

**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

X線発生源から放射されるX線を被写体に照射し、被写体を透過したX線の空間強度分布を2次元の画像に変換するX線受像装置と、無線通信のための無線基地局と、前記X線受像装置の無線通信手段と、

前記無線基地局と前記無線通信手段の間での通信可能範囲を限定する手段と、

X線撮影が行われた後に前記通信可能範囲の限定を解除する手段とを有することを特徴とするX線撮影システム。

**【請求項 2】**

前記通信可能であるということは、前記無線基地局又は通信手段で受信する電波強度が規定値以上であることを特徴とする請求項1に記載のX線撮影システム。

10

**【請求項 3】**

前記通信可能であるということは、正しく通信される一定時間の情報量が規定値以上であることを特徴とする請求項1に記載のX線撮影システム。

**【請求項 4】**

前記通信可能範囲を限定させることは、前記無線基地局又は無線通信手段の電波の指向性を限定させることを特徴とする請求項1に記載のX線撮影システム。

**【請求項 5】**

前記通信可能範囲を限定させることは、前記無線基地局又は無線通信手段の電波の強度を弱めて通信可能な距離を限定させることを特徴とする請求項1に記載のX線撮影システム。

20

**【請求項 6】**

X線発生源から放射されるX線を被写体に照射し、被写体を透過したX線の空間強度分布を2次元の画像に変換するX線受像装置と、無線通信のための無線基地局と、前記X線受像装置の無線通信手段を有するX線撮影システムにおけるX線撮影方法であって、

前記無線基地局と前記無線通信手段の間での通信可能範囲を限定する工程と、

X線撮影が行われた後に前記通信可能範囲の限定を解除する工程とを有することを特徴とするX線撮影方法。

**【請求項 7】**

請求項6に記載の方法の各工程をコンピュータに実行させるためのプログラム。

30

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

本発明は、X線を用いて人体等の内部構造を撮影するために用いられるX線撮影システム等に関する。

**【背景技術】****【0002】**

人体又は物体を透過するX線強度の空間分布を画像化することにより、内部構造を観察するX線画像は、現在デジタル画像が一般化している。特に、医療又は非破壊検査の分野においては、人体等の比較的大きな物体内部をデジタル画像で観察するために大判の平板半導体撮像装置（フラットパネルディテクタ；以下FPD）によって、X線強度分布をデジタル化したデジタルX線画像を得る。

40

**【0003】**

デジタル画像の一般的な特徴は、画像情報を損傷することなく正確且つ高速に伝送できることである。近年の無線LAN技術の発展に代表されるように、FPDで取得された画像データを観察・保存・管理するためのコンピュータシステムへ無線伝送することも可能となっている。

**【0004】**

X線による大きな物体（被写体）内部を撮影する場合の難点は、X線源とFPDとの間に被写体を配置することであり、一般には大きな被写体の位置移動の自由度は少ないため、

50

X線源とFPDの位置を変更して被写体を挟む。特に、FPDは被写体に近づけることが必要であるため、FPDの位置選択の自由度は必要であり、例えば、電源・制御/画像伝送用のケーブルがFPDに接続されている場合では、FPD位置選択の自由度が減少する。そこで、無線接続するFPD(以下、無線FPD)が注目され、無線LAN技術の発達により安定なデジタル通信が可能になり、実用化されつつある。

#### 【0005】

無線FPDのさらなる特徴は、撮影位置選択の自由度が高いことのほかに、利用場所の自由度が高いことも挙げられる。例えば、複数のX線源が複数の部屋又は位置にあった場合でも無線FPDは複数準備することなく、無線FPDをそれぞれのX線源の部屋又は位置に移動して用いることが可能であり、比較的高価な無線FPDの利用効率が向上することができる。

10

#### 【0006】

図7は、X線撮影の例を示す図であり、A及びBで示す2つのX線システムがある場合を示し、101及び102がX線管及びコリメータで構成されるX線源であり、103及び104がX線発生のための高電圧制御装置を模式的に示している。105及び106は高電圧制御装置を制御してパルス状のX線を発生させるためのX線インタフェース、107及び108は無線通信によりX線インタフェースを制御するための無線LANの無線基地局(アクセスポイント;以下、AP)である。109は無線FPDであり、BのX線システムによって110で示す被写体を撮影しようとしている。

20

#### 【0007】

X線制御の特徴は、FPDの駆動動作と同期してX線パルスを発生させることであり、制御系の伝送時間には即時性が要求される。そのため、通常無線FPD用のAPは、それぞれのX線システム固有のものとする。具体的には、図7のA、Bそれぞれに専用のAP107、108を用意することにより、制御の即時性と安定性を担保している。

#### 【0008】

無線FPD109を使用する場合は、予めX線システムA、Bのどちらかを用いるのかを別手段で設定し、無線FPD109の無線通信は、107又は108のどちらかに接続されている。両者に接続されることはない。さらに、無線FPDは複数の無線通信装置を保有することが困難であるため、X線制御に用いるAPを通じて、画像データの伝送も行うことが一般的である。

30

#### 【先行技術文献】

#### 【特許文献】

#### 【0009】

【特許文献1】特許第3494683号公報

#### 【発明の概要】

#### 【発明が解決しようとする課題】

#### 【0010】

しかしながら、無線LANの電波は比較的広範囲に到達する。このため、図7に示すように、ユーザは、X線システムBで撮影しようとしているにも拘わらず、実際にはX線システムAと無線FPD109が接続されている場合がある。例えばユーザが無線FPD109をX線システムBの近所へ配置したとしても、無線接続されてX線システムがAであるため、AP107と通信が確立した状態で、無線接続していないX線システムBを用いてX線照射してしまうリスクがある。この場合、X線システムBのX線が照射されないか、無線FPDと同期が取れないままで照射されてしまうため、正常なX線撮影はできない。

40

#### 【0011】

このような事態が発生する原因として、本来ユーザとしては、別手段によってX線システムBを用いる無線接続の設定切換え操作を実施しなければならないが、無線FPDの場所移動をしたのみで、無線接続の設定切換え操作を失念する場合がある。

#### 【0012】

この場合の解決方法の一つとして、使用するX線管及びコリメータと無線FPDの距離

50

に着目したものがある。例えば、X線撮影は近距離（例えば通常1～3m）で規定される距離で行うため、無線FPDとX線管の距離が通常のX線撮影で規定される距離又は範囲であるかを判定すればよい。この場合、X線管又はコリメータの部分に無線FPDと通信するAPを置き、無線通信できる範囲を限定することで、容易に実施できる。

【0013】

しかし、ここで新たな課題が発生する。無線FPDの無線装置の本来の目的は、無線FPDで得られた画像データの伝送にあり、APをX線管の位置に設置し、無線通信ができる距離を限定し、X線撮影をする距離とほぼ合致させることで、正しい無線接続を確認する目的のみで存在するのではない。

【0014】

ここでの課題は、無線FPDが撮影後移動され、例え撮影に適さない場所にあっても画像データの伝送は確実に行うことが求められることにある。即ち、APとの無線通信が限定された距離に内でのみで行われることで、正しいX線管と接続して撮影することと、撮影後には、距離を限定せず画像データを確実に伝送しなければならないことの両立が求められる。

【0015】

そこで、本発明の目的は、X線管と無線FPDの正しい組み合わせを容易に確認できるとともに、安定した画像データ転送を可能とすることにある。

【課題を解決するための手段】

【0016】

本発明のX線撮影システムは、X線発生源から放射されるX線を被写体に照射し、被写体を透過したX線の空間強度分布を2次元の画像に変換するX線受像装置と、無線通信のための無線基地局と、前記X線受像装置の無線通信手段と、前記無線基地局と前記無線通信手段の間での通信可能範囲を限定する手段と、X線撮影が行われた後に前記通信可能範囲の限定を解除する手段とを有することを特徴とする。

【発明の効果】

【0017】

本発明によれば、X線管と無線FPDの正しい組み合わせを容易に確認できるとともに、安定した画像データ転送が可能になる。

【図面の簡単な説明】

【0018】

【図1】本発明の実施形態に係るX線撮影システムの構成例を示す図である。

【図2】本発明の実施形態に係るX線撮影システムの動作を示すフローチャートである。

【図3】本発明の実施形態に係るX線撮影システムの動作を示すフローチャートである。

【図4】本発明の実施形態に係るX線撮影システムの構成例を示す図である。

【図5】本発明の実施形態に係るX線撮影システムの動作を示すフローチャートである。

【図6】本発明の実施形態に係るX線撮影システムの動作を示すフローチャートである。

【図7】従来技術を説明するための図である。

【発明を実施するための形態】

【0019】

以下、本発明を適用した好適な実施形態を、添付図面を参照しながら詳細に説明する。

【0020】

先ず、本発明の第1の実施形態について説明する。図1は、本発明の第1の実施形態に係るX線撮影システムの構成を示す図である。図1において、1は、X線を放射するX線発生源及びX線の照射範囲を規制するX線絞り（コリメータ）であり、矢印12の方向にX線を照射する。照射されたX線は人体に代表される被写体13を透過し、X線の透過量の違いによって被写体内部構造が表現されるX線の2次元の空間強度分布をX線受像装置（FPD）3で電気信号として検出する。

【0021】

FPD3は、内部に内蔵の無線LAN通信装置4を保有しており、無線LAN通信装置

10

20

30

40

50

4を通して、X線照射タイミングとX線受像動作のタイミングを同期させ、得られたX線画像データを送信する機能を有する。2は、X線管の位置に設置されたF P Dの無線LAN通信装置と無線通信を行う無線LANの無線基地局（アクセスポイント；AP）であり、無線LAN通信装置4と通信することにより、X線照射とX線受像動作の同期、及び、得られたX線画像の受信を行う。無線LANのAPとしては、この位置にアンテナのみが存在してもよい。8は、X線発生用高電圧発生装置7と接続し、X線照射タイミングを制御するX線制御インタフェースである。X線制御インタフェース8は、無線LANのAP2に接続され、X線照射とX線受像動作の同期をとる。

#### 【0022】

さらにX線インタフェース8は、無線LANのAP2を通じて、F P Dから得られるX線画像データを、撮影制御用コンピュータ9へ伝送する。撮影制御用コンピュータ9は、コンピュータ内部のプログラム手段を用いて、X線撮影操作全体を制御する機能を持ち、得られたX線画像データは、被写体情報（患者情報）及びX線撮影条件等と併せて、コンピュータ9内部のデータ保存手段に保存される。

10

#### 【0023】

さらに、コンピュータ9内部のプログラム手段は、X線タイミング制御インタフェースを通じて、無線LANのAP2の電波状態を制御することができる。ここでいう電波状態の制御とは、無線LANから発する電波の指向性を制御することにある。

#### 【0024】

指向性を制御する目的は、アクセスポイントから無線通信手段（F P D）が所定の通信可能範囲に存在するか否かの判断をすることであり、通常のX線管とF P Dの距離は1 m ~ 3 mの範囲であり、F P Dの幅は40 cm程度である。これらの幾何学的な関係（距離1 m / 幅40 cm）から考慮して、指向性を強くしてF P Dが適切な位置にあることを確認するために、指向性の角度の目安として20度程度以下が望まれる。指向性を変化させる方法としては、指向性の強いアンテナと指向性の弱い通常のアンテナを用意し、給電先を切り替えることで指向性を切り替える等の方法がとられる。

20

#### 【0025】

X線発生用高電圧発生装置7は、発生した高電圧をX線管1へ与えることにより、X線を発生させる。さらにX線発生用高電圧発生装置7は、X線発生制御用コンソール6に接続され、ユーザは当該コンソールを通じてX線の照射条件（例：X線管へ与える電圧・電流（管電圧・管電流）、及び、X線持続時間（X線パルス幅）を設定する。X線発生制御コンソール6からはX線照射指示ボタン5が付属しており、ユーザはX線の照射条件を設定した後、当該照射指示ボタンを押下することによりX線を照射する。

30

#### 【0026】

無線LAN通信装置4と無線LANのAP2とは、通信可能であるように無線通信方式、通信周波数（チャンネル）、暗号解読用キーワード等が不図示の別手段にて合致させてあり、通信可能範囲にあれば両者はそのまま通信可能状態に設定してある。

#### 【0027】

図1において、仮想線10は、無線LANのAPからの電波の指向性を模式的に表す線であり、X線照射方向と同方向に強い指向性がある状態を表す。また、仮想線11は、APからの電波の指向性が弱い状態を表す線であり、広い範囲で無線LANのAP2と無線LAN通信装置4両者の通信が可能となる。

40

#### 【0028】

次に、本実施形態の動作について説明する。操作者は、X線管1とF P D3とを対面させ、その間に被写体13を配置させ、X線画像データを得るために、X線照射指示ボタンを押下する。この押下するタイミングは、X線発生用高電圧発生装置7及びX線発生制御インタフェースを通じて、撮影制御用コンピュータ9へ伝えられる。

#### 【0029】

この後のコンピュータプログラムの動作を図2のフローチャートを用いて説明する。図2において、ステップS201は、上記のX線照射指示ボタン押下を確認する処理であり

50

、押下が確認されると、次のステップS 2 0 2で無線LANのAPの電波状態を制御し、X線照射方向に対して強い指向性を持たせるように制御する。その後、ステップS 2 0 3で無線LANのAPからの情報を受け取ることで、無線LANのAPとFPDに内蔵される無線LAN通信装置との通信が確立したかどうかを評価する。この通信確立の評価指標の具体例としては、

- ・試験的なデータ通信を試み、双方が受け取る電波強度が規定値より上かどうか？
  - ・試験的なデータ通信を試み、データ誤送による再送信を含んだ結果的な総合データ通信速度(bit/秒)が規定値より上かどうか？
- 等が挙げられる。

#### 【0030】

上記の評価指標により、通信が確立しているかどうかを判断し、処理を分ける処理がステップS 2 0 4である。通信が確立していない場合は、強い指向性のもとで通信が確立していないため、図1のFPD3がX線撮影に適した位置(通信可能範囲内)にないと判断し、その後のX線照射を断念する。この場合、ステップS 2 0 9において、ユーザにその旨を伝えるために警告メッセージをコンピュータの表示部分に表示する。

#### 【0031】

ステップS 2 0 4にて通信が確立していることが確認された場合、ステップS 2 0 5のステップでは、図1のX線制御インタフェース8を通じ、X線発生用高電圧発生装置7に対してX線照射の許可情報を伝える。X線発生用高電圧発生装置7は、許可情報が得られた段階で、X線管1に対して高電圧を付加して、X線を照射する。

#### 【0032】

図2のステップS 2 0 6では、X線照射状態を監視することを表し、X線照射が終了した段階で次のステップS 2 0 7に進む。ステップS 2 0 7の目的は、FPDの位置にかかわらず、X線画像データを確実に伝送させることにある。これにより、無線LANのAPの電波の指向性を弱くして通信可能範囲の限定を解除して、広い範囲で通信可能とすることで、撮影制御用コンピュータ中のデータ保存手段へ確実にデータを保存する。従って、撮影直後にデータ転送しながら、FPD自体は比較的自由に場所移動できる。このステップS 2 0 7は、ステップS 2 0 3での通信状態評価によりX線源とFPDの位置関係を確認したのちであれば、X線照射前に行う構成でも問題ない。

#### 【0033】

本実施形態において指向性の変化は、無線LANのAP側で行ったが、これはFPD内蔵の無線LAN装置で指向性の変化を行ってもよい。また、両者同時に指向性の変化を行っても同様の効果を得ることができる。

#### 【0034】

次に、本発明の第2の実施形態について説明する。図2に示す第1の実施形態のフローチャートにおいては、ステップS 2 0 2の無線LAN電波指向性を強に設定するタイミングを照射ボタン押下直後としたが、図3のフローチャートで示すようにボタン押下の前に行ってもよい。さらに図3では、ステップS 2 0 7、S 2 0 8、S 2 1 0に示すように、X線照射終了直後にデータ受信のため、指向性を弱設定する。X線画像データの受信が終了した段階で強設定に戻すことも可能であり、この場合、画像データ受信時以外は常に強指向性の設定になっている。

#### 【0035】

次に、本発明の第3の実施形態について説明する。第1又は第2の実施形態では、X線照射前後で、電波の指向性を変化させたが、本実施形態では電波強度を変化させることにより同様の効果を得る。

#### 【0036】

図4は、第3の実施形態を示す図であり、基本的に図1と同様である。異なる点は、14の電波強度が弱い状態を模式的に表現したものと、15の電波強度が強い状態を模式的に表現したものがあることである。

#### 【0037】

10

20

30

40

50

通常の X 線撮影における X 線管と F P D の距離は、1 m ~ 2 m であり、電波強度を弱い状態に設定するとは、X 線管の位置に置かれた無線 LAN の電波の強度を調整し、到達距離を 2 m 程度にすることを意味する。ここでいう到達距離の定義は、単純に物理的に電波が到達する距離という意味ではなく、十分な強度によって通信が確立した状態である距離という意味である、具体的には、電波強度が規定値より上である、又は、誤送による再送を含む情報の総合的な伝達速度 (bit/秒) が規定値以上である距離を意味する。

#### 【0038】

この無線 LAN の A P の電波強度の強弱の設定は、撮影制御用コンピュータ 9 からのコマンド指示で行うことが可能であり、コマンドを受けた無線 LAN の A P では、アンテナへの給電電力を調整することで、電波の強弱の設定が可能となる。

10

#### 【0039】

図 5 は、本実施形態の動作を示すフローチャートであり、図 2 とほぼ同様である。照射ボタン押下後に無線 LAN の電波強度を弱い状態に設定するステップ S 2 1 1 があり、この状態で、ステップ S 2 0 3 で通信状態評価をすることで、F P D が X 線管からみて適切な位置にあるかどうかの判定をする。この通信確立の評価指標の具体例としては、

- ・試験的なデータ通信を試み、F P D が受け取る電波強度が規定値より上かどうか？
- ・試験的なデータ通信を試み、データ誤送による再送信を含んだ結果的な総合データ通信速度 (bit/秒) が規定値より上かどうか？

等が挙げられる。

#### 【0040】

通信が確立していることが評価確認された場合、ステップ S 2 0 5 では、図 4 の X 線制御インタフェース 8 を通じ、X 線発生用高電圧発生装置 7 に対して、X 線照射の許可情報を伝える。X 線発生用高電圧発生装置 7 は、許可情報が得られた段階で、X 線管 1 に対して高電圧を付加して、X 線を照射する。

20

#### 【0041】

図 5 のステップ S 2 0 6 では、X 線照射状態を監視することを表し、X 線照射が終了した段階で次のステップ S 2 1 2 に進む。ステップ S 2 1 2 の目的は、F P D の位置にかかわらず X 線画像データを確実に伝送させることにあり、無線 LAN の A P の電波強度を強くし、広い範囲で電波を利用可能とすることで、撮影制御用コンピュータ中のデータ保存手段へ確実にデータを保存する。従って、撮影直後にデータ転送しながら、F P D 自体は比較的自由に場所移動できる。このステップ S 2 1 2 は、ステップ S 2 0 3 の通信状態評価により X 線源と F P D の位置関係を確認した後であれば、X 線照射前に行う構成でも問題ない。

30

#### 【0042】

本実施形態において電波強度の変化は、無線 LAN の A P 側で行ったが、これは F P D 内蔵の無線 LAN 装置で指向性の変化を行ってもよい。また、両者同時に電波強度の変化を行っても同様の効果を得ることができる。

#### 【0043】

次に、本発明の第 4 の実施形態について説明する。図 5 に示す第 3 の実施形態のフローチャートにおいては、ステップ S 2 1 1 の無線 LAN の電波強度を弱く設定するタイミングを照射ボタン押下直後としたが、図 6 のフローチャートに示すようにボタン押下の前に行ってもよい。さらに図 6 では、ステップ S 2 1 2、S 2 0 8、S 2 1 3 で示すように、X 線照射終了直後にデータ受信のため、無線 LAN の電波強度を強くし、X 線画像データの受信が終了した段階で、無線 LAN の電波強度を弱い状態に戻すことも可能である。この場合、画像データ受信時以外は常に無線 LAN の電波強度は弱い状態の設定になっている。

40

#### 【0044】

また、本発明は、以下の処理を実行することによっても実現される。即ち、上述した実施形態の機能を実現するソフトウェア (プログラム) を、ネットワーク又は各種記憶媒体を介してシステム或いは装置に供給し、そのシステム或いは装置のコンピュータ (または

50

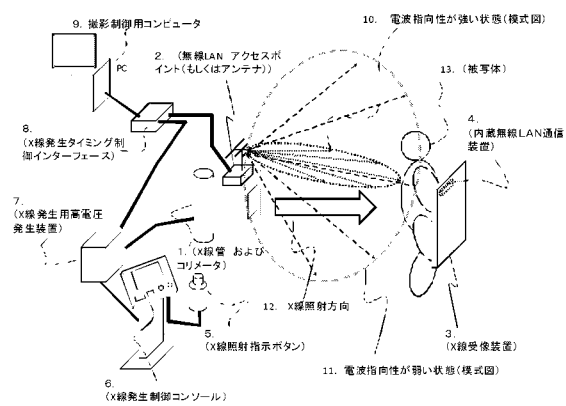
C P U や M P U 等 ) がプログラムを読み出して実行する処理である。

【符号の説明】

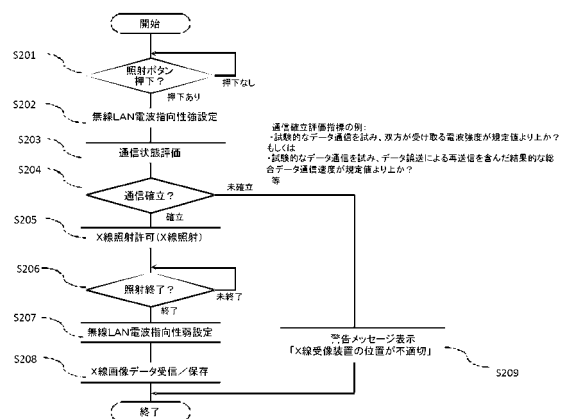
【0045】

1 : X線管及びコリメータ、2 : 無線LANの基地局(アクセスポイント)、3 : X線受像装置(FPD)、4 : FPDの内蔵無線LAN通信装置、5 : X線照射指示ボタン、6 : X線発生装置の制御コンソール、7 : X線発生用高電圧発生装置、8 : X線発生タイミング制御インターフェース、9 : 撮影制御用コンピュータ

【図1】

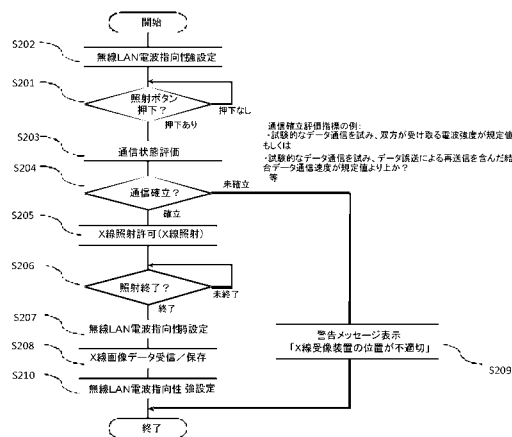


【図2】

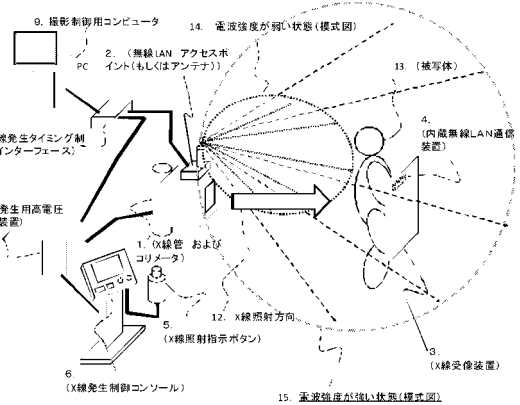




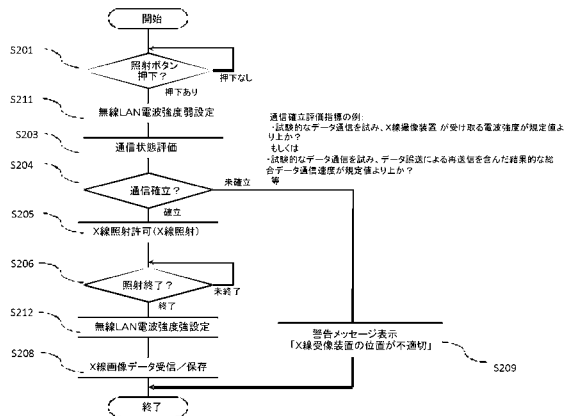
【図 3】



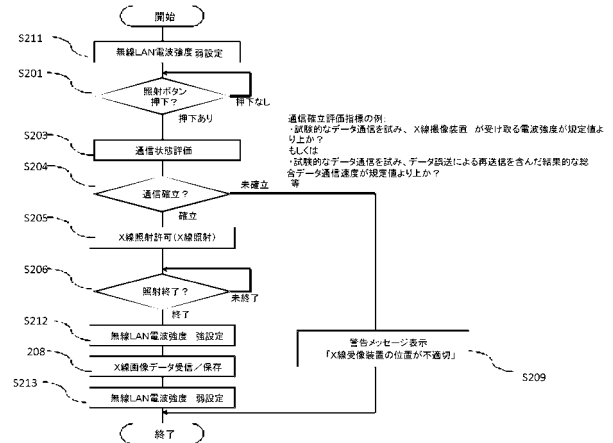
【図 4】



【図 5】



【図 6】



【図 7】

