

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第3612306号
(P3612306)

(45) 発行日 平成17年1月19日(2005.1.19)

(24) 登録日 平成16年10月29日(2004.10.29)

(51) Int.C1.⁷

F 1

GO 1 S 17/32

GO 1 S 17/32

GO 1 S 13/34

GO 1 S 13/34

請求項の数 1 (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2002-115139 (P2002-115139)
 (22) 出願日 平成14年4月17日 (2002.4.17)
 (65) 公開番号 特開2002-357658 (P2002-357658A)
 (43) 公開日 平成14年12月13日 (2002.12.13)
 審査請求日 平成15年8月8日 (2003.8.8)
 (31) 優先権主張番号 10119693.8
 (32) 優先日 平成13年4月20日 (2001.4.20)
 (33) 優先権主張国 ドイツ (DE)
 (31) 優先権主張番号 10206858.5
 (32) 優先日 平成14年2月18日 (2002.2.18)
 (33) 優先権主張国 ドイツ (DE)

(73) 特許権者 390009494
 クローネ メステヒニーク ゲゼルシャフト
 ミット ベシユレンクトル ハフツング
 ウント コンパニー コマンデイトゲ
 ゼルシャフト
 ドイツ連邦共和国 デュースブルク ルート
 ヴィヒークローネ-シュトラーセ 5
 Ludwig-Krohne-Strasse 5,
 D-47058 Duisburg
 , B RD
 (74) 代理人 100061815
 弁理士 矢野 敏雄
 (74) 代理人 100094798
 弁理士 山崎 利臣

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 レーダー原理に基づいて電磁波によって距離測定するための機器における周波数信号に対する処理方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

レーダー原理に基づいて電磁波によって距離測定するための機器における周波数信号に対する処理方法において、周波数信号は該周波数信号の2つの主成分に相応する少なくとも2つの周波数領域に分割され、前記周波数信号は測定区間に沿った伝播時間に相応する有効信号と基準区間に沿った伝播時間に相応する基準信号を含み、前記周波数信号のこれら2つの主成分は前記有効信号乃至は前記基準信号に相応し、前記周波数信号はこれら2つの周波数領域においてそれぞれ別個にフーリエ変換され、これによって一方の周波数領域において第1の複素時間信号に相応する前記周波数信号のフーリエ変換されたものが発生され、他方の周波数領域において第2の複素時間信号に相応する前記周波数信号のフーリエ変換されたものが発生され、前記第2の複素時間信号は前記第1の複素時間信号によって複素的に除算され、これによって第3の時間信号が発生され、該第3の時間信号がフーリエ変換され、これによって処理された周波数信号が発生されることを特徴とする、レーダー原理に基づいて電磁波によって距離測定するための機器における周波数信号に対する処理方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明はレーダー原理に基づいて電磁波によって距離測定するための機器における周波数信号に対する処理方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

周波数信号はここでは信号 $R(\cdot)$ とする。この信号 $R(\cdot)$ は周波数スペクトルを記述し、周波数 ω に依存する振幅 R によって与えられる。これに相応してここでは時間信号を時間 t に依存する振幅 r によって与えられる信号 $r(t)$ とする。

【0003】

非接触による間隔測定乃至は充填レベル測定のためには従来技術から音響波又は電磁波を利用する様々な方法が周知である。この場合、音響波又は電磁波が送信器からターゲットの方向に送信され、ターゲットで反射され、受信器によって受信される。従って、充填レベル測定のためには例えば電磁波が送信器から容器に垂直に送信され、この容器に蓄積された媒体の表面で反射され、受信器によって受信される。送信され反射された信号の伝播時間からこの場合送信器乃至は受信器からこの媒体の表面までの距離が直接的又は間接的に決定される。距離の直接的な決定のためには例えばパルス法を使用する。このパルス法では距離測定のために短いパルスから成る信号を使用する。この信号の伝播時間は非常に短いという事実のために直接的な時間測定は実際には排除され、この結果、サンプリング法が使用される。間接的な距離決定は例えば周波数変調された時間的に連続な高周波時間信号 (Frequency Modulated Continuous Wave、略して FMCW) を使用する方法によって行われる。この場合、連続的な周波数掃引において信号の周波数がそれぞれ例えばリニアに大きくなり、この結果、反射された信号の伝播時間は周波数掃引が反射の時点に到達した周波数に対する差周波数を介して決定される。低周波の差周波数を有する相應の時間信号は、大抵の場合、一方で掃引信号が供給され他方で反射された信号が供給されるミキサを介して発生される。

10

20

30

【0004】

反射波によるこのような距離測定の精度及び信頼性を高めるためには、予め決定された既知の基準区間を伝播する基準信号が使用される。この基準信号はこの場合送信器から反射表面を介して受信器に戻る本来の測定区間を伝播する有効信号に対する正規化乃至は較正として使用される。US4665403 から例えばマイクロ波によって作動する充填レベル測定機器が公知であり、この充填レベル測定機器は基準線路の形式の基準区間を有し、この基準線路には送信された信号が入力結合され、この基準線路の端部で反射が行われ、この結果、予め決定された既知の伝播区間にに対する基準信号が発生される。しかし、全基準区間が測定区間の一部分を形成し、この結果、測定区間内に例えば部分透過性を有する反射器を設け、送信された信号が基本的に完全にこの送信された信号を反射してしまう表面に到達する前に、この部分透過性を有する反射器がこの送信された信号の一部分を反射することも可能である。これに関しては例として DE4240491C2 を参照してほしい。

40

【0005】

しかし、従来技術から公知の方法は様々な問題を抱えている。非常に精確な距離測定のためには基準区間のない簡単な装置ではしばしば十分ではない。しかし、基準区間を使用する公知の方法では基準信号を評価に取り入れることがしばしば困難である。とりわけパルス法における理想的ではないパルス形態乃至は FMCW 法における分散及び振幅特性は評価を困難にし、この結果、距離決定の精度及び信頼性は部分的に不十分である。

40

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

本発明の課題は、上記の問題を回避乃至は補償するような、周波数信号に対する処理方法を提供することである。

【0007】

【課題を解決するための手段】

上記課題は、周波数信号はこの周波数信号の 2 つの主成分に相応する少なくとも 2 つの周波数領域に分割され、周波数信号は測定区間に沿った伝播時間に相応する有効信号と基準区間に沿った伝播時間に相応する基準信号を含み、周波数信号のこれら 2 つの主成分は有

50

効信号乃至は基準信号に相応し、周波数信号はこれら 2 つの周波数領域においてそれぞれ別個にフーリエ変換され、これによって一方の周波数領域において第 1 の複素時間信号に相応する周波数信号のフーリエ変換されたものが発生され、他方の周波数領域において第 2 の複素時間信号に相応する周波数信号のフーリエ変換されたものが発生され、第 2 の複素時間信号は第 1 の複素時間信号によって複素的に除算され、これによって第 3 の時間信号が発生され、この第 3 の時間信号がフーリエ変換され、これによって処理された周波数信号が発生されることによって解決される。

【 0 0 0 8 】

【発明の実施の形態】

上記の課題を解決する周波数信号に対する本発明の処理方法は次のことを特徴とする。すなわち、周波数信号がこの周波数信号の 2 つの主成分に相応する少なくとも 2 つの周波数領域に分割され、周波数信号は測定区間に沿った伝播時間に相応する有効信号と基準区間に沿った伝播時間に相応する基準信号を含み、周波数信号のこれら 2 つの主成分は有効信号乃至は基準信号に相応し、周波数信号はこれら 2 つの周波数領域においてそれぞれ別個にフーリエ変換され、これによって一方の周波数領域において第 1 の複素時間信号に相応する周波数信号のフーリエ変換されたものが発生され、他方の周波数領域において第 2 の複素時間信号に相応する周波数信号のフーリエ変換されたものが発生され、第 2 の時間信号は第 1 の時間信号によって複素的に除算され、これによって第 3 の時間信号が発生され、この第 3 の時間信号がフーリエ変換され、これによって処理された周波数信号が発生されることを特徴とする。

【 0 0 0 9 】

周波数信号に対する上記の本発明の処理方法は、前述のパルス法による距離測定の評価に直接適用できる。同様に前述の F M C W 法を使用する距離測定が実施される場合には、附加的なステップが必要である。すなわち、F M C W 法の使用の際には、まず最初に時間信号が、しかもミキサで発生された低周波信号が使用される。この低周波信号からフーリエ変換によってまず最初に周波数信号がもとめられなければならない。

【 0 0 1 0 】

従って、周波数信号に対する本発明の処理方法はなるほど広範に適用可能であるが、本発明の有利な実施形態によれば、この方法はレーダー原理に基づくパルス状電磁波乃至は時間的に連続する周波数変調された電磁波による距離測定の評価のために使用される。これに関連して、有利には、さらに、周波数信号は測定区間に沿った伝播時間に相応する有効信号と基準区間に沿った伝播時間に相応する基準信号を含み、この周波数信号の 2 つの主成分が有効信号乃至は基準信号に相応する。この場合、送信器から送信され表面で反射され受信器により受信される有効信号は距離の本来の決定に使用される。この有効信号の正規化乃至は較正は基準信号によって行われ、この基準信号は既知の予め決定された基準区間を伝播することによって得られる。

【 0 0 1 1 】

有効信号の最大値が基準信号の最大値から少なくとも有効信号乃至は基準信号の半値幅だけ離れている場合には、本発明の方法はとりわけ精確かつ確実な結果をもたらすということが判明した。有利には、有効信号の最大値は基準信号の最大値から少なくとも有効信号乃至は基準信号の大きさの 10 % の幅だけ離れている。とりわけ有利には有効信号の最大値は基準信号の最大値から有効信号乃至は基準信号の大きさの 10 % の幅の倍数だけ、有利には少なくとも 5 倍だけ離れている。

【 0 0 1 2 】

周波数信号に対する本発明の処理方法はさらに有利には大きな信号バンド幅が使用されることによって実施される。すなわち、有利には少なくとも 500 M H z の周波数信号の変調ハンド幅が設けられる。このためにパルス法を使用する際には十分に短いパルス持続時間が必要であり、他方で F M C W 法を使用する際には相応に大きな周波数偏移が使用されなければならない。

【 0 0 1 3 】

10

20

30

40

50

原理的には周波数信号に対する本発明の処理方法は電磁波の所定の周波数領域に限定されない。しかし、本発明の有利な実施形態では、電磁波としてとりわけ可視又は赤外線スペクトル領域の光が使用される。この場合、本発明の有利な実施形態では基準区間はレンズ表面における光の反射によって形成される。電磁波としてとりわけ可視又は赤外線スペクトル領域の光を使用する際には、本発明の他の有利な実施形態では、測定区間及び/又は基準区間は少なくとも部分的に光導波路として構成される。原理的には、電磁波として光を使用する際には、先に言及された周波数変調は光の周波数の変調だけを意味しないと見なされる。むしろ光強度も周波数変調され得る。この結果、光は「変調されたキャリア」として作用する。

【0014】

10

本発明の他の有利な実施形態では、電磁波としてマイクロ波が使用され、このマイクロ波は共通の送受信アンテナを介して送受信されるか又は送信アンテナを介して送信され受信アンテナを介して受信される。この場合、本発明の有利な実施形態では、基準区間は送受信アンテナ乃至は送信アンテナの予め決定された位置におけるマイクロ波の反射によって形成される。特に有利には、送受信アンテナ乃至は送信アンテナの予め決定された位置は送受信アンテナ乃至は送信アンテナの端部によって形成される。なぜなら、この端部では理想的ではないインピーダンス終端のために送信された信号の部分的な反射が行われるからである。

【0015】

20

距離測定機器は、測定区間が遅延区間を有することを特徴とする。従って、有効信号を基準信号から明確に分離するために、これら2つの信号の相互の時間的な分離は、基準区間の大きな長さを介して行われるのではなくて、測定区間に付加的に遅延区間が統合されることによって行われる。

【0016】

30

とりわけ、遅延区間を含む測定区間に沿った送信器から受信器までの電磁波の伝播時間は、基準区間に沿った送信器から受信器までの電磁波の伝播時間よりも大きい。遅延区間を含む測定区間に沿った電磁波の伝播速度と基準区間に沿った電磁波の伝播速度が等しい場合、これは遅延区間を含む測定区間が基準区間よりも長いことを意味する。この場合、とりわけ有利には、遅延区間の最初から遅延区間の最後までの電磁波の伝播時間は基準区間に沿った送信器から受信器までの電磁波の伝播時間よりも大きい。これは遅延区間乃至は基準区間に沿った伝播速度が等しい場合に遅延区間が基準区間よりも長いことを意味する。

【0017】

40

距離測定機器は、冒頭に記述された距離測定機器を前提として、複数の遅延区間が設けられており、それぞれ遅延区間のうちの1つは測定区間に又は基準区間に接続切り換え可能であることを特徴とする。この場合、原理的には、遅延区間は、選択的に測定区間又は基準区間に接続切り換えされることに適していることが可能である。しかし、本発明の有利な実施形態によれば、少なくとも2つの異なる遅延区間が設けられ、これらの少なくとも2つの異なる遅延区間がそれぞれ測定区間だけに接続切り換えされるか、又は、少なくとも2つの異なる遅延区間が設けられ、これらの少なくとも2つの異なる遅延区間が基準区間に接続切り換えされるかのいずれかである。

【0018】

とりわけ有利には、遅延区間を接続切り換えした場合に測定区間に沿った送信器から受信器への電磁波の伝播時間が基準区間に沿った送信器から受信器への電磁波の伝播時間とは異なるような遅延区間がそれ接続切り換えされる。これには、測定区間乃至は基準区間に沿った電磁波の伝播速度が等しい場合に遅延区間が接続切り換えされた際に測定区間の長さが基準区間の長さとは異なることが相応する。従って、測定区間又は基準区間に接続切り換え可能な遅延区間のために、有効信号乃至は基準信号に対して明らかに異なる伝播時間が得られる。

【0019】

50

よって、複数の遅延区間が準備され、測定区間に又は基準区間に接続切り換えされることによって、それぞれこれらの遅延区間のうちのちょうど1つが「アクティブ」な遅延区間として使用される。こうして、測定距離すなわち送信された有効信号を反射する表面から送信器乃至は受信器までの距離の非常に大きな領域に対して、有効信号と基準信号との間に明白な伝播時間差が生じることが可能である。すなわち、有効信号と基準信号との間の時間的間隔があまりにも小さい場合には、簡単に比較的長い遅延区間が接続切り換えされる。この結果、有効信号と基準信号との間に十分に大きな時間的な間隔が生じる。

【0020】

前述したように、本発明は電磁波の所定の周波数領域の使用に限定されない。しかし、本発明の有利な実施形態によれば、電磁波としてとりわけ可視又は赤外線スペクトル領域の光が設けられ、遅延区間は光学的スイッチによって接続切り換え乃至は遮断切り換え可能である。とりわけこの場合光学的スイッチとして透過型LCDセルが使用される。

10

【0021】

詳しく言えば、周波数信号に対する本発明の処理方法を実施する多数の方法がある。これについては、特許請求項及び図面に関連して本発明の有利な実施例の次の詳しい記述を参照されたい。

【0022】

【実施例】

次に本発明の実施例を図面に基づいて詳しく説明する。

【0023】

20

図1からは距離測定機器の構成が概略的に見て取れる。この距離測定機器は測定区間1及び基準区間2を有する。測定区間1は送信器3から表面4に向かい、この表面4で送信器3から送信された信号が反射され、受信器5へと戻る。2つの遅延区間6が設けられており、これら2つの遅延区間6は基準区間2に接続切り換え可能である。

【0024】

図1から見て取れる距離測定機器では電磁波として可視スペクトル領域の光が使用される。これによって遅延区間6を含む基準区間2を光導波路として構成することができる。基準区間2に対する光導波路6の接続切り換え乃至は遮断切り換えは図1には概略的にしか図示されていない光学的スイッチ7を介して行われる。この光学的スイッチ7は透過型LCDセルとして構成されている。

30

【0025】

図1から容易に見て取れるように、2つの遅延区間6は異なった長さを有する。外側の乃至は上の遅延区間6は内側の乃至は下の遅延区間6より長い。この結果、送信器3から表面4を経てさらに受信器5までの距離によって決定される測定区間1の長さに依存して、常に測定区間1に沿った有効信号の伝播時間乃至は基準区間2に沿った基準信号の伝播時間が十分に異なるような、遅延区間6を含む基準区間2の長さが選択される。

【0026】

基準区間2に沿った基準信号の伝播時間に対する測定区間1に沿った有効信号の伝播時間の十分に大きな差は、図2から見て取れる距離測定機器では、遅延区間6が測定区間1に統合されることによって得られる。この場合、図2では、この遅延区間6が基準区間2よりも大きな長さを有することは概略的にしか示されていない。これによって、送信器3乃至は受信器5から有効信号を反射する表面4までの距離には依存せずに、遅延区間6を含む測定区間1が基準区間2よりも長いことが保証される。

40

【0027】

本発明の実施例による周波数信号に対する処理方法の経過が概略的に図3に図示されている。この処理方法はFMCW法の例において記述される。最上部には距離測定機器の受信器5から得られる時間信号 $r(t)$ が図示されている。この時間信号 $r(t)$ は基準信号 $S_1(t)$ 及び有効信号 $S_2(t)$ の和を受信器5の増幅率 $g(t)$ で乗算することから得られる。この時間信号 $r(t)$ は受信器5においてここには図示されていないミキサによって発生される。本発明の実施例による処理方法を適用する周波数信号を発生するため

50

に、時間信号 $r(t)$ はフーリエ変換され、この結果、周波数信号 $R(\cdot)$ が得られる。図 3 から見て取れるように、この周波数信号 $R(\cdot)$ は基本的に 2 つの主成分を有し、これら 2 つの主成分は基準信号 $S_1(t)$ 乃至は有効信号 $S_2(t)$ に相応する。

【0028】

こうして得られた周波数信号 $R(\cdot)$ は今やこの周波数信号 $R(\cdot)$ のこれら 2 つの主成分のうちのそれぞれ一方を有する 2 つの互いに異なる周波数領域に分割される。この結果、2 つの周波数信号 $R_1(\cdot)$ 及び $R_2(\cdot)$ が得られる。これら 2 つの周波数信号 $R_1(\cdot)$ 及び $R_2(\cdot)$ は次いでそれぞれフーリエ変換され、これにより第 1 の複素時間信号 $r_1(t)$ 及び第 2 の複素時間信号 $r_2(t)$ が、基準信号乃至は有効信号に相応して得られる。その後で、第 2 の時間信号 $r_2(t)$ が第 1 の時間信号 $r_1(t)$ によって複素的に除算され、これが時間信号 $s_g(t)$ をもたらす。この時間信号 $s_g(t)$ はさらにフーリエ変換され、これによって処理された周波数信号 $S_g(\cdot)$ が得られる。この処理された周波数信号は今や基準信号で正規化乃至は較正されており、送信器 3 乃至は受信器 5 から表面 4 までの距離を決定するためにこの距離測定機器において周知のやり方で後続処理される。

【0029】

図 4 からは距離測定機器が見て取れる。この距離測定機器は電磁波として可視スペクトル領域の光を使用する。送信器 3 としてレーザーダイオードが設けられている。このレーザーダイオードから送信された光はレンズ 8 によって一方で測定区間 1 へ他方で基準区間 2 へ入力結合される。測定区間 1 はさらに偏向ミラー 9、10 を介して表面 4 に向かう。この表面 4 で光が反射される。反射された光は集光レンズ 11 に入射し、この集光レンズ 11 によって遅延区間 6 の入力側にフォーカスされる。遅延区間 6 は光導波路から形成される。遅延区間 6 を形成する光導波路は、図 4 から少なくとも概略的に見て取れるように、基準区間 2 を形成する光導波路と少なくともちょうど同じ長さを有する。こうして常に遅延区間 6 を含む測定区間 1 に沿った有効信号の伝播時間が基準区間 2 に沿った基準信号の伝播時間より明らかに長いことが保証される。この結果、有効信号は基準信号から明確に分離され、これにより本発明の方法は問題なく適用される。

【図面の簡単な説明】

【図 1】基準区間に接続切り換え可能な 2 つの遅延区間が設けられている距離測定機器の概略図である。

【図 2】1 つの遅延区間が測定区間に設けられている距離測定機器の概略図である。

【図 3】本発明の有利な実施例における時間信号から得られる周波数信号に対する処理方法の概略図である。

【図 4】電磁波として光を使用する距離測定機器の構成の概略図である。

【符号の説明】

- 1 測定区間
- 2 基準区間
- 3 送信器
- 4 表面
- 5 受信器
- 6 遅延区間
- 8 レンズ
- 9、10 偏向ミラー
- 11 集光レンズ

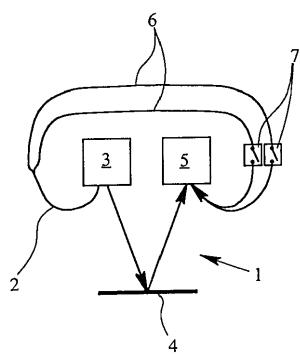
10

20

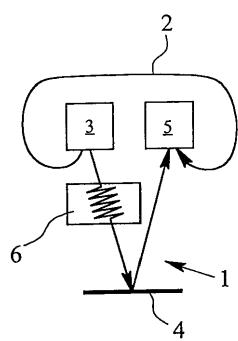
30

40

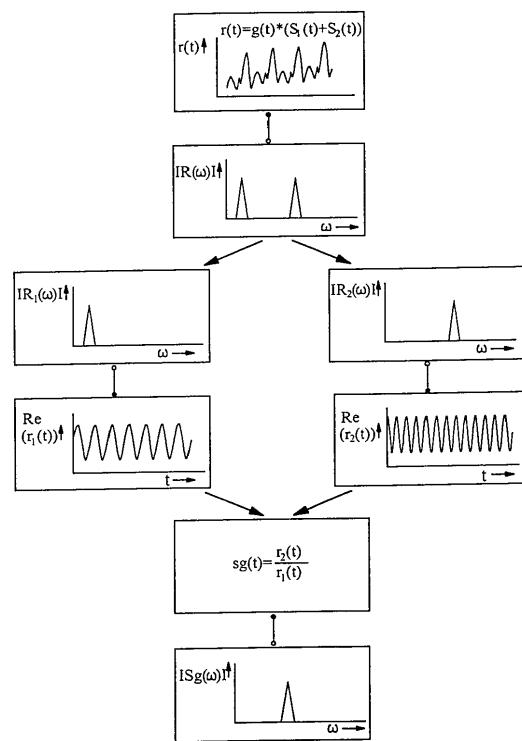
【図1】



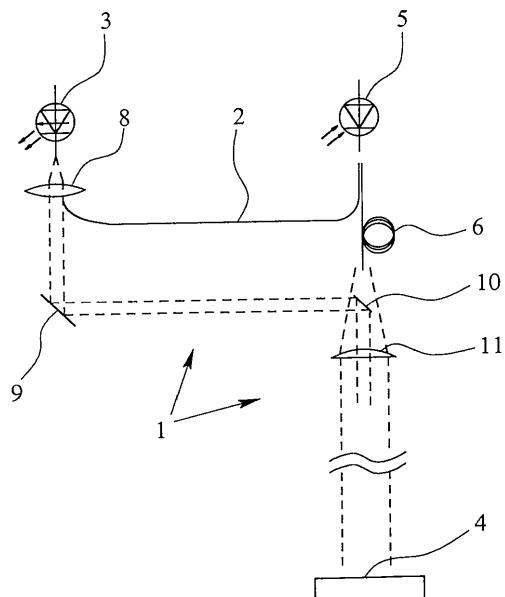
【図2】



【図3】



【図4】



フロントページの続き

(74)代理人 100099483
弁理士 久野 琢也

(74)代理人 100114890
弁理士 アインゼル・フェリックス=ラインハルト

(74)代理人 230100044
弁護士 ラインハルト・アインゼル

(72)発明者 ブルクハルト シーク
ドイツ連邦共和国 ポフム ロベルト-コッホ-シュトラーセ 24

(72)発明者 トーマス ムーフ
ドイツ連邦共和国 ミュールハイム エルゼッサー ヴェーク 3

(72)発明者 ミヒヤエル キュッパース
ドイツ連邦共和国 エッセン モーゼルシュトラーセ 18

(72)発明者 ウーヴェ ヴェーゲマン
ドイツ連邦共和国 シュプロックヘーフェル アイクレーンケン 23

(72)発明者 デトレフ ブルンビ
ドイツ連邦共和国 メールス フォイヤーバッハシュトラーセ 8

審査官 松下 公一

(56)参考文献 特開2000-356675(JP,A)
米国特許第4665403(US,A)
獨国特許出願公開第4240491(DE,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl.⁷, DB名)

G01S 7/00- 7/42

G01S13/00-13/95

G01S17/00-17/95