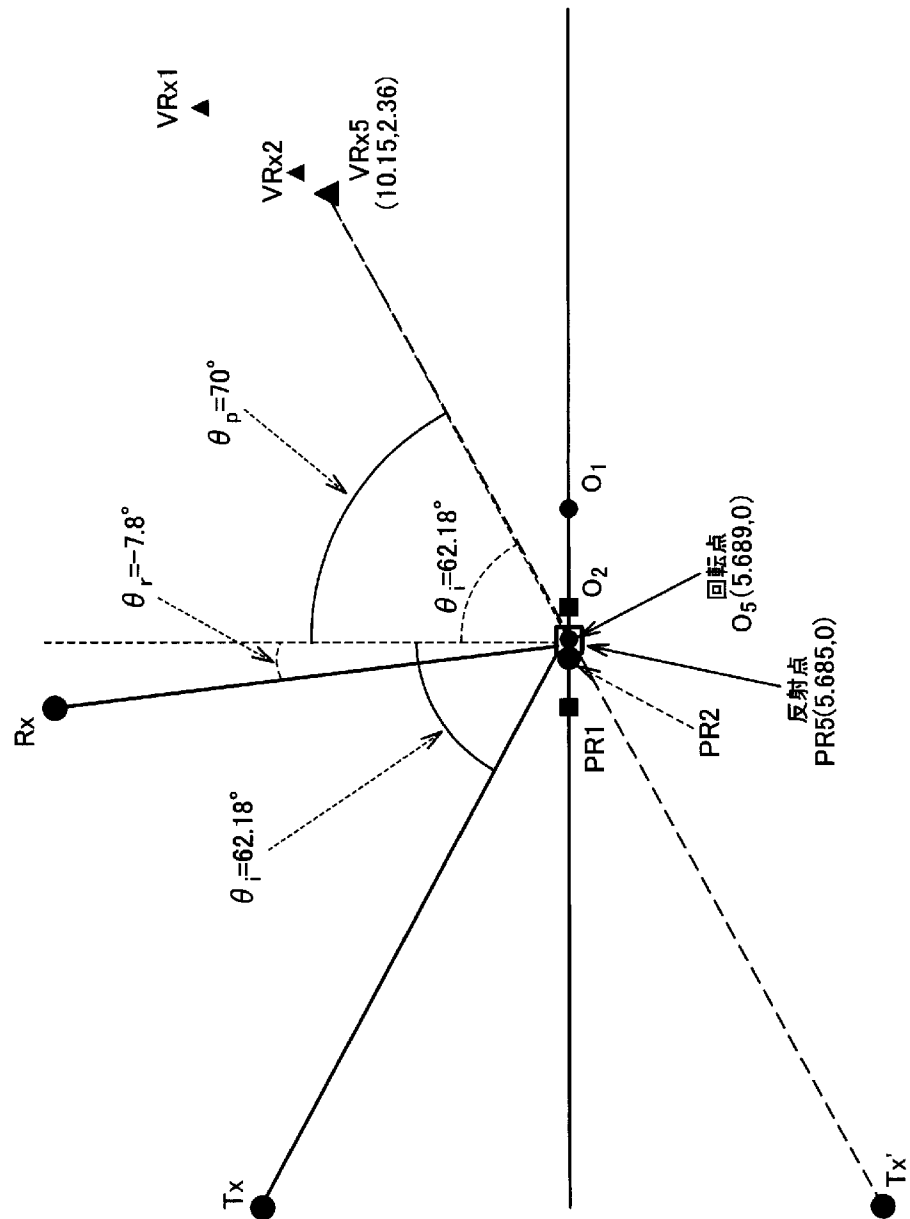
[図29]



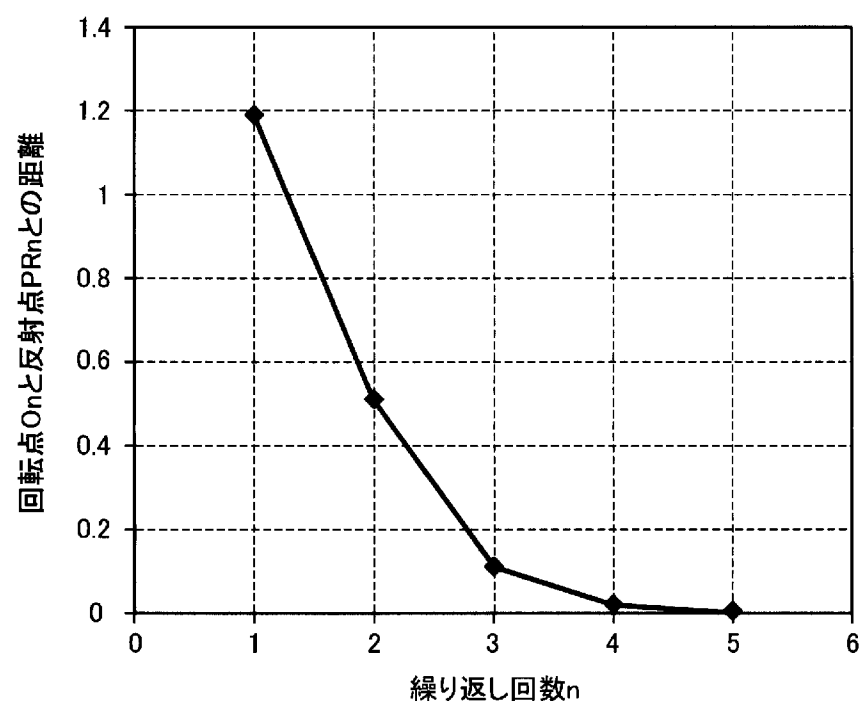
[図30]



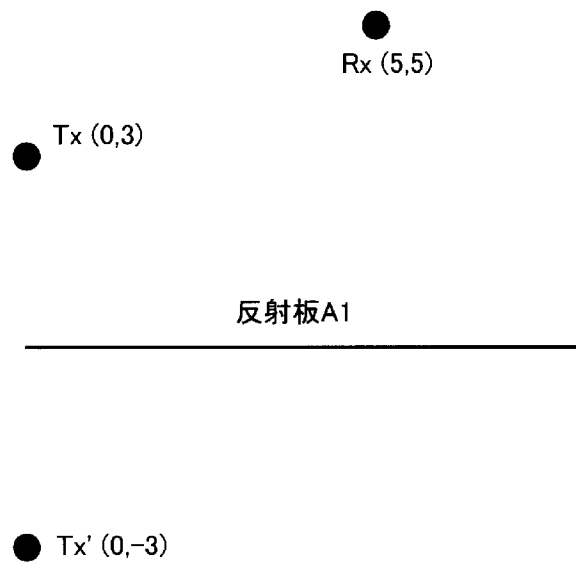
[図31]



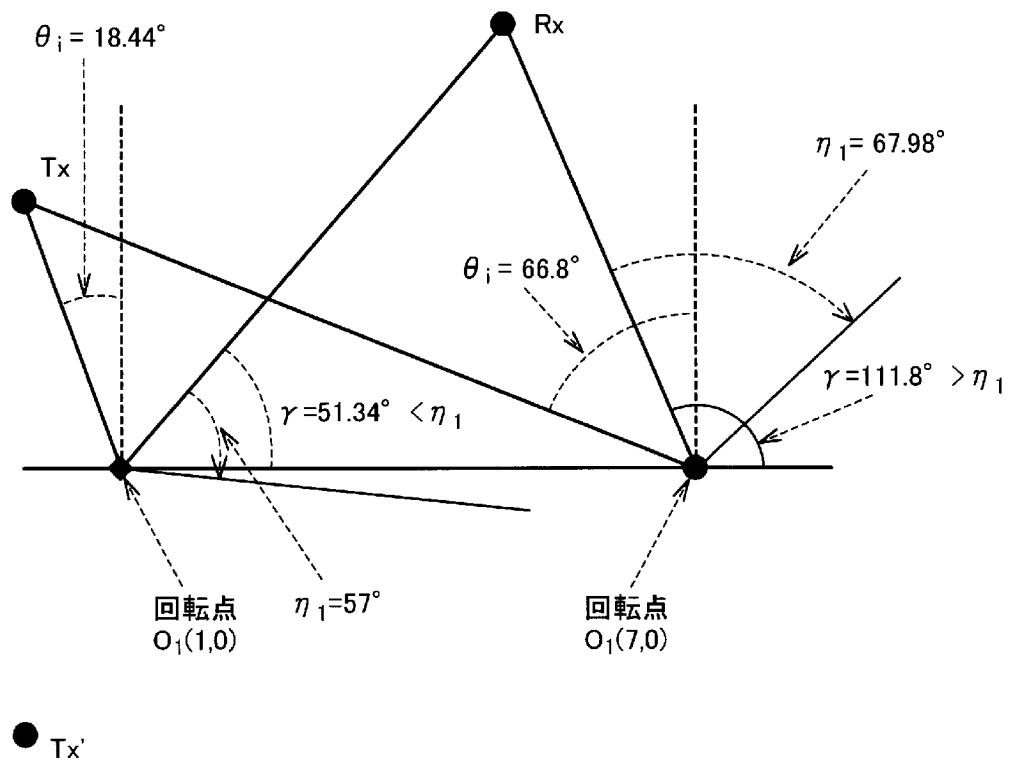
[図32]



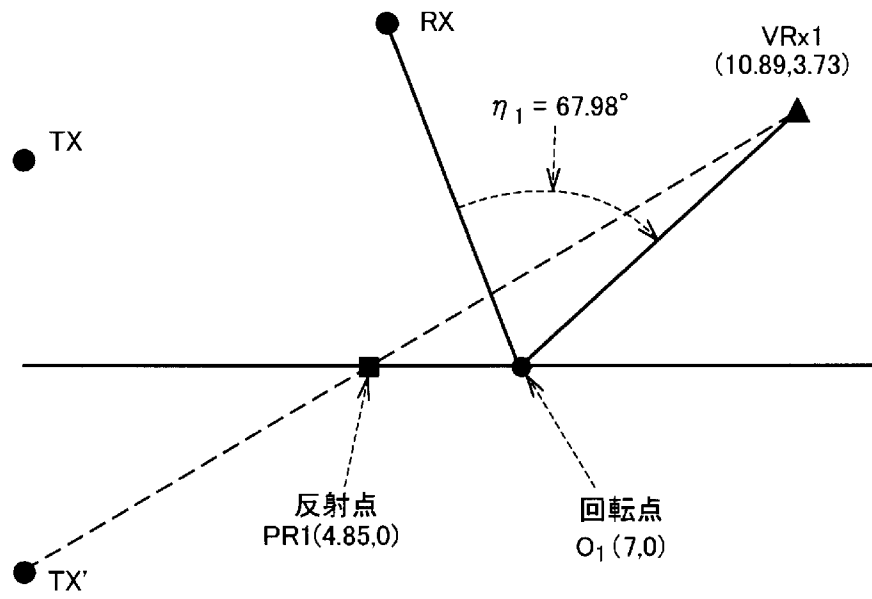
[図33]



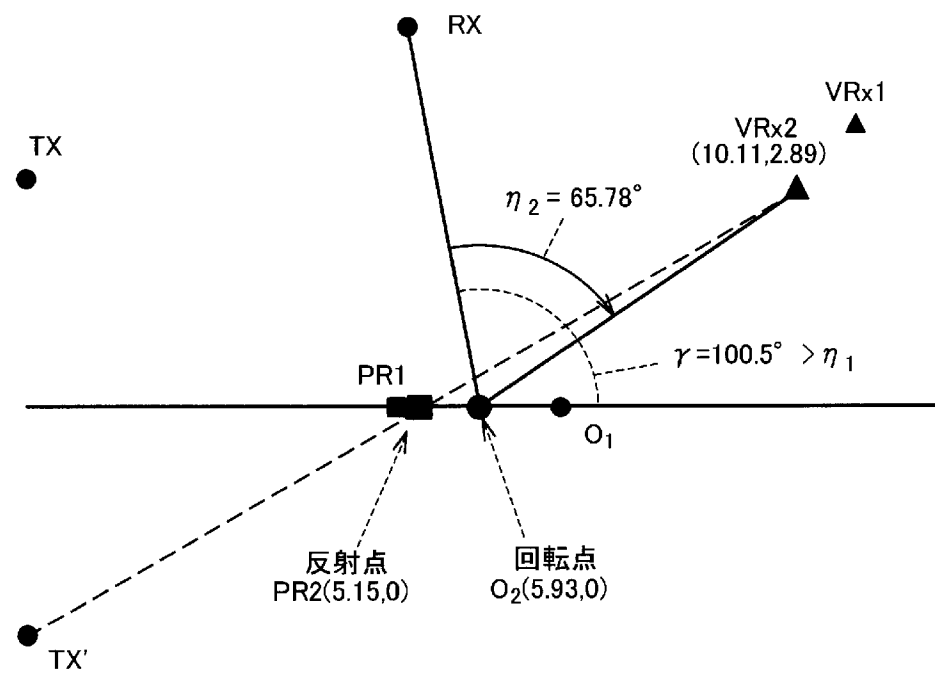
[図34]



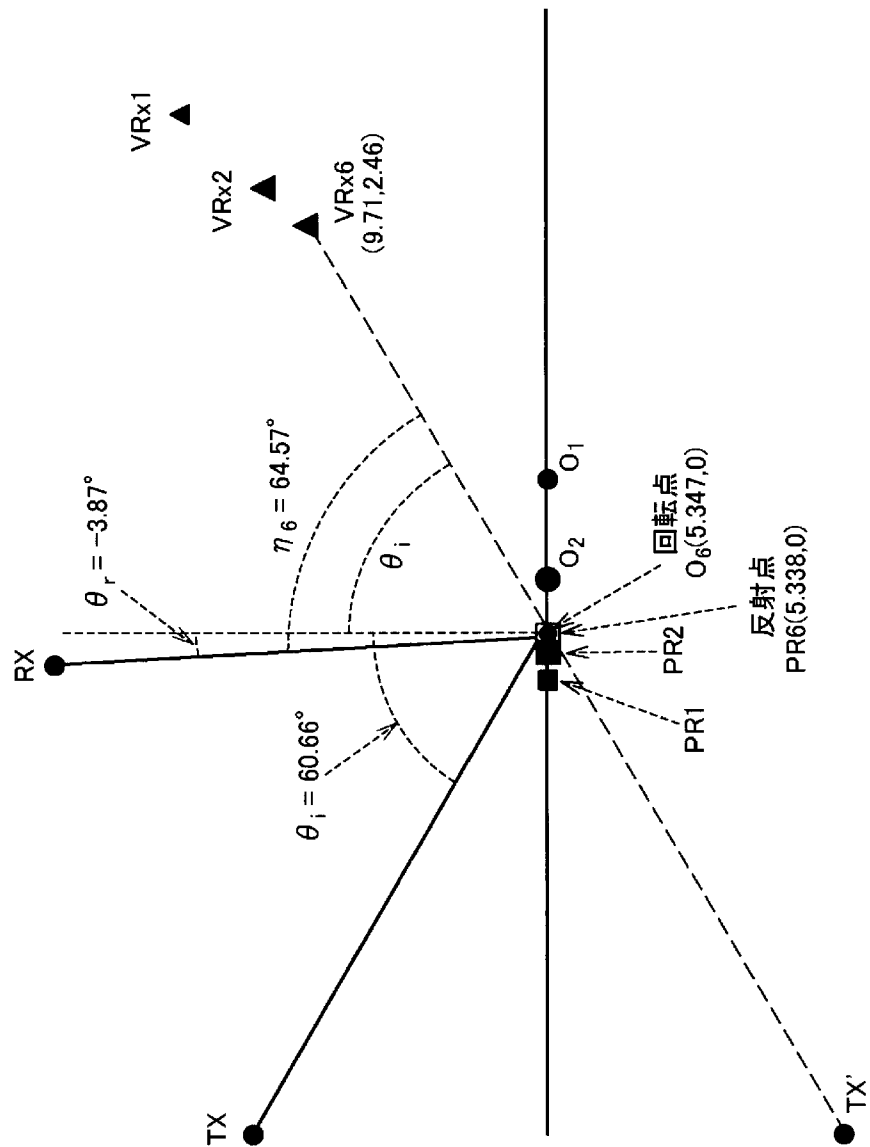
[図35]



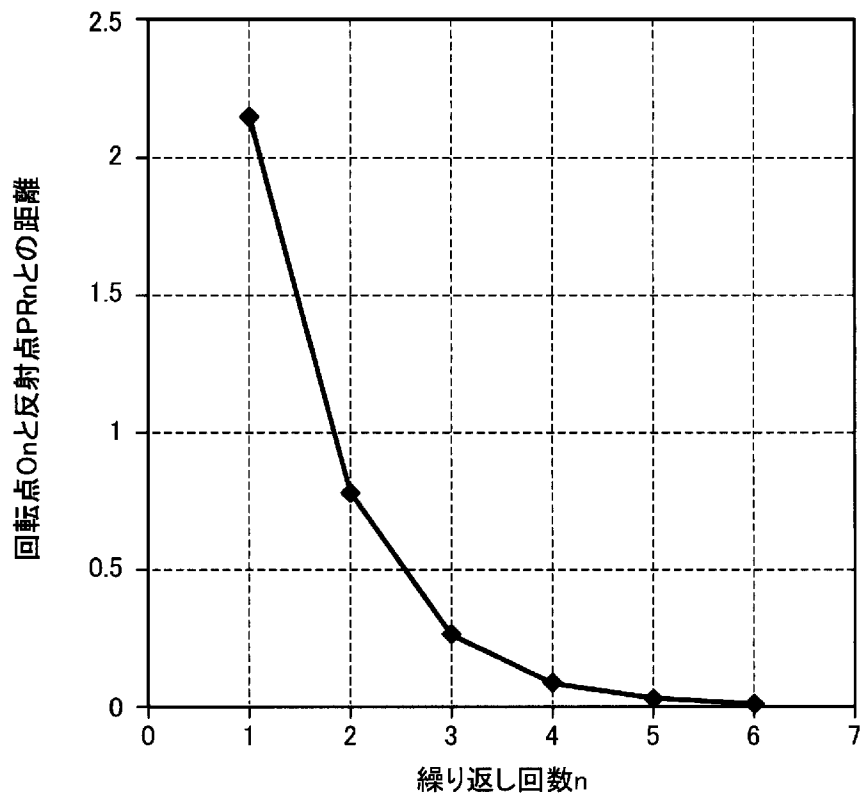
[図36]



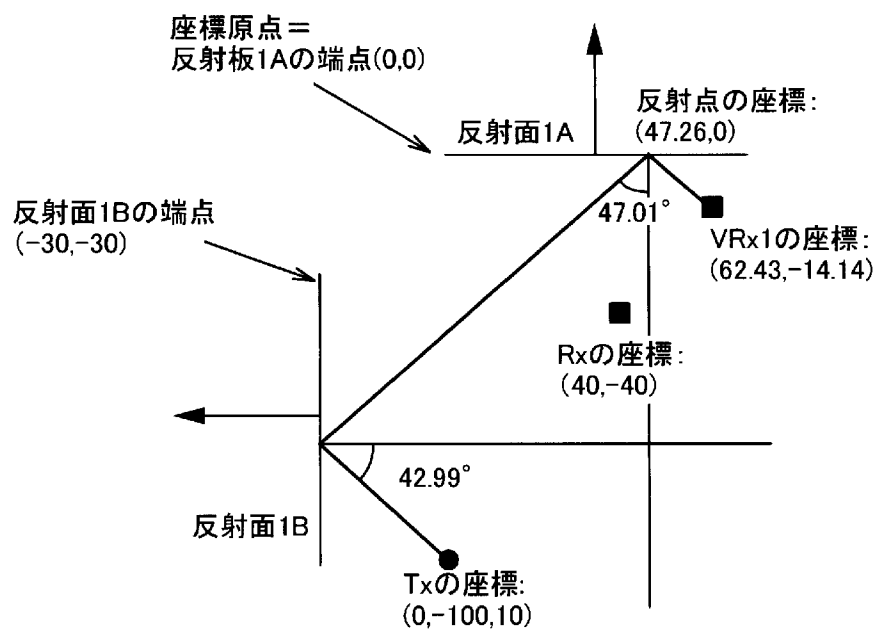
[図37]



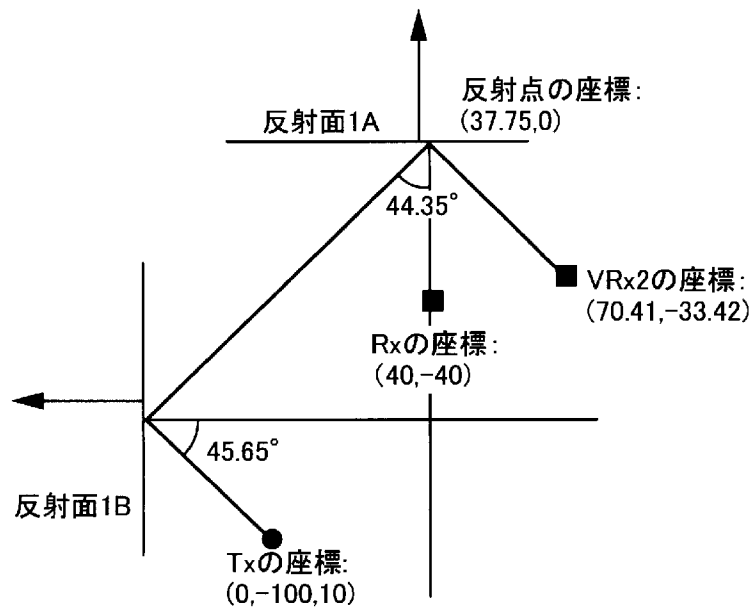
[図38]



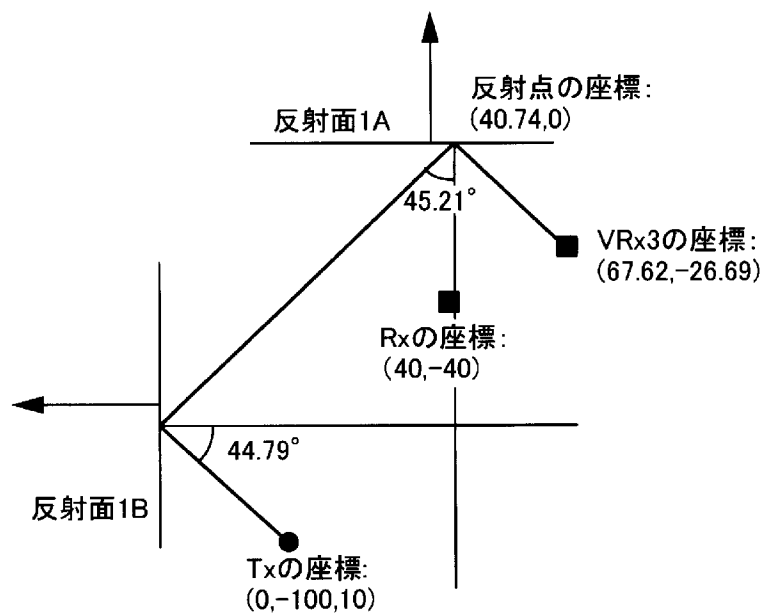
[図39]



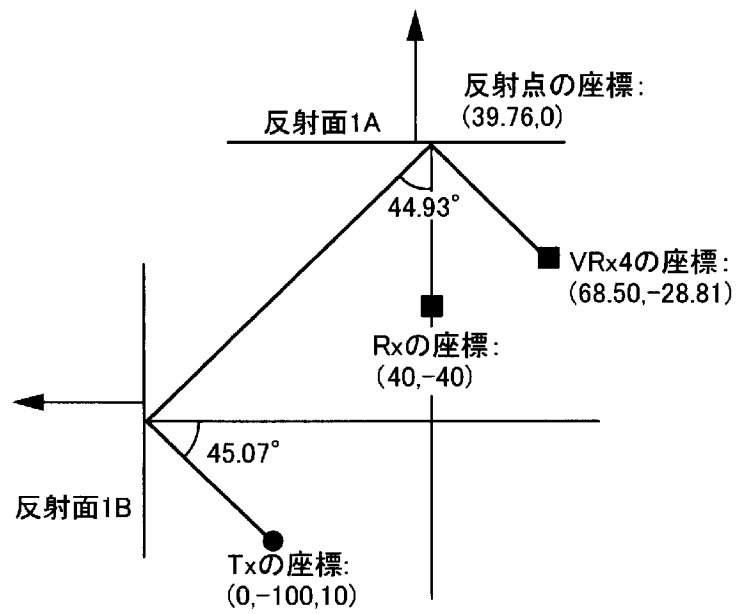
[図40]



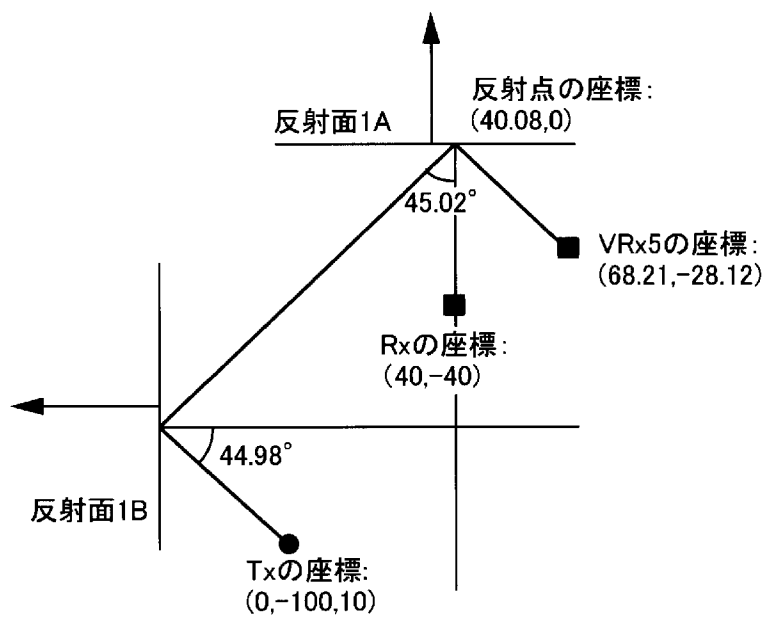
[図41]



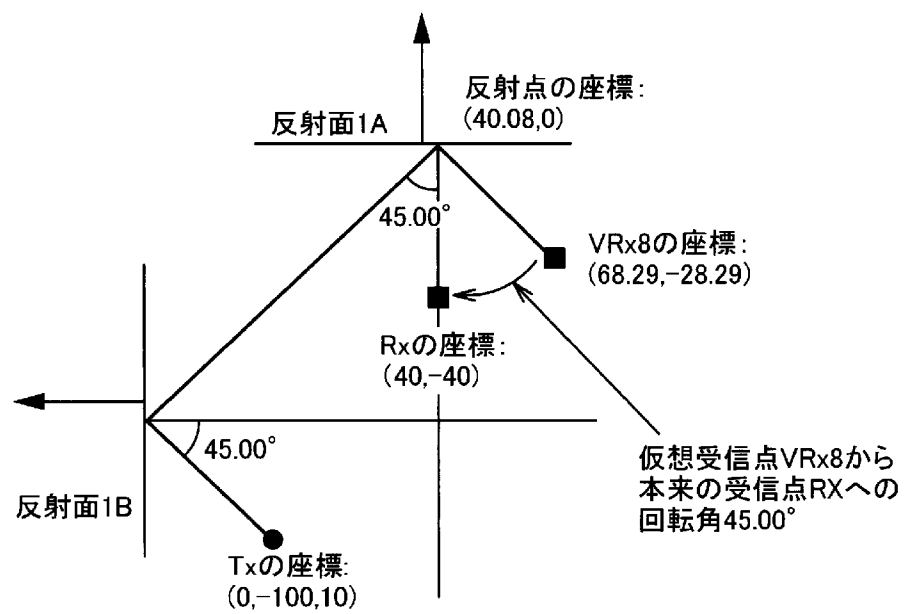
[図42]



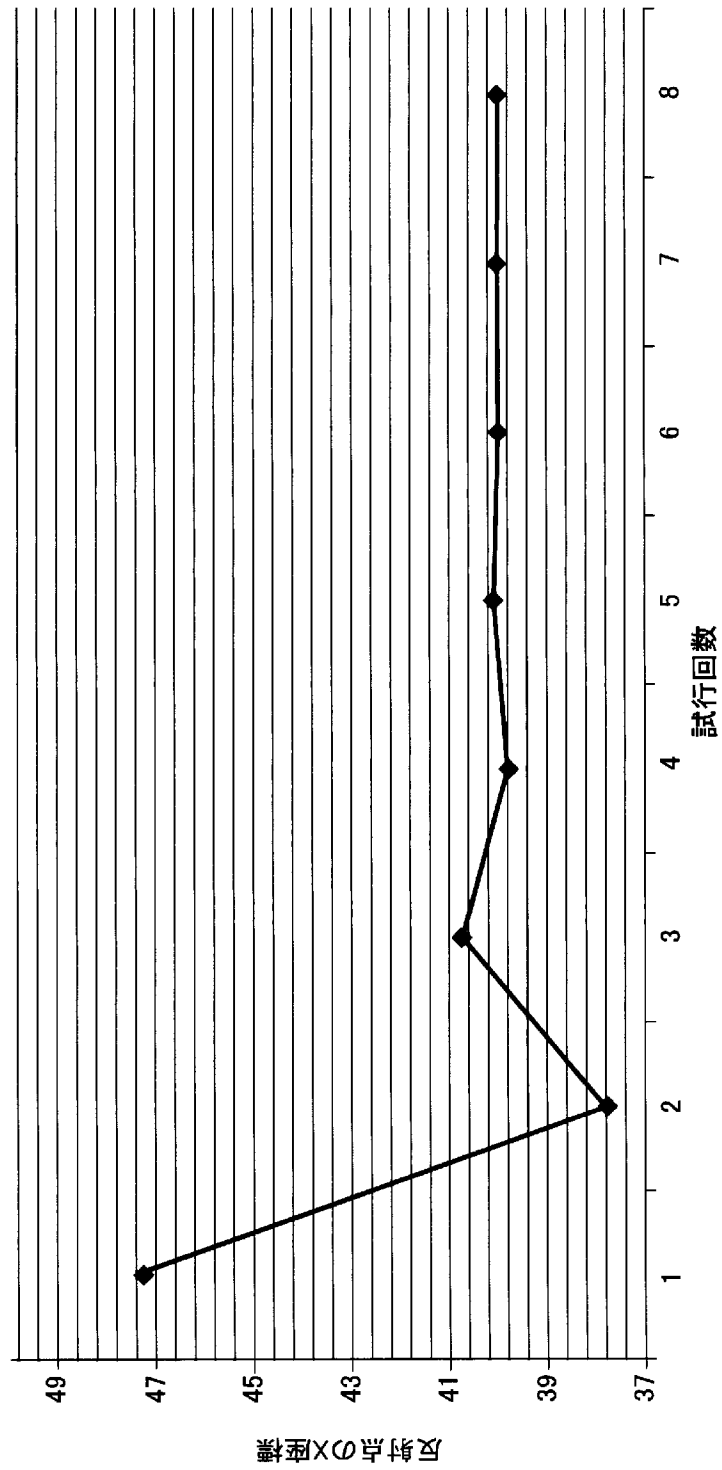
[図43]



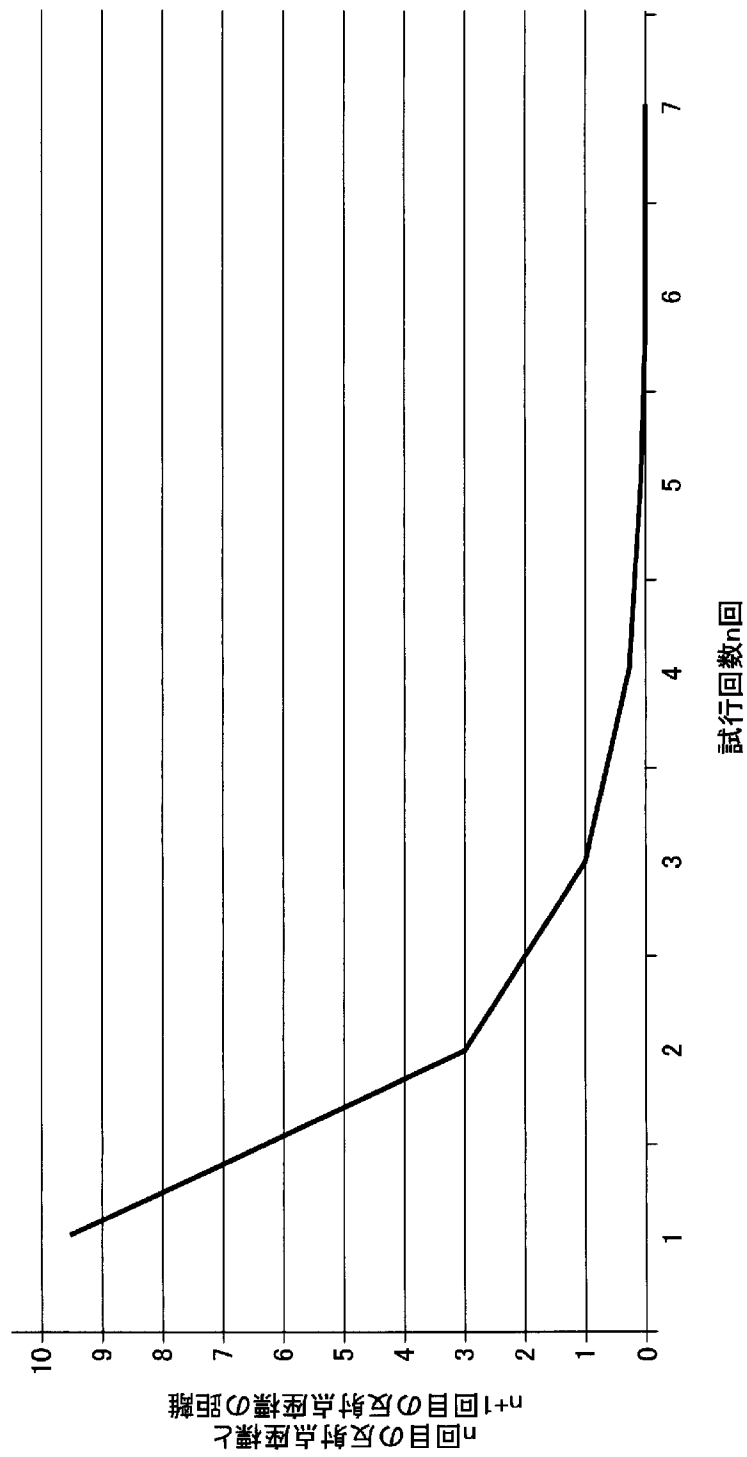
[図44]



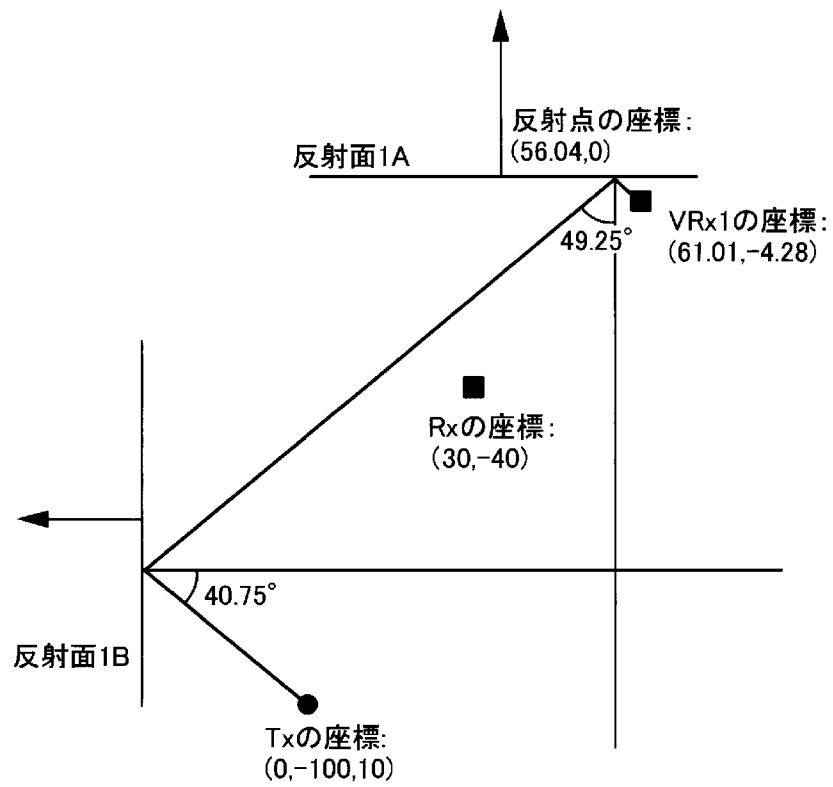
[図45]



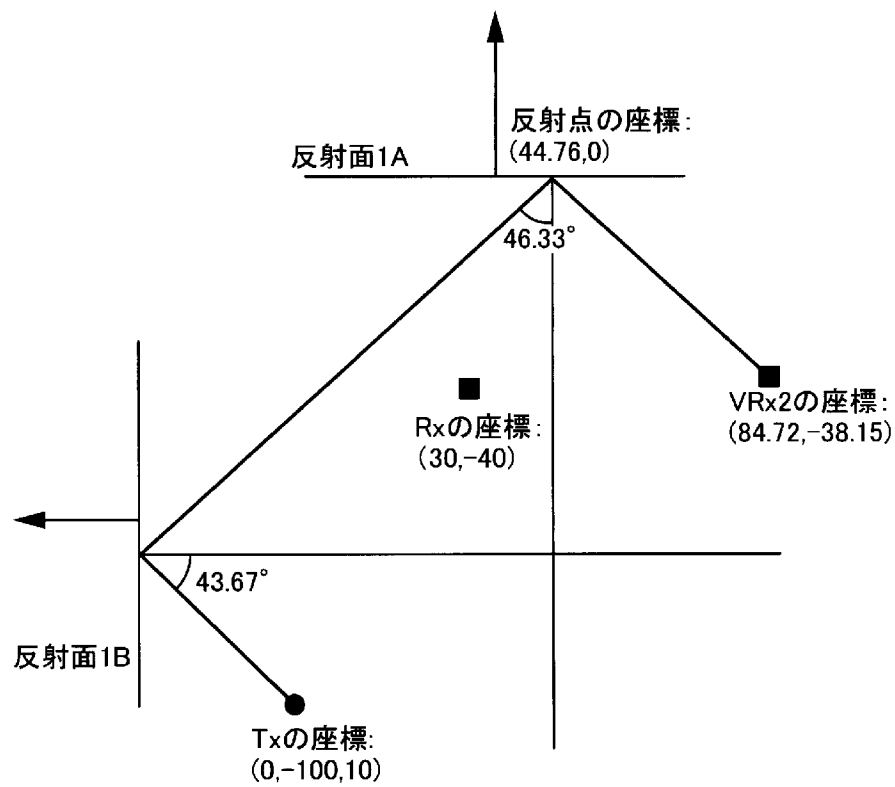
[図46]



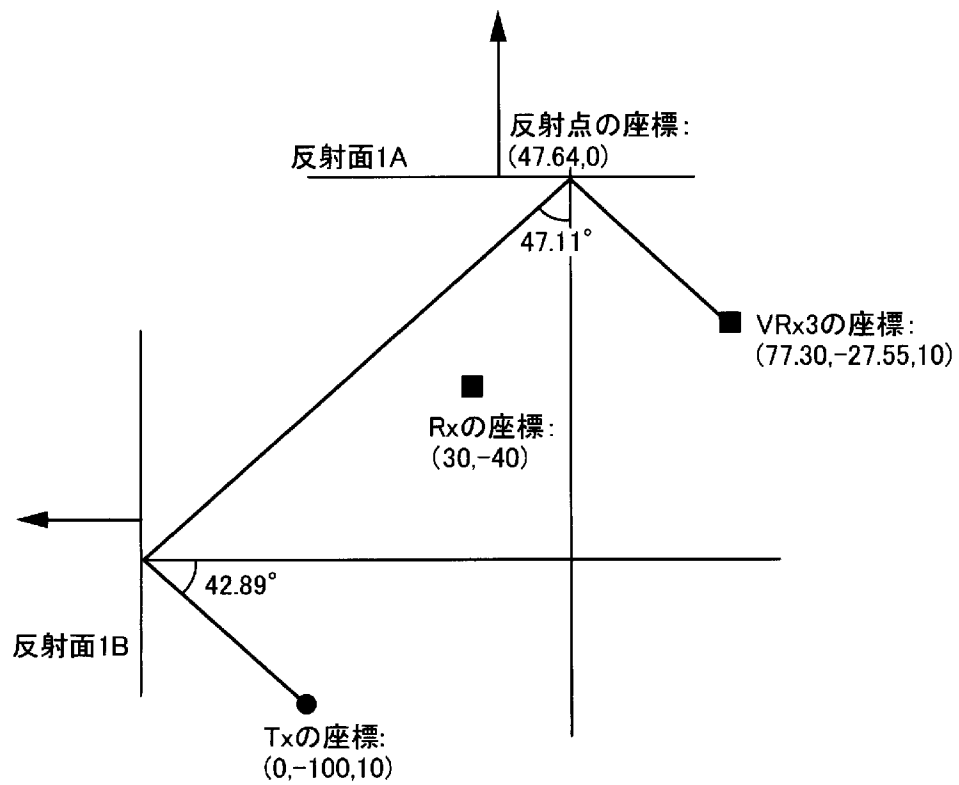
[図47]



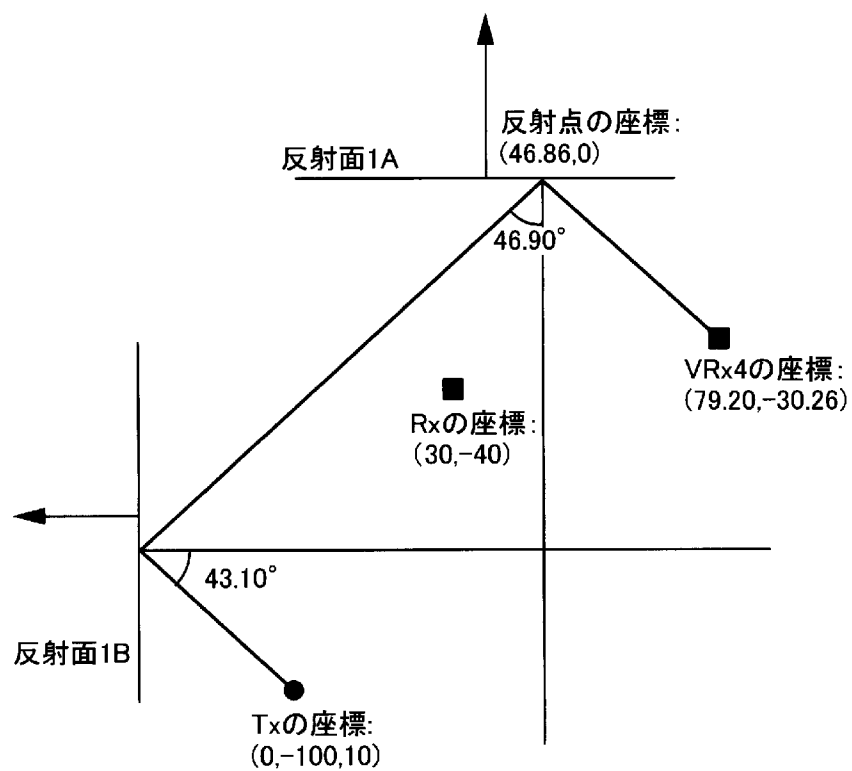
[図48]



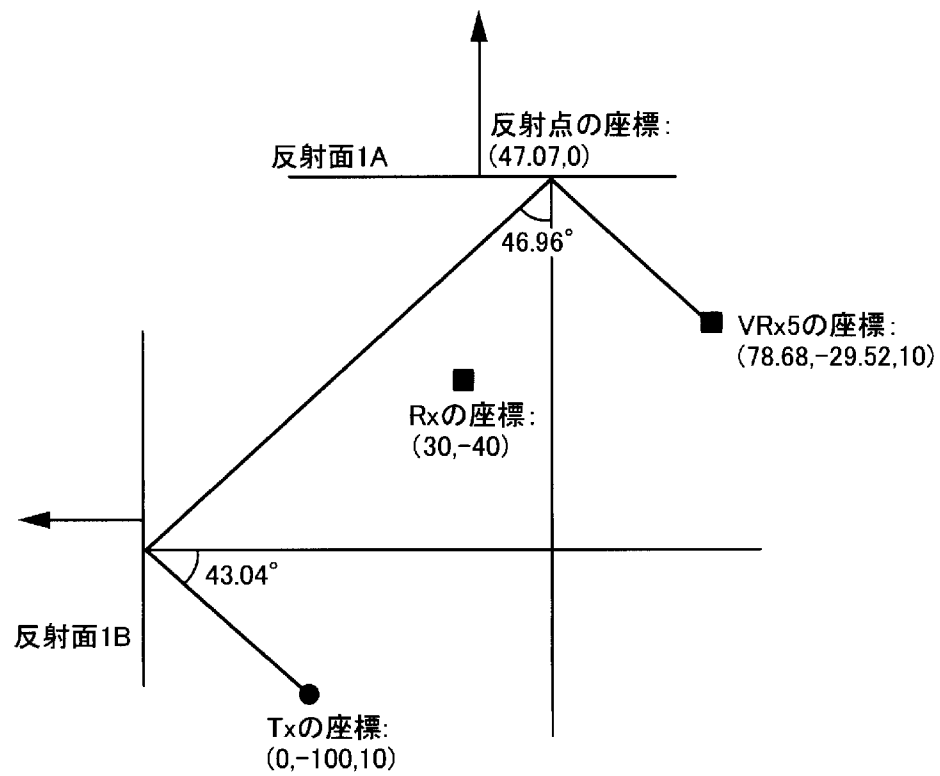
[図49]



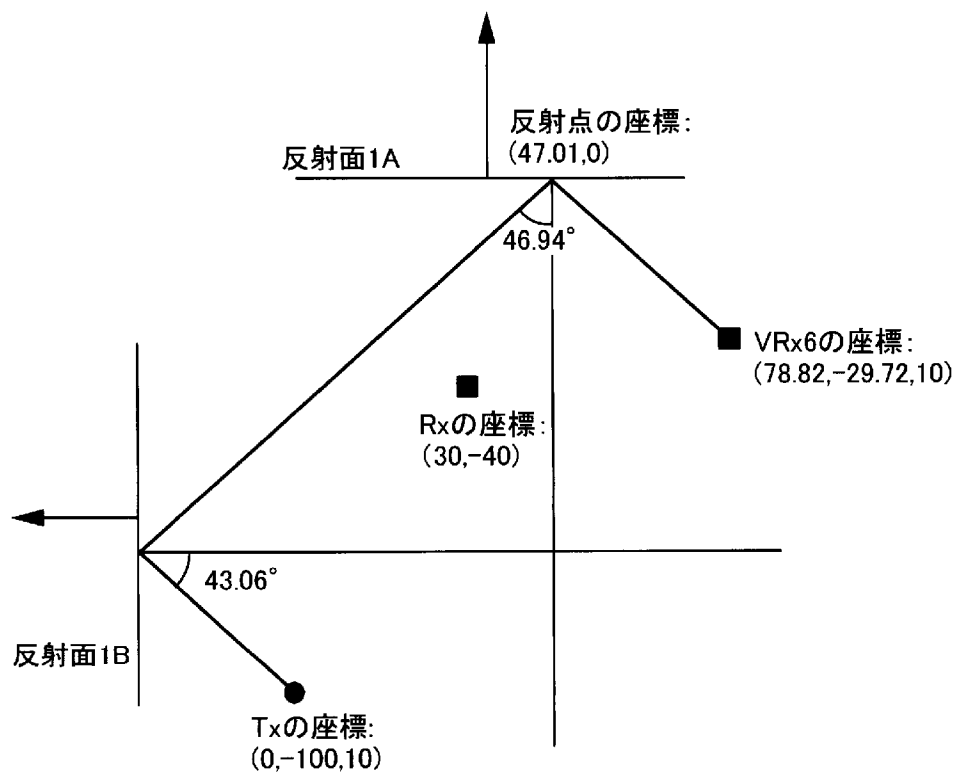
[図50]



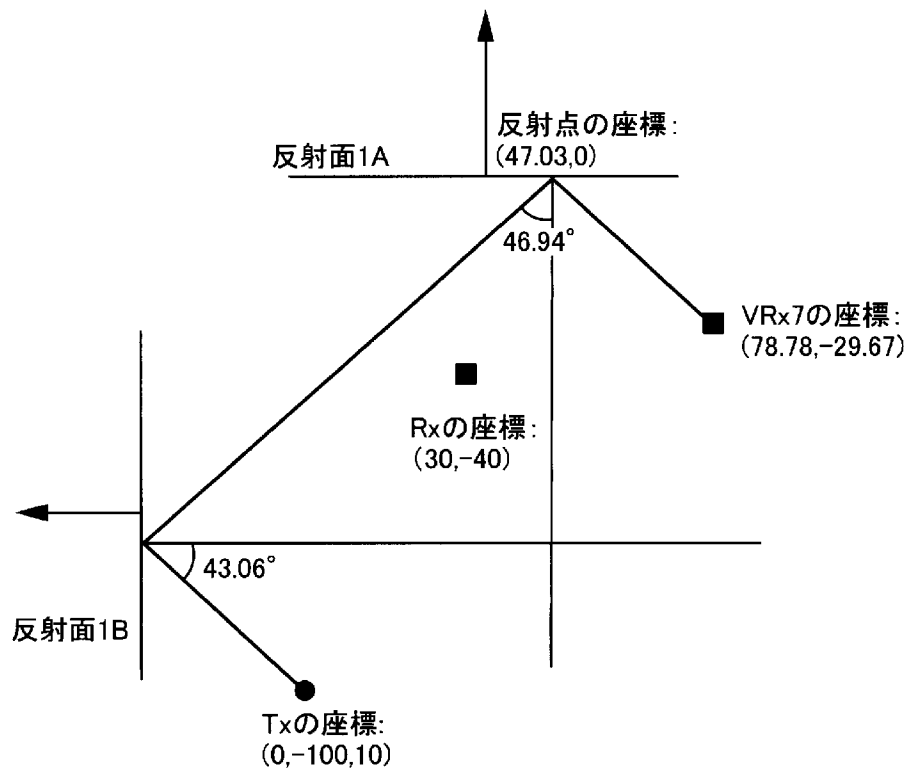
[図51]



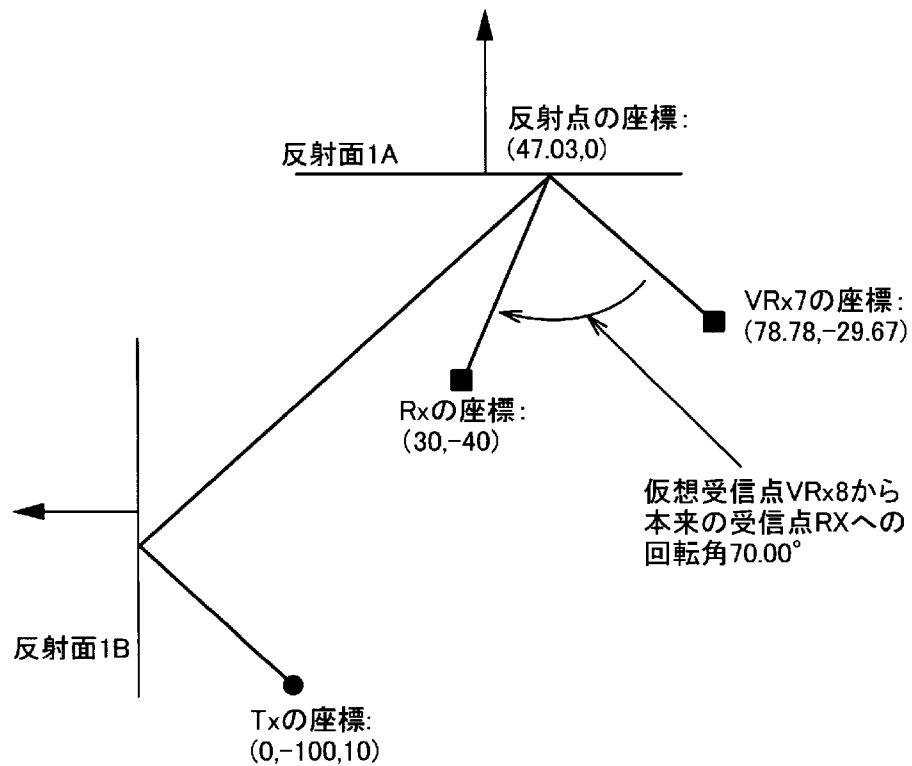
[図52]



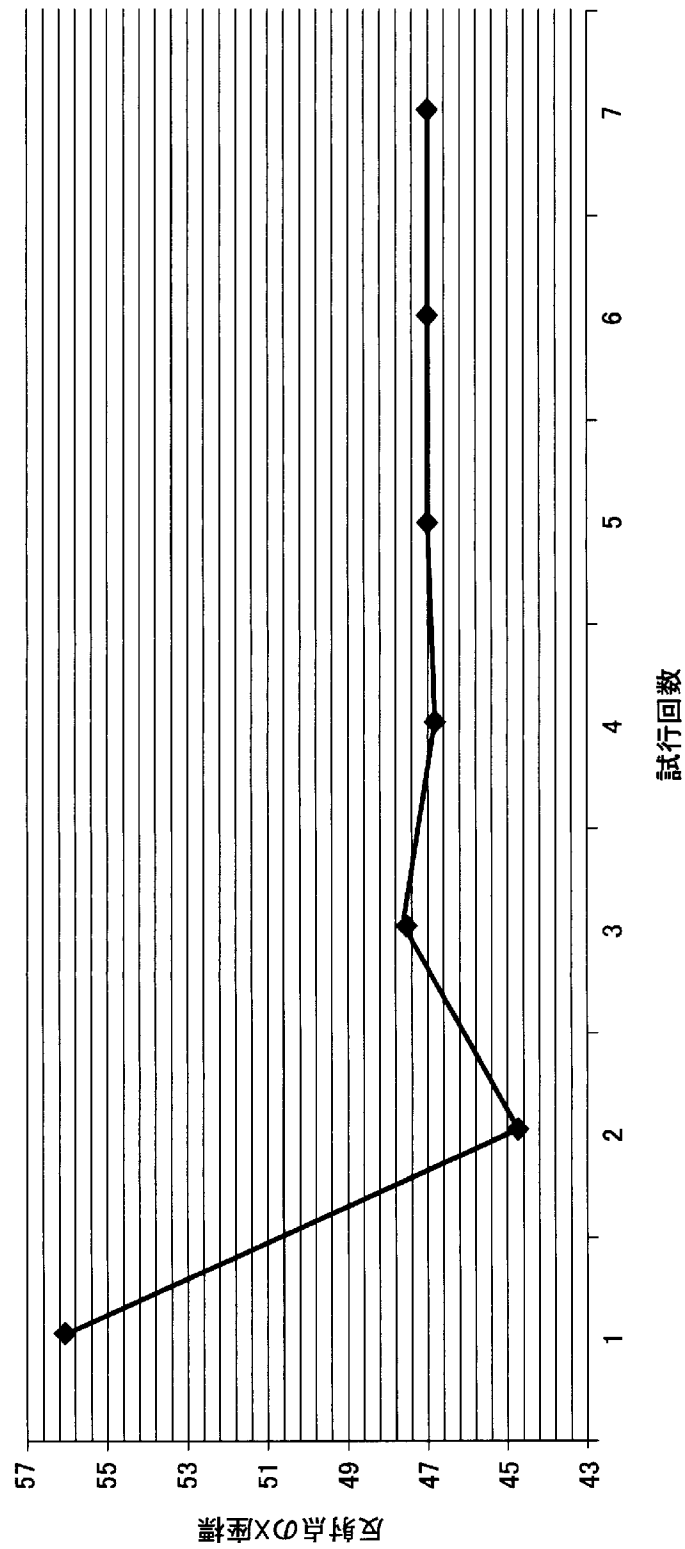
[図53]



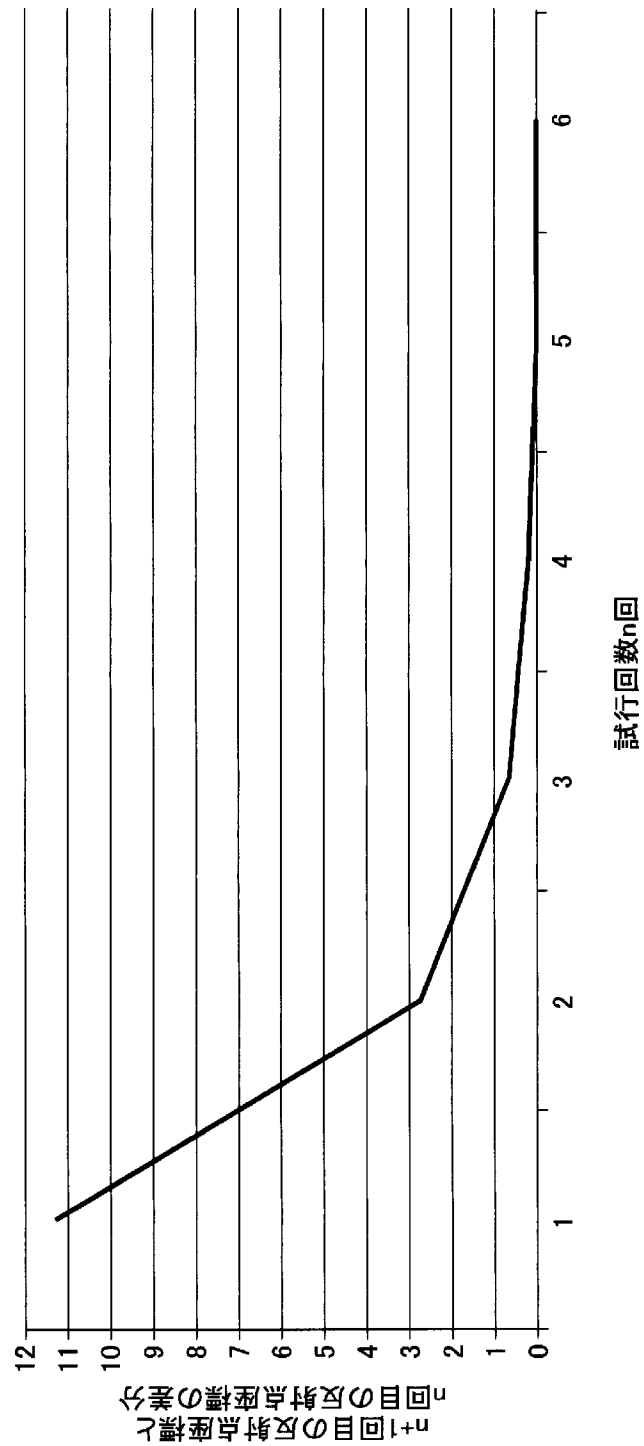
[図54]



[図55]



[図56]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/071845

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01R29/08 (2006.01) i

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)

G01R29/08-29/10, H04B17/00, G06F17/50

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 1996-2011

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2011 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2011

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CiNii, JSTPlus (JDreamII)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2009-168534 A (NTT Docomo Inc.), 30 July 2009 (30.07.2009), paragraphs [0030] to [0107]; fig. 1 to 20 (Family: none)	1-4, 6-9, 11-15
A	Tatsuo FURUNO, Tamami MARUYAMA, Shinji UEBAYASHI, "A Propagation Estimation Method for Using Beam Controlled Reflector", Proceedings of the IEICE Conference, 04 March 2009 (04.03. 2009), vol.2009, Tsushin 1, B-1-18, page 18	1-4, 6-9, 11-15
A	Tatsuo FURUNO, Tamami MARUYAMA, Shinji UEBAYASHI, Nao IMAI, "A Study of Area Coverage Improvement by using Beam Controlled Reflector", Proceedings of the IEICE Conference, 01 September 2009 (01.09.2009), vol.2009, Tsushin Society 1, B-1-19, page 19	1-4, 6-9, 11-15

☒ 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
25 January, 2011 (25.01.11)Date of mailing of the international search report
01 February, 2011 (01.02.11)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/071845

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2003-318842 A (Nippon Telegraph And Telephone Corp.), 07 November 2003 (07.11.2003), paragraphs [0002] to [0050]; fig. 1 to 8 (Family: none)	1-4, 6-9, 11-15
A	JP 8-8846 A (Hitachi, Ltd.), 12 January 1996 (12.01.1996), paragraphs [0022] to [0068]; fig. 1, 4 to 22 & JP 3256085 B2 & US 5689812 A	1-4, 6-9, 11-15

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/071845

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. ☒ Claims Nos.: 5, 10
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:
Claims 5 and 10 describe equations and processes for calculating the values of x from the equations. With reference to the description, however, it is impossible to understand the technical meaning of the aforementioned equations which are described in claims 5 and 10. (continued to extra sheet)

3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- ☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/071845

Continuation of Box No.II-2 of continuation of first sheet(2)

Hence, this application is neither disclosed within the meaning of PCT Article 5 nor fully supported within the meaning of PCT Article 6.

<On Subject of Search>

(1) Claim 5

Claim 5 describes the matter of "a propagation path estimation method as set forth in claim 1, characterized in that said step includes a step of calculating the value of x from an equation of ' $x = b / \{ (\sin(-\eta^\circ) \times (c - x) + \cos(-\eta^\circ) \times d - \underline{a}) / (\cos(-\eta^\circ) \times (c - x) - \sin(-\eta^\circ) \times d - \underline{(-b)}) + x \} + a$ ', if, in the orthogonal coordinate system having an X-axis direction in the reflection surface of said structure and a Y-axis direction perpendicular to said reflection surface: said transmission point TX has coordinates (a, b); an image point TX' of said transmission point TX with respect to said structure has coordinates (a, -b); said reception point RX has coordinates (c, d); and said rotation center point O and the reflection point RP of said electric waves on said structure have coordinates (x, 0)".

Moreover, the paragraphs [0046] - [0052] of the description describe an explanation on the aforementioned equation described in claim 5. With reference to the description, however, it is impossible to understand the technical meaning of the underlined portions of the aforementioned equation described in claim 5.

In paragraph [0049] of the description, more specifically, it is described that an equation of a straight line passing through a point (x1, y1) and a point (x2, y2) is expressed by $y - y1 = \{(y2 - y1) / (x2 - x1)\} \times (x - x1)$. In claim 5 and paragraphs [0050] - [0052], however, it is described that an equation of a straight line passing through an image point TX' (a, -b) and a virtual reception point VRX (Xvrx, Yvrx) is expressed by $y - (-b) = \{(Yvrx - \underline{a}) / (Xvrx - \underline{(-b)})\} \times (x - a)$. The x-coordinate and the y-coordinate are interchanged to make it impossible to understand technical meaning of the underlined portions of the aforementioned equation described in claim 5.

Hence, the invention of claim 5 is neither disclosed within the meaning of PCT Article 5 nor fully supported within the meaning of PCT Article 6 by the disclosure of the description.

Here, the equation described in paragraph [0144] of the description is identical to the aforementioned equation described in claim 5 and the equation described in the aforementioned paragraphs [0050] - [0052] so that its technical meaning can not be likewise understood.

(continued to next extra sheet)

(2) Claim 10

Claim 10 describes the matter of "a propagation path estimation method as set forth in claim 6, characterized in that said step includes a step of calculating the value of x from an equation of ' $vb = ((\sin(-\eta^\circ) \times c + \cos(-\eta^\circ) \times d - va)/(\cos(-\eta^\circ) \times c - \sin(-\eta^\circ) \times d - (-vb)) + x) \times (x - va)$ ', if, in the orthogonal coordinate system having an X-axis direction in the reflection surface of said structure and a Y-axis direction perpendicular to said reflection surface: said transmission point TX has coordinates (a, b) ; said reception point RX has coordinates (c, d) ; and said rotation center point O and the reflection point RP of said electric waves on said structure have coordinates $(x, 0)$; and said virtual transmission point has coordinates of $(va (= \cos(\eta^\circ) \times (a - x) - \sin(\eta^\circ) \times b + x),$ and $vb (= \sin(\eta^\circ) \times (a - x) + \cos(\eta^\circ) \times b))$ ".

Moreover, the paragraphs [0069] - [0074] of the description describe an explanation on the aforementioned equation described in claim 10. With reference to the description, however, it is impossible to understand the technical meaning of the aforementioned equation described in claim 10.

Since the following points are unknown, more specifically, it is impossible to understand the technical meaning of the aforementioned equation described in claim 10.

A) In paragraph [0072] of the description, it is described that an equation of a straight line passing through an image point VTX' $(va, -vb)$ and a reception point VRX is expressed by

$"y - \frac{(-b)}{x} = ((vb - va)/(\cos(\eta^\circ) \times (a - e) - \sin(-\eta^\circ) \times (d - (-vb)) + e) \times (x - va))"$. A1) It is indefinite whether or not the coordinates of the aforementioned reception point VRX is expressed by (c, d) . In the aforementioned formula: A2) it is technically unknown that, in the X-ordinate va of the aforementioned image point VTX', b is replaced by $(d - (-vb))$; A3) it is technically unknown that va is subtracted from vb ; and A4) it is technically unknown that $(-b)$ is subtracted from y .

B) As the technical meaning of the aforementioned equation described in paragraph [0072] cannot be understood, it is impossible to understand the technical meaning of the equation derived from the aforementioned equation, i.e., the equation described in paragraph [0074], and it is also impossible to understand why the equation described in paragraph [0074] and the aforementioned equation described in claim 10 are different.

Hence, the invention of claim 10 is neither disclosed within the meaning of PCT Article 5 nor fully supported within the meaning of PCT Article 6.

Here, the equation described in paragraph [0149] of the description is identical to the aforementioned equation described in claim 10 so that its technical meaning can neither be understood.

For the reasons described in the aforementioned (1) and (2), therefore, the searches have been performed on the range which is supported and disclosed by the description, that is, on the inventions of claims 1-4, 6-9 and 11-15.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. G01R29/08 (2006.01)i

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 (I P C))

Int.Cl. G01R29/08-29/10, H04B17/00, G06F17/50

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 1 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 1 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 1 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)

CiNii, JSTPlus(JDreamII)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2009-168534 A (株式会社エヌ・ティ・ティ・ドコモ) 2009.07.30, 段落【0030】-【0107】, 図1-20 (ファミリーなし)	1-4, 6-9, 11-15
A	古野 辰男 Tatsuo Furuno, 丸山 珠美 Tamami Maruyama, 上林 真 司 Shinji Uebayashi, 方向制御型反射板を用いたエリア改善効果推 定方法の検討 A Propagation Estimation Method for Using Beam Controlled Reflector”, 電子情報通信学会大会講演論文集, 2009.03.04, Vol.2009, 通信 1, B-1-18, p.18	1-4, 6-9, 11-15

☒ 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

2 5 . 0 1 . 2 0 1 1

国際調査報告の発送日

0 1 . 0 2 . 2 0 1 1

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (I S A / J P)

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

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)

吉田 久

2 S

3 9 0 2

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 2 5 8

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	古野 辰男 Tatsuo Furuno, 丸山 珠美 Tamami Maruyama, 上林 真司 Shinji Uebayashi, 今井 奈緒 Nao Imai, “方向制御型反射板を用いたエリア改善効果の一検討 A Study of Area Coverage Improvement by using Beam Controlled Reflector”, 電子情報通信学会大会講演論文集, 2009.09.01, Vol.2009, 通信ソサイエティ 1, B-1-19, p.19	1-4, 6-9, 11-15
A	JP 2003-318842 A (日本電信電話株式会社) 2003.11.07, 段落【0002】－【0050】, 図1－8 (ファミリーなし)	1-4, 6-9, 11-15
A	JP 8-8846 A (株式会社日立製作所) 1996.01.12, 段落【0022】－【0068】, 図1, 図4－22 & JP 3256085 B2 & US 5689812 A	1-4, 6-9, 11-15

＜調査の対象について＞

(1) 請求項 5

請求項 5 には、「前記工程は、前記構造物の反射面の方向を X 軸方向とし、該反射面に直交する方向を Y 軸方向とする直交座標系において、前記送信点 T X の座標を (a, b) とし、前記送信点 T X の前記構造物に対するイメージ点 T X' の座標を (a, -b) とし、前記受信点 R X の座標を (c, d) とし、前記回転中心点 O 及び前記電波の前記構造物における反射点 R P の座標を (x, 0) とし、式「 $x = b / \{ ((\sin(-\eta^\circ) \times (c - x) + \cos(-\eta^\circ) \times d - a) / (\cos(-\eta^\circ) \times (c - x) - \sin(-\eta^\circ) \times d - (-b)) + x) \} + a$ 」から、x の値を算出する工程を有することを特徴とする請求項 1 に記載の伝搬経路推定方法。」という事項が、記載されている。

そして、明細書の段落[0046]-[0052]には、請求項 5 に記載された上記式に関する説明が記載されている。しかしながら、明細書を参照しても、請求項 5 に記載された上記式における下線を引いた部分の技術的意味を理解することができない。

より詳細には、明細書の段落[0049]には、点 (x 1, y 1) と点 (x 2, y 2) を通る直線の方程式は、 $y - y_1 = \{(y_2 - y_1) / (x_2 - x_1)\} \times (x - x_1)$ で表される旨が記載されているにもかかわらず、請求項 5 及び段落[0050]-[0052]には、イメージ点 T X' (a, -b) と仮想受信点 V R X (X v r x, Y v r x) とを通る直線の方程式が、

$$y - (-b) = \{(Y_{vrx} - a) / (X_{vrx} - (-b))\} \times (x - a)$$

で表される旨が記載されており、x 座標と y 座標が入れ替わっているから、請求項 5 に記載された上記式における下線を引いた部分の技術的意味を理解することができない。

したがって、請求項 5 に係る発明は、P C T 第 5 条の意味での開示を欠き、P C T 第 6 条の意味での明細書の開示による裏付けを欠いているものである。

なお、明細書の段落[0144]に記載された式は、請求項 5 に記載された上記式や上記段落[0050]-[0052]に記載された式と同じ式であるから、同様にその技術的意味を理解することができない。

(続葉有)

(2) 請求項 10

請求項 10 には、「前記工程は、前記構造物の反射面の方向を X 軸方向とし、該反射面に直交する方向を Y 軸方向とする直交座標系において、前記送信点 T X の座標を (a, b) とし、前記受信点 R X の座標を (c, d) とし、前記回転中心点 O 及び前記電波の前記構造物における反射点 R P の座標を (x, 0) とし、前記仮想送信点 V T X の座標を ($v a (= \cos(\eta^\circ) \times (a - x) - \sin(\eta^\circ) \times b + x)$, $v b (= \sin(\eta^\circ) \times (a - x) + \cos(\eta^\circ) \times b)$) とし、式「 $v b = ((\sin(-\eta^\circ) \times c + \cos(-\eta^\circ) \times d - v a / (\cos(-\eta^\circ) \times c - \sin(-\eta^\circ) \times d - (-v b))) + x) \times (x - v a)$ 」から、x の値を算出する工程を有することを特徴とする請求項 6 に記載の伝搬経路推定方法。」という事項が、記載されている。

そして、明細書の段落[0069]-[0074]には、請求項 10 に記載された上記式に関する説明が記載されている。しかしながら、明細書を参照しても、請求項 10 に記載された上記式の技術的意味を理解することができない。

より詳細には、以下の点が不明であるから、請求項 10 に記載された上記式の技術的意味を理解することができない。

A) 明細書の段落[0072]には、イメージ点 V T X' ($v a$, $-v b$) と 受信点 V R X とを通る直線の方程式が

$$\left[y - \frac{(-b)}{1} = \frac{(v b - v a)}{(d - (-v b)) + e} \times \frac{(a - e) - \sin(-\eta^\circ) \times (d - (-v b)) + e}{(x - v a)} \right]$$

で表される旨が記載されているところ、A 1) 上記受信点 V R Xの座標を (c, d) と考えてよいのか否かが不明であり、上記方程式において、A 2) 上記イメージ点 V T X' の X 座標 $v a$ で、b を (d - (-v b)) に置き換えていることの技術的意味が不明であり、A 3) $v b$ から $v a$ を引くことの技術的意味が不明であり、及び A 4) y から (-b) を引くことの技術的意味が不明であるから、上記方程式の技術的意味を理解することができない点
B) 段落[0072]に記載された上記方程式の技術的意味を理解することができないことに伴い、上記方程式から導き出される式である、段落[0074]に記載された式の技術的意味を理解することができない点、及び段落[0074]に記載された式と請求項 10 に記載された上記式がなぜ異なる式になるのかを理解することができない点

したがって、請求項 10 に係る発明は、P C T 第 5 条の意味での開示を欠き、P C T 第 6 条の意味での明細書の開示による裏付けを欠いているものである。

なお、明細書の段落[0149]に記載された式は、請求項 10 に記載された上記式と同じ式であるから、同様にその技術的意味を理解することができない。

よって、上記 (1) 及び (2) に記載した理由により、調査は、明細書で裏付けられ、開示されている範囲、すなわち、請求項 1 - 4, 6 - 9 及び 11 - 15 に係る発明について行った。

第II欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見（第1ページの2の続き）

法第8条第3項（PCT17条(2)(a)）の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. ☐ 請求項 _____ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。
つまり、
2. ☒ 請求項 5, 10 は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
請求項5, 10には、式が記載されており、上記式からxの値を算出する工程を有することが記載されている。しかしながら、明細書を参照しても、請求項5, 10に記載された上記式の技術的意味を理解することができないから、この出願は、PCT第5条の意味での開示を欠き、PCT第6条の意味での明細書の開示による裏付けを欠いている。
3. ☐ 請求項 _____ は、従属請求の範囲であってPCT規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

第III欄 発明の単一性が欠如しているときの意見（第1ページの3の続き）

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるところの国際調査機関は認めた。

1. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求項について作成した。
2. ☐ 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求項について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求項のみについて作成した。
4. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求項について作成した。

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- ☐ 追加調査手数料及び、該当する場合には、異議申立手数料の納付と共に、出願人から異議申立てがあった。
- ☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあったが、異議申立手数料が納付命令書に示した期間内に支払われなかった。
- ☐ 追加調査手数料の納付はあったが、異議申立てはなかった。