(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第4983585号
(P4983585)
(45)発行日　平成24年7月25日(2012.7.25)　(24)登録日　平成24年5月11日(2012.5.11)

(51)Int.Cl.　F I
G01N 3/08 (2006.01)　G01N 3/08
G01N 3/24 (2006.01)　G01N 3/24

請求項の数 5　(全 9 頁)

(21)出願番号　特願2007-322921 (P2007-322921)
(22)出願日　平成19年12月14日 (2007.12.14)
(65)公開番号　特開2009-145201 (P2009-145201A)
(43)公開日　平成21年7月2日 (2009.7.2)
審査請求日　平成22年7月14日 (2010.7.14)

(73)特許権者　000001993
株式会社島津製作所
京都府京都市中京区西ノ京桑原町１番地
(74)代理人　100084412
弁理士　永井　冬紀
(72)発明者　前田　豊一
京都府京都市中京区西ノ京桑原町１番地
株式会社島津製作所内

審査官　福田　裕司

最終頁に続く

(54)【発明の名称】試験機および試験機による試験方法

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
試料台に固定された試料に、圧子を介して鉛直方向に試験力を負荷し、試料を圧縮した状態で、試料の水平方向の破壊点を判断する試験機であって、
電磁力により前記圧子を介して前記試料に鉛直方向に試験力を負荷する鉛直方向負荷手段と、
鉛直方向に配置された少なくとも一対の板ばねと、前記各板ばねの下端部側に設けられた横板とを有する支持手段と、
電磁力により前記支持手段を介して前記試料台を水平方向に変位させ、前記試料に対し水平方向に試験力を負荷する水平方向負荷手段と、
前記試料台の水平方向の変位を検出する変位検出手段とを備え、
前記水平方向負荷手段により前記支持手段の前記一対の板ばねを弾性変形させ、試料が固定された前記試料台を水平方向に移動し、前記水平方向負荷手段により前記試料に負荷される試験力と、前記変位検出手段の検出値とに基づき試料の破壊点を判断することを特徴とする試験機。
【請求項２】
請求項１に記載の試験機において、
さらに、前記支持手段を支持するＸＹステージと、前記圧子とは水平方向に所定量離れた位置に配置され、前記試料台上に載置された試料を拡大して観察するための顕微鏡を備え、前記顕微鏡を用いて試料の位置決めを行った後、前記ＸＹステージにより前記試料台

を所定量移動して、前記圧子に試料を位置合わせすることが可能とされたことを特徴とする試験機。
【請求項３】
請求項１または２に記載の試験機において、
前記水平方向負荷手段は、さらに前記一対の板ばねにそれぞれ連結されたロッドを有するソレノイドを備え、一方の前記板ばねに押し付け力、他方の板ばねに引張力が作用するように前記各ソレノイドを駆動して、前記一対の板ばねに水平同一方向に等しい変位を与えることを特徴とする試験機。
【請求項４】
請求項１乃至３のいずれか１項に記載の試験機において、さらに試料の面積を記憶する記憶手段と、試料の破壊点と試料の面積から試料の破壊時の剪断応力を算出する手段と、を備えることを特徴とする試験機。
【請求項５】
支持手段に設けられた試料台に固定された試料に対し、電磁力により圧子を介して鉛直方向に試験力を負荷し、試料を圧縮する鉛直方向負荷ステップと、
電磁力により水平方向に試験力を負荷し、前記支持手段を介して前記試料台を水平方向に変位させ、鉛直方向に圧縮された試料に水平方向の剪断力を作用させる水平方向負荷ステップと、
前記試料台に負荷された水平方向の試験力に対応させて、前記試料台の水平方向の変位を検出する変位検出ステップと、
前記水平方向負荷ステップにおいて負荷する試験力と、前記変位検出ステップにおいて検出された前記試料台の水平方向の変位とに基づいて試料の破壊点を判断する判断ステップと、を備えることを特徴とする試験機による試験方法。

【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、ＬＣＤパネルの内部に設けられる柱状のスペーサ等の微小な試料に対し試験力を負荷する試験機および試験機による試験方法に関する。

【背景技術】
【０００２】
この種の微小な試料に対して圧縮方向の試験力を負荷する試験機が知られている（例えば特許文献１参照）。この特許文献１記載のものは、ソレノイドに電流を流して電磁力を発生させ、これにより圧子を駆動して、試料に圧縮力を作用する。この際、圧子の変位は差動トランスによって検出する。
【０００３】
【特許文献１】特開２００２－１８１６７９号公報
【発明の開示】
【発明が解決しようとする課題】
【０００４】
ところで、例えばＬＣＤパネルの内部に設けられる柱状のスペーサには、圧縮方向（縦方向）だけでなく、これと垂直方向（横方向）にも負荷がかかる。しかしながら、上記特許文献１記載の試験機は、圧縮方向の試験力しか負荷できないため、スペーサの強度を正確に評価することが困難であった。
【課題を解決するための手段】
【０００５】
この発明に係る試験機は、試料台に固定された試料に、圧子を介して鉛直方向に試験力を負荷し、試料を圧縮した状態で、試料の水平方向の破壊点を判断する試験機であって、電磁力により圧子を介して試料に鉛直方向に試験力を負荷する鉛直方向負荷手段と、鉛直

方向に配置された少なくとも一対の板ばねと、各板ばねの下端部側に設けられた横板とを有する支持手段と、電磁力により支持手段を介して試料台を水平方向に変位させ、試料に対し水平方向に試験力を負荷する水平方向負荷手段と、試料台の水平方向の変位を検出する変位検出手段とを備え、水平方向負荷手段により支持手段の一対の板ばねを弾性変形させ、試料が固定された試料台を水平方向に移動し、水平方向負荷手段により試料に負荷される試験力と、変位検出手段の検出値とに基づき試料の破壊点を判断することを特徴とする。

支持手段を支持するＸＹステージと、圧子とは水平方向に所定量離れた位置に配置され、試料台上に載置された試料を拡大して観察するための顕微鏡を備え、顕微鏡を用いて試料の位置決めを行った後、ＸＹステージにより試料台を所定量移動して、圧子に試料を位置合わせすることを可能とすることが好ましい。

水平方向負荷手段は、さらに一対の板ばねにそれぞれ連結されたロッドを有するソレノイドを備え、一方の板ばねに押し付け力、他方の板ばねに引張力が作用するように各ソレノイドを駆動して、一対の板ばねに水平同一方向に等しい変位を与えるようにすることが好ましい。

さらに試料の面積を記憶する記憶手段と、試料の破壊点と試料の面積から試料の破壊時の剪断応力を算出する手段と、を備えるようにすることが好ましい。

この発明に係る試験機による試験方法は、支持手段に設けられた試料台に固定された試料に対し、電磁力により圧子を介して鉛直方向に試験力を負荷し、試料を圧縮する鉛直方向負荷ステップと、電磁力により水平方向に試験力を負荷し、支持手段を介して試料台を水平方向に変位させ、鉛直方向に圧縮された試料に水平方向の剪断力を作用させる水平方向負荷ステップと、試料台に負荷された水平方向の試験力に対応させて、試料台の水平方向の変位を検出する変位検出ステップと、水平方向負荷ステップにおいて負荷する試験力と、変位検出ステップにおいて検出された試料台の水平方向の変位とに基づいて試料の破壊点を判断する判断ステップと、を備えることを特徴とする。

【発明の効果】

【０００６】

本発明によれば、電磁力により試料に対し鉛直方向および水平方向の試験力を負荷するようにしたので、試料に対して圧縮力と剪断力を同時に作用させることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【０００７】

以下、図１～図４を参照して本発明による試験機の実施の形態について説明する。

図１は、本発明の実施の形態に係る試験機の概略構成を示す図である。図１では、例えばＬＣＤパネルの内部に設けられる柱状のスペーサを試料Ｔとしている。

【０００８】

図２は、ＬＣＤパネル５０の断面図である。互いに対向して配置された一対のパネル５１，５２の間には液晶５３が封入されている。一方のパネル５１の内側面には複数の柱状のスペーサ５４が突設され、スペーサ５４によってパネル間の均一なギャップが確保されている。

【０００９】

ＬＣＤパネル５０の製造工程でパネル５１，５２を組み立てる際、パネル同士が加圧され、スペーサ５４に図示ａ方向の圧縮力が作用する。さらにパネル組立時にはパネル５１，５２の位置が拘束されるため、スペーサ５４には図示ｂ方向の剪断力も作用する。本実施の形態では、スペーサ５４が突設されたパネル５１を所定の大きさに切り出して試料Ｔを形成し、圧縮力と剪断力をスペーサ５４に同時に作用させる。

【００１０】

図１の試験機本体１００は、試料Ｔに対し鉛直方向に試験力（圧縮力）を負荷する鉛直方向負荷機構１０と、水平方向に試験力（剪断力）を負荷する水平方向負荷機構２０とを有する。

【００１１】

試料台１の上面には、スペーサ５４を立設した状態でパネル５１が固定されている（図３参照）。試料台１は後述する負荷枠３０を介してＸＹステージ２上に支持され、ＸＹステージ２はテーブル３上に載置されている。ＸＹステージ２は操作部２ａの操作により水平方向に移動可能であり、テーブル３は操作部３ａの操作により鉛直方向に移動可能である。これにより試料台１を水平方向および鉛直方向に移動することができ、試料Ｔを圧子１１の下方に位置させることができる。なお、ＸＹステージ２とテーブル３を電動アクチュエータの駆動により移動するようにしてもよい。

【００１２】

鉛直方向負荷機構１０はソレノイド１２を有する。ソレノイド１２には負荷電流供給装置１３から電流が供給され、この電流によって発生した電磁力によって負荷ロッド１４を駆動し、負荷ロッド先端の圧子１１を試料Ｔ（スペーサ５４）の表面に押し付ける。この際、試料Ｔにはソレノイド１２を流れる電流に応じた圧縮力が作用し、電流値に基づき圧縮力を検出する。

【００１３】

圧子１１の変位は変位計１５によって検出される。変位計１５は、負荷ロッド１４の直上に設けられた磁性金属体１４ａの変位を差動トランスによって検出する差動トランス式変位形が用いられる。なお、鉛直方向負荷機構１０と変位計１５は、微小硬度計に用いられているものを流用できる。

【００１４】

水平方向負荷機構２０はソレノイド２１，２２を有する。ソレノイド２１，２２には負荷電流供給装置２３からそれぞれ電流が供給され、この電流によって発生した電磁力によって負荷ロッド２４，２５をそれぞれ駆動し、後述するように試料台１を変位させて試料Ｔに試験力を負荷する。この際、試料Ｔにはソレノイド２１，２２を流れる電流に応じた剪断力が作用し、電流値に基づき剪断力を検出する。

【００１５】

試料の変位は変位計２６によって検出される。変位形２６は、試料台１と一体に設けられた磁性金属体２５ａの変位を差動トランスによって検出する差動トランス式変位形が用いられる。

【００１６】

試験機本体１００には、対物レンズ６１、観察用レンズ群６１ａ，光源６２、照明用レンズ群６３、ミラー６４等を有する顕微鏡６０が設けられ、顕微鏡６０によって試料Ｔの表面を所定倍率に拡大して観察できる。試料Ｔの観察はカメラ６５を介して行われる。すなわち顕微鏡６０で拡大された試料Ｔをカメラ６５が撮像し、画像メモリ６６を経由してモニタ６７に表示する。

【００１７】

モニタ６７には試料Ｔが所定倍率で拡大して表示され、この拡大率を用いて試料表面の長さや表面積を測定できる。なお、対物レンズ６１は圧子１１から水平方向に所定量離れた位置に設けられており、顕微鏡６０を用いて試料Ｔを観察した後、ＸＹステージ２を所定量動かせば、圧子１１の下方に試料Ｔを移動できる。

【００１８】

変位計１５，２６からの信号はＡＤ変換器７１を介してＣＰＵ７０に入力される。ＣＰＵ７０には、入出力回路７２を介してキーボード７３の操作による各種指令信号も入力される。ＣＰＵ７０はＲＯＭ７５とＲＡＭ７６を介して各種処理を実行し、負荷電流供給装置１３，２３に制御信号を出力してソレノイド１２，２１，２２への供給電流を制御する。

【００１９】

図３（ａ）は、試料台１を支持する負荷枠３０の構成を示す正面図であり、図３（ｂ）は平面図である。負荷枠３０は、ＸＹステージ２の上面に固定されたベース板３１と、ベース板３１上に立設された複数本の支柱３２と、支柱３２の上端面に横設された上板３３と、互いに対向して上板３３から下方に延設された一対の縦板３４，３５と、縦板３４，

３５の下端面に固定された横板３６とを有する。ベース板３１の長さは例えば１００ｍｍ程度である。

【００２０】

上板３３の中央部には貫通孔３３ａが開口され、この貫通孔３３ａを貫通して横板３６の上面に略円柱形状の試料台１が支持されている。試料台１の上面には固定具３７を介して試料Ｔが固定されている。縦板３４，３５の表面には、それぞれ水平方向に延設された負荷ロッド２４，２５の先端部が連結されている。縦板３４，３５は負荷ロッド２４，２５からの負荷（曲げ力）によって弾性変形可能な板ばねを構成し、これにより横板３６とともに試料台１が水平左右方向に移動し、試料Ｔに水平方向の試験力を負荷できる。

【００２１】

この場合、一方の負荷ロッド２４により縦板３４に押し付け力が負荷され、他方の負荷ロッド２５により縦板３５に引張力が負荷されるようにソレノイド２１，２２への電流供給を制御する。これにより縦板３４，３５が互いに等しく変形し、横板３６が傾かずに水平移動し、試料Ｔに精度よく水平方向の試験力を負荷できる。

【００２２】

以上の試験機による試験方法を説明する。

（１）試料の位置決め

まず、試料台１の上面に試料Ｔを載置した後、顕微鏡６０を用いて試料Ｔの位置決めを行う。すなわちカメラ６５の撮像画像をモニタ６７で観察しながらユーザがＸＹステージ２を操作し、圧子１１を当接させる柱状スペーサ５４の中心を対物レンズ６１の下方に移動する。

【００２３】

（２）試料の大きさの測定

次に、モニタ画像の倍率を換算し、スペーサ５４の表面の断面積を計算する。さらにテーブル３を昇降操作してスペーサ５４の上面と底面（パネル５１の上面）にそれぞれカメラ６５のピントを合わせ、そのときのテーブル３の移動量を求めてスペーサ５４の高さを測定する。なお、スペーサ５４の断面積と高さのいずれか、あるいは両方が既知である場合には、試料Ｔの大きさの測定を省略してもよい。

【００２４】

（３）鉛直方向の試験力の負荷

次に、ＸＹステージ２を所定量操作して圧子１１の直下に試料Ｔを移動させた後、キーボード７３を介して鉛直方向の試験力の負荷指令を入力する。これにより電流供給装置１３から鉛直方向負荷機構１０のソレノイド１２に電流が供給され、負荷ロッド１４が駆動されてスペーサ５４の表面に圧子１１が押し付けられる。この圧子１１の押し付けにより試料１に鉛直方向の試験力が負荷され、スペーサ５４に縦方向の圧縮力が作用する。この際、圧縮力の大きさ、すなわちソレノイド１２に供給する電流値は、ＬＣＤパネル５０の製造時にパネル５１，５２同士に作用する加圧力を考慮して決定する。

【００２５】

（４）水平方向の試験力の負荷

次いで、スペーサ５４に鉛直方向の試験力を負荷した状態で、キーボード７３を介して水平方向の試験力の負荷指令を入力する。これにより電流供給装置２３から水平方向負荷機構２０のソレノイド２１，２２に電流が供給され、負荷ロッド２４，２５が駆動されて、負荷枠３０が水平方向に弾性変形する。この負荷枠３０の変形により試料Ｔに水平方向の試験力が負荷され、スペーサ５４に横方向の剪断力が作用する。この際、ソレノイド２１，２２に供給する電流値を所定の割合で徐々に増加させ、水平方向の試験力を徐々に増加させる。

【００２６】

試料１に作用する水平方向の試験力と負荷ロッド２４，２５の変位とは相関関係があり、水平方向の試験力は、ソレノイド２１，２２に供給される電流値に基づき検出することができる。その場合の変位は変位計２６からの信号により検出できる。負荷試験により得

られた水平方向変位と試験力との特性線図を図４に示す。この関係はメモリ（例えばＲＡＭ７６）や外部記憶装置（ハードディスク）に記憶される。

【００２７】

（５）破壊点の判断

図４の特性線図に基づき試料Ｔの破壊点を判断する。図４では、試験力が徐々に大きくなるに従い変位が大きくなっているが、試験力が点Ｐまで達すると試験力が増加することなく変位のみが増加している。これにより試験力が点Ｐの時点で試料Ｔが破壊したと判断できる。

【００２８】

（６）剪断応力および剪断ひずみの計算

横方向の試験力を剪断力とし、この剪断力をスペーサ５４の断面積で除算して破壊時の剪断応力を計算する。また、試料の横方向の変位量と試料の高さから剪断ひずみを計算する。なお、上記（３）～（６）については、ＣＰＵ７０での処理により自動化して行うことができる。

【００２９】

本実施の形態によれば以下のような作用効果を奏することができる。

（１）鉛直方向負荷機構１０と水平方向負荷機構２０を設け、試料Ｔに鉛直方向の試験力と水平方向の試験力を同時に負荷するようにしたので、試料Ｔに圧縮力と剪断力を同時に作用させることができ、ＬＣＤパネル５０のスペーサ５４に代表される微小な試料Ｔの強度を良好に評価できる。

（２）試験機本体１００に顕微鏡６０を内蔵するので、微小な試料Ｔの位置決めを容易に行うことができる。剪断力の計算に必要な断面積の測定も可能である。

【００３０】

（３）一対の縦板３４，３５で横板３６を吊持する板ばね構造の負荷枠３０を介して試料台１を支持するとともに、負荷ロッド２４，２５から水平方向の試験力を縦板３４，３５に負荷するようにしたので、ＬＣＤパネル５０のスペーサ５４に作用する水平剪断力と同等の水平試験力を試験体Ｔに対して負荷できる。

（４）負荷ロッド２４，２５を同期して駆動させ、負荷ロッド２４により縦板３４に押し付け力を負荷し、負荷ロッド２５により縦板３５に引張力を負荷するようにしたので、試料台１を傾けずに水平移動させることができ、試料Ｔに対して精度よく水平剪断力を作用できる。

（５）電磁力により鉛直方向および水平方向に試験力を負荷するので、試験力を微小に変化させることができ、とくに微小な試料Ｔに対して精度の高い強度評価試験を行うことができる。

【００３１】

なお、上記実施の形態では、一対の縦板３４，３５で横板３６を吊持する板ばね構造の負荷枠３０を介して試料台１を支持するようにしたが、支持手段はこれに限らない。例えば縦板３４，３５と上板３３および縦板３４，３５と横板３６をそれぞれピン結合するようにしてもよい。また、微小な試料Ｔ（スペーサ５４）に対し、電磁力により鉛直方向に試験力を負荷するのであれば、鉛直方向負荷手段としての鉛直方向負荷機構１０の構成は上述したものに限らない。さらに、電磁力により水平方向に試験力を負荷するのであれば、水平方向負荷手段としての水平方向負荷機構２０の構成は上述したものに限らない。変位計２６により水平方向変位を検出するようにしたが、変位検出手段はいかなるものでもよい。

【００３２】

上記実施の形態では、ＬＣＤパネル内のスペーサ５４を試料Ｔとして用いたが、圧縮力と剪断力が同時に作用する他の微小の柱状部材を試料Ｔとして用いることもできる。例えばプラズマディスプレイパネルの内部に突設されたリブを試料としてもよい。このように本発明は、液晶薄型テレビやプラズマ薄型テレビに代表されるフラットパネル表示装置のパネル間に設けられるスペーサやリブの２軸強度試験装置に好適である。また、本発明の

特徴、機能を実現できる限り、本発明は実施の形態の試験機に限定されない。

【図面の簡単な説明】

【００３３】

【図１】本発明の実施の形態に係る試験機の概略構成を示す図。

【図２】ＬＣＤパネルの概略断面図。

【図３】図１の試料台を支持する負荷枠の構成を示す図。

【図４】本実施の形態に係る試験機による試験結果の一例を示す図。

【符号の説明】

【００３４】

１　試料台

１０　鉛直方向負荷機構

１１　圧子

１２　ソレノイド

１３　負荷電流供給装置

２０　水平方向負荷機構

２１，２２　ソレノイド

２３　負荷電流供給装置

２６　変位計

３０　負荷枠

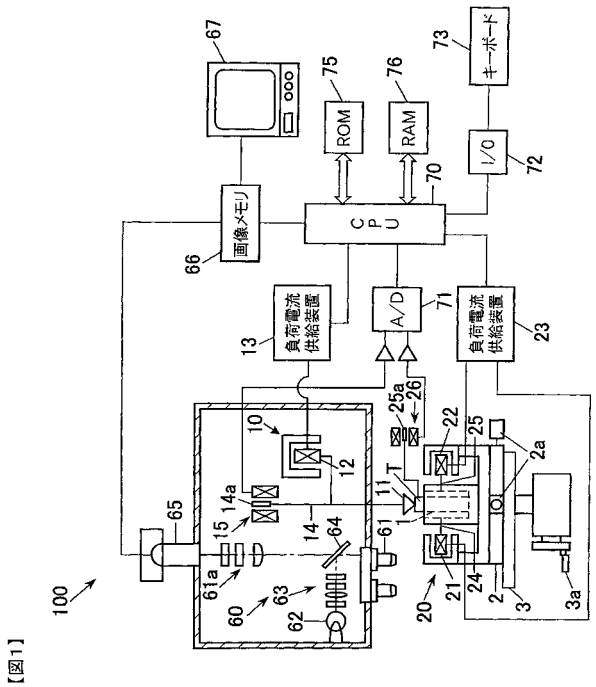
３４，３５　縦板

３６　横板

５４　スペーサ

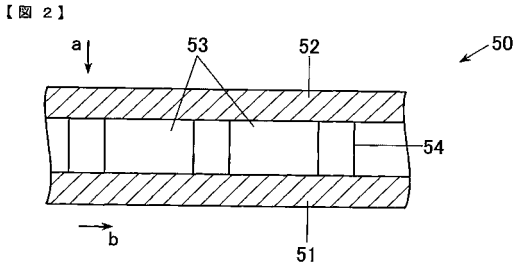
６０　顕微鏡

【図１】

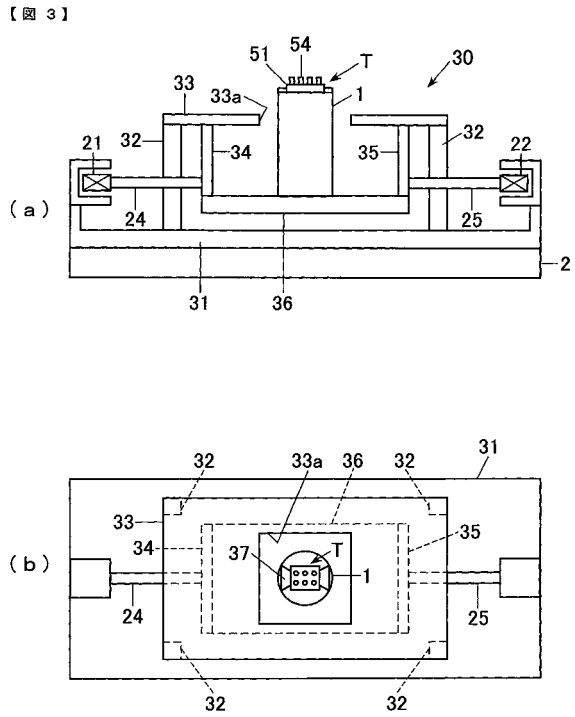


【図１】

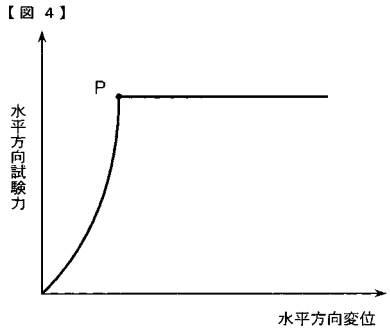
【図２】



【図３】


【図３】
51
54
T
30
33
33a
1
21
32
34
35
32
22
(ａ)
24
25
2
31
36
32
33a
36
32
31
33
34
37
T
35
1
(ｂ)
24
25
32
32

【図４】


【図４】
P
水平方向試験力
水平方向変位

フロントページの続き

(56)参考文献 特開２００１－０５０８８３（ＪＰ，Ａ）
特表２００６－５０９１８８（ＪＰ，Ａ）
特開昭６１－０３３８８５（ＪＰ，Ａ）
特開２００６－１２５９５７（ＪＰ，Ａ）
特表２００５－５２２６９０（ＪＰ，Ａ）
特開平０７－１２９２４４（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｇ０１Ｎ　　３／００～３／６２