

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2012-164785
(P2012-164785A)

(43) 公開日 平成24年8月30日 (2012.8.30)

| (51) Int.Cl. | F I | テーマコード (参考) |
|------------------------------|-----------------|----------------|
| H01L 21/027 (2006.01) | H01L 21/30 502D | 4F209 |
| B29C 59/00 (2006.01) | B29C 59/00 C | 5D112 |
| G11B 5/84 (2006.01) | G11B 5/84 Z | 5F046 5F146 |

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2011-23516 (P2011-23516)
(22) 出願日 平成23年2月7日 (2011.2.7)

(71) 出願人 000001007
キヤノン株式会社
東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(74) 代理人 100114775
弁理士 高岡 亮一
(72) 発明者 田邊 正幸
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内
(72) 発明者 田村 泰之
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内
(72) 発明者 羽生 由紀夫
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内

最終頁に続く

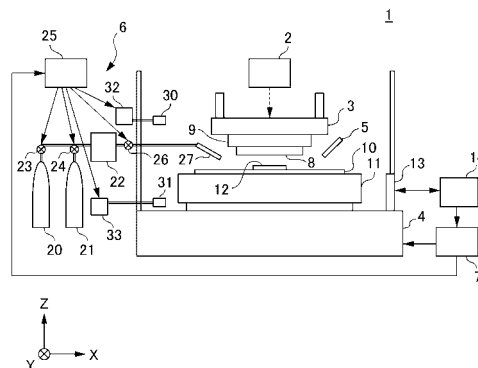
(54) 【発明の名称】 インプリント装置、および、物品の製造方法

(57) 【要約】

【課題】 正確なパターン形成とスループットとの両立に有利なインプリント装置を提供する。

【解決手段】 インプリント装置1は、基板10上のインプリント材12を型8により成形して硬化させ、基板10上にパターンを形成するものである。インプリント装置1は、基板10上のインプリント材12と型8との間にガスを供給する供給手段6を有する。この供給手段6は、型8、インプリント材12および基板10の少なくとも1つを透過する透過性ガスと、成形により生じる圧力により液化する凝縮性ガスとを混合した混合ガスを供給する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

基板上のインプリント材を型により成形して硬化させ、前記基板上にパターンを形成するインプリント装置であって、

前記基板上的前記インプリント材と前記型との間にガスを供給する供給手段を有し、

前記供給手段は、前記型、前記インプリント材および前記基板の少なくとも一つを透過する透過性ガスと、前記成形により生じる圧力により液化する凝縮性ガスとを混合した混合ガスを供給する、

ことを特徴とするインプリント装置。

【請求項 2】

前記基板を保持して可動の保持部と、

前記保持部に光を照射して前記保持部の位置を測定する測定手段と、を有し、

前記混合ガスの屈折率と大気の屈折率との差の絶対値は、前記透過性ガスの屈折率と大気の屈折率との差の絶対値より小さく、かつ、前記凝縮性ガスの屈折率と大気の屈折率との差の絶対値より小さい、

ことを特徴とする請求項 1 に記載のインプリント装置。

【請求項 3】

前記混合ガスの成分比を調整する調整部と、

制御部と、を有し、

前記制御部は、前記保持部を既知の位置に配置した状態での前記測定手段の出力に基づいて、前記混合ガスの成分比を前記調整部に調整させる、

ことを特徴とする請求項 2 に記載のインプリント装置。

【請求項 4】

前記混合ガスの成分比を調整する調整部と、

前記測定手段の光路の雰囲気的气体成分または屈折率を検出する検出器と、

制御部と、を有し、

前記制御部は、前記検出器の出力に基づいて、前記混合ガスの成分比を前記調整部に調整させる、

ことを特徴とする請求項 2 に記載のインプリント装置。

【請求項 5】

前記混合ガスを回収する回収ノズルを備える、

ことを特徴とする請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 項に記載のインプリント装置。

【請求項 6】

前記回収ノズルは、前記保持部の上面より高い位置と該上面より低い位置とにそれぞれ配置されている、

ことを特徴とする請求項 5 に記載のインプリント装置。

【請求項 7】

前記透過性ガスは、ヘリウムおよび水素の少なくとも一つを含む、

ことを特徴とする請求項 1 ~ 6 のいずれか 1 項に記載のインプリント装置。

【請求項 8】

前記凝縮性ガスは、HFC（ハイドロフルオロカーボン）、および、HFE（ハイドロフルオロエーテル）の少なくとも一つを含む、

ことを特徴とする請求項 1 ~ 7 のいずれか 1 項に記載のインプリント装置。

【請求項 9】

請求項 1 ~ 8 のいずれか 1 項に記載のインプリント装置を用いて基板上にパターンを形成する工程と、

前記工程で前記パターンを形成された基板を加工する工程と、

を含むことを特徴とする物品の製造方法。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】**

10

20

30

40

50

【0001】

本発明は、インプリント装置、および、物品の製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

半導体デバイスの微細化の要求が進み、従来のフォトリソグラフィ技術に加え、基板上の未硬化樹脂をモールド（型）で成形し、樹脂のパターンを基板上に形成する微細加工技術が注目を集めている。この技術は、インプリント技術とも呼ばれ、基板上に数ナノメートルオーダーの微細な構造体を形成することができる。例えば、インプリント技術の一つとして、光硬化法がある。この光硬化法を採用したインプリント装置では、まず、基板（ウエハ）上のショット領域（インプリント領域）に紫外線硬化樹脂（インプリント樹脂、光硬化樹脂）を塗布する。次に、この樹脂（未硬化樹脂）をモールドにより成形する。そして、紫外線を照射して樹脂を硬化させたうえで離型することにより、樹脂のパターンが基板上に形成される。

10

【0003】

このインプリント装置では、一般に装置内の雰囲気が大気であるため、モールドと樹脂とを互いに押し付けるとその間に大気が留まり、残留ガスとなって樹脂に気泡が混入するなど転写されるパターンに不具合が生じ、正確なパターン形成ができない場合がある。これに対して、残留ガスが樹脂やモールドに溶解、拡散、または透過して消滅するまで待機する方法もあるが、インプリント工程に多大な時間を要する。そこで、例えば、特許文献1は、インプリント雰囲気に透過性ガスを使用し、樹脂やモールドに残留した透過性ガスを溶解または拡散させることで、残留ガスを素早く減少させるインプリント装置を開示している。一方、特許文献2は、インプリント雰囲気にモールドと樹脂とを押し付けた際の圧力上昇により凝縮する凝縮性ガスを使用したインプリント装置を開示している。この凝縮性ガスは、残留時には液化して、気体時に比べて体積が数百分の1にまで小さくなるので、残留ガスのパターン形成への影響を抑えることができる。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】米国特許第7090716号明細書

【特許文献2】特許第3700001号公報

30

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、特許文献1、2に示すインプリント装置では、インプリント雰囲気全体を透過性ガスまたは凝縮性ガスでパージするため、コスト面で不利である。また、インプリント装置は、通常、干渉変位測定手段を使用して、適宜移動するウエハステージなどの位置を正確に計測している。この測定手段は、測定ビーム（光）を用いるため、通過する媒体（雰囲気）の組成の変化や圧力および温度の変化に非常に敏感である。したがって、例えば、基板上の樹脂の周囲を大気と異なる屈折率のガスでパージした場合、このガスが測定手段の光路に進入すると、干渉変位測定を正確に実施することができない。ここで、透過性ガスは、比重が大気よりも小さく、屈折率が大気に比べて小さい。したがって、透過性ガスが測定ビームの光路に進入すると、媒体の屈折率が小さくなり、干渉変位測定が不安定となる。一方、凝縮性ガスは、比重が大気よりも大きく、屈折率が大気に比べて大きい。したがって、凝縮性ガスが測定ビームの光路に進入すると、媒体の屈折率が大きくなり、この場合も干渉変位測定が不安定となる。干渉変位測定が不安定になるとウエハステージなどの位置決めが不安定となり、その結果、転写されるパターンの位置が目標位置からずれるなど正確なパターン形成ができない場合がある。

40

【0006】

本発明は、正確なパターン形成とスループットとの両立に有利なインプリント装置を提供することを目的とする。

50

【課題を解決するための手段】

【0007】

上記課題を解決するために、本発明は、基板上のインプリント材を型により成形して硬化させ、基板上にパターンを形成するインプリント装置であって、基板上のインプリント材と型との間にガスを供給する供給手段を有し、供給手段は、型、インプリント材および基板の少なくとも1つを透過する透過性ガスと、成形により生じる圧力により液化する凝縮性ガスとを混合した混合ガスを供給することを特徴とする。

【発明の効果】

【0008】

本発明によれば、例えば、正確なパターン形成とスループットとの両立に有利なインプリント装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】本発明の実施形態に係るインプリント装置の構成を示す図である。

【図2】測定ビームの波長に対する各気体の屈折率を示すグラフである。

【発明を実施するための形態】

【0010】

以下、本発明を実施するための形態について図面等を参照して説明する。

【0011】

まず、本発明の一実施形態に係るインプリント装置の構成について説明する。図1は、本実施形態のインプリント装置の構成を示す図である。このインプリント装置は、半導体デバイス等のデバイスの製造に使用され、被処理体であるウエハ上（基板上）のインプリント材（典型的には未硬化樹脂）をモールド（型）で成形し、パターン（典型的には樹脂のパターン）を基板上に形成する装置である。なお、ここでは光硬化法を採用したインプリント装置としている。また、以下の図においては、基板上の樹脂に対して紫外線を照射する照明系の光軸に平行にZ軸を取り、Z軸に垂直な平面内に互いに直交するX軸およびY軸を取っている。このインプリント装置1は、照明系2と、モールド保持部3と、ウエハステージ4と、塗布部5と、ガス供給部6と、制御部7とを備える。

【0012】

照明系2は、インプリント処理の際に、モールド8に対して紫外線を照射する照明手段である。この照明系2は、不図示であるが、光源と、該光源から射出された紫外線をインプリントに適切な光に調整するための光学素子とから構成される。また、モールド8は、ウエハ10に対向する面に所定のパターン（例えば、回路パターンに対応する凹凸パターン）が3次元状に形成された型である。なお、モールド8の材質は、石英等、紫外線を透過させることが可能な材料である。

【0013】

モールド保持部3は、真空吸着力や静電力によりモールド8を引きつけて保持する保持部である。このモールド保持部3は、モールドチャック9と、ウエハ10上に塗布された紫外線硬化樹脂にモールド8を押し付けるためにモールド保持部3をZ軸方向に駆動する不図示のモールド駆動機構とを含む。なお、インプリント装置1における押型および離型動作は、このようにモールド8をZ方向に移動させることで実現してもよいが、例えば、ウエハステージ4（ウエハ10）をZ方向に移動させることで実現してもよく、または、その双方を移動させてもよい。

【0014】

ウエハステージ4は、ウエハ10を例えば真空吸着により保持し、かつ、XY平面内を可動とするウエハチャック11を備えた保持部である。ここで、ウエハ10は、例えば、単結晶シリコンからなる被処理体であり、この被処理面には、モールド8により成形される紫外線硬化樹脂（以下、単に「樹脂」と表記する）が塗布される。また、ウエハステージ4は、その周囲に、その6自由度（X、Y、Z、 x 、 y 、 z ）の位置を制御できるように複数の参照ミラー（反射部）13を備える。インプリント装置1は、これらの参

10

20

30

40

50

照ミラー 13 にそれぞれビームを照射することでウエハステージ 4 の位置を測定する複数のレーザー干渉計 (測定手段) 14 を備える。レーザー干渉計 14 は、ウエハステージ 4 の位置をリアルタイムで計測し、後述する制御部 7 は、この計測値に基づいてウエハ 10 (ウエハステージ 4) の位置決め制御を実行する。

【0015】

塗布部 5 は、ウエハ 10 上に樹脂 12 (未硬化樹脂) を塗布する塗布手段である。ここで、樹脂 12 は、紫外線を受光することにより硬化する性質を有する光硬化樹脂 (インプリント材) であって、半導体デバイスの製造工程等により適宜選択される。

【0016】

ガス供給部 6 は、モールド 8 とウエハ 10 上の樹脂 12 とを互いに押し付ける押型動作の際に、その押型位置に向かって混合ガスを供給する供給手段 (供給部) である。このガス供給部 6 は、まず、モールド 8、樹脂 12、またはウエハ 10 の少なくとも 1 つに対して溶解または拡散する性質を有する透過性ガスを供給する透過性ガス供給部 20 を含む。また、ガス供給部 6 は、圧力を加えられること (圧力上昇) で凝縮し、液化する性質を有する凝縮性ガスを供給する凝縮性ガス供給部 21 を含む。ここで、透過性ガスとしては、ヘリウムや水素などのガスが採用可能である。ただし、透過性ガスとして可燃性の水素を使用する場合には、インプリント装置 1 内に防爆システムを別途設置し、火気に注意した構成とする必要がある。一方、凝縮性ガスとしては、HFC-245fa (1、1、1、3、3 ペンタフルオロプロパン、 $\text{CHF}_2\text{CH}_2\text{CF}_3$) を代表とする HFC (ハイドロフルオロカーボン) が採用可能である。ただし、凝縮性ガスに採用するガスは、これに限らず、例えば HFE-245mc ($\text{CF}_3\text{CF}_2\text{OCH}_3$) を代表とする HFE (ハイドロフルオロエーテル) などでもよい。また、ガス供給部 6 は、透過性ガス供給部 20 と凝縮性ガス供給部 21 とから供給されたそれぞれガスを混合するガス混合部 22 と、第 1 バルブ 23 と第 2 バルブ 24 とによりガス混合部 22 に供給する各ガスの供給量を制御するガス供給制御部 25 とを含む。ガス供給制御部 25 は、ガス混合部 22 にて各ガスを所望の成分比に混合し、生成された混合ガスを、第 3 バルブ 26 を制御することで供給量を調整しつつ、ガス供給ノズル 27 からモールド 8 とウエハ 10 とに挟まれた押型位置に供給させる調整部である。なお、このガス供給制御部 25 は、インプリント装置 1 内に単体で設置し、後述の制御部 7 と回線を介して接続される構成としてもよいし、または制御部 7 と一体で構成してもよい。

【0017】

制御部 7 は、インプリント装置 1 の各構成要素の動作および調整等を制御しうる。制御部 7 は、例えば、コンピュータ等で構成され、インプリント装置 1 の各構成要素に回線を介して接続され、プログラム等にしがって各構成要素の制御を実行しうる。本実施形態では、制御部 7 は、モールド保持部 3 やウエハステージ 4 などの動作に加え、少なくともレーザー干渉計 14 やガス供給制御部 25 の処理動作を制御する。なお、制御部 7 は、インプリント装置 1 の他の部分と一体で構成してもよいし、インプリント装置 1 の他の部分とは別の場所に設置してもよい。

【0018】

次に、インプリント装置 1 によるインプリント処理について説明する。まず、制御部 7 は、不図示の基板搬送装置によりウエハステージ 4 にウエハ 10 を載置および固定させた後、ウエハステージ 4 を塗布部 5 の塗布位置へ移動させる。その後、塗布部 5 は、塗布工程としてウエハ 10 の所定のショット (インプリント領域) に樹脂 (未硬化樹脂) 12 を塗布する。次に、制御部 7 は、ウエハ 10 上の当該ショットがモールド 8 の直下に位置するように、ウエハステージ 4 を移動させる。次に、制御部 7 は、モールド 8 とウエハ 10 上の当該ショットとの位置合わせ、および不図示の倍率補正機構によるモールド 8 の倍率補正などを実施した後、モールド駆動機構を駆動させ、ウエハ 10 上の樹脂 12 にモールド 8 を押し付ける (押型工程)。この押型により、樹脂 12 は、モールド 8 に形成された凹部に充填される。この状態で、照明系 2 は、硬化工程としてモールド 8 の背面 (上面) から紫外線を照射し、モールド 8 を透過した紫外線により樹脂を硬化させる。そして、樹

10

20

30

40

50

脂 1 2 が硬化した後、制御部 7 は、モールド駆動機構を再駆動させ、モールド 8 をウエハ 1 0 から引き離す（離型工程）。これにより、ウエハ 1 0 上のショットの表面には、凹凸パターンに倣った 3 次元形状の樹脂 1 2 の層が形成される。

【 0 0 1 9 】

特に、本実施形態の押型工程では、制御部 7 は、ガス供給部 6 により押型位置に対して透過性ガスと凝縮性ガスとの混合ガスを供給させる。図 2 は、レーザー干渉計 1 4 の測定ビーム波長と、大気、透過性ガス、凝縮性ガス、および該透過性ガスと該凝縮性ガスとの混合ガスの各雰囲気屈折率との関係を示すグラフである。なお、ここでは透過性ガスをヘリウムガスとし、凝縮性ガスを H F C - 2 4 5 f a ガスとしている。上述のとおり、透過性ガスは、分子径が小さい場合が一般的であり、屈折率が大気に比べて小さく、一方、凝縮性ガスの屈折率は、大気に比べて大きい。したがって、1 気圧において、大気の屈折率を $n_{a i r}$ とし、透過性ガスの屈折率を n_1 とし、また、凝縮性ガスの屈折率を n_2 とすると、以下の式 (1) に示す関係が成り立つ。

$$n_1 < n_{a i r} < n_2 \quad (1)$$

さらに、1 気圧における透過性ガスと凝縮性ガスとの混合ガスの屈折率を n_3 とした場合、透過性ガスと大気との屈折率差を n_1 とし、凝縮性ガスと大気との屈折率差を n_2 とし、また、混合ガスと大気との屈折率差を n_3 とする。ここで、押型位置に対して供給するガスとして透過性ガスのみを使用する場合に比べて、混合ガスを使用した場合の方がその周囲の大気の屈折率との差異が小さくなり、干渉変位測定への影響を抑えることができるのは、以下の式 (2) に示す関係が成り立つ場合である。

$$| n_1 | > | n_3 | \quad (2)$$

一方、押型位置に対して供給するガスとして凝縮性ガスのみを使用する場合に比べて、混合ガスを使用した場合の方がその周囲の大気の屈折率との差異が小さくなり、干渉変位測定への影響を抑えることができるのは、以下の式 (3) に示す関係が成り立つ場合である。

$$| n_2 | > | n_3 | \quad (3)$$

なお、式 (2) および (3) では、各屈折率差は、絶対値とする。すなわち、式 (1) の条件を満足する透過性ガスと凝縮性ガスとを使用すれば、必然的に式 (2) および式 (3) の条件を満足するので、この場合、透過性ガスまたは凝縮性ガスを単独で使用する場合に比べて、干渉変位測定への影響を抑えることができる。

【 0 0 2 0 】

また、このように透過性ガスと凝縮性ガスとの混合ガスを押型位置に供給する場合、インプリント装置 1 内に 2 箇所のガス回収ノズル 3 0、3 1 を設置してもよい。図 1 に示すように、レーザー干渉計 1 4 の光路は、ウエハチャック 1 1 の上面より低い位置にある。ここで、混合ガス中の H F C - 2 4 5 f a は、ヘリウムと大気とに比べて比重が大きいので、混合ガスから分離して干渉変位測定領域（光路）に進入しやすい。そこで、ヘリウムの成分比率は、大気と同じ屈折率となる比率よりやや高くなるように設定してもよい。その場合、供給する混合ガスの屈折率は、大気のそれよりも小さい。また、インプリント装置 1 は、重力方向に押型位置よりも高い位置に第 1 ガス回収ノズル 3 0 を設置し、一方、押型位置よりも低い位置に第 2 ガス回収ノズル 3 1 を備える。ガス回収ノズル 3 0、3 1 は、それぞれ第 1 および第 2 ガス回収部 3 2、3 3 に接続される。この構成により、第 1 ガス回収部 3 2 で回収されたガスは、ヘリウムの存在比が高くなり、一方、第 2 ガス回収部 3 3 で回収されたガスは、H F C - 2 4 5 f a の存在比が高くなる。したがって、インプリント装置 1 内で分離したヘリウムと H F C - 2 4 5 f a とを効率良く回収することができるので、ガスのリサイクルに有利である。なお、例えば、レーザー干渉計 1 4 の光路がウエハチャック 1 1 の上面より高い位置にある場合には、H F C - 2 4 5 f a の成分比率は、大気と同じ屈折率となる比率よりやや高くなるように設定してもよい。その場合、供給する混合ガスの屈折率は、大気のそれよりも大きい。

【 0 0 2 1 】

さらに、制御部 7 は、ウエハステージ 4 を既知の位置に配置した状態でのレーザー干渉計 1 4 の出力に基づいて、混合ガスの成分比を調整させてもよい。例えば、制御部 7 は、

混合ガスの供給時の測定値が、上記出力に基づいた許容範囲を超えた場合には、ガス供給制御部 25 に対して、混合ガスの成分比を変更させるように指示する。一方、測定ビームの光路雰囲気中の気体成分を検出する検出器をインプリント装置 1 内に設置して、検出された気体成分において凝縮性ガスの成分値が許容範囲を超えた場合、制御部 7 がガス供給制御部 25 に対して混合ガスの成分比を変更させる構成としてもよい。この場合の検出器には、これと付随して気体成分を分析する分析装置を設置してもよい。ここで、上記許容範囲は、装置構成および寸法、またはこれまでのインプリント処理の実績など考慮して決定しうる。これにより、例えば、混合ガスの供給時に混合ガスから分離した凝縮性ガスなどが測定ビームの光路に進入し、レーザー干渉計 14 の出力に影響が出た場合でも、即座に対応することができる。

10

【0022】

以上のように、本実施形態によれば、モールド 8 と樹脂 12 との間に残留するガスを短時間で低減させつつ、レーザー干渉計 14 による測定を正確に実施することができる。したがって、正確なパターン形成とスループットとの両立に有利なインプリント装置を提供することができる。

【0023】

(物品の製造方法)

物品としてのデバイス(半導体集積回路素子、液晶表示素子等)の製造方法は、上述したインプリント装置を用いて基板(ウエハ、ガラスプレート、フィルム状基板)にパターンを形成する工程を含む。さらに、該製造方法は、パターンを形成された基板をエッチングする工程を含みうる。なお、パターンドメディア(記録媒体)や光学素子等の他の物品を製造する場合には、該製造方法は、エッチングの代わりに、パターンを形成された基板を加工する他の処理を含みうる。本実施形態の物品の製造方法は、従来の方法に比べて、物品の性能・品質・生産性・生産コストの少なくとも一つにおいて有利である。

20

【0024】

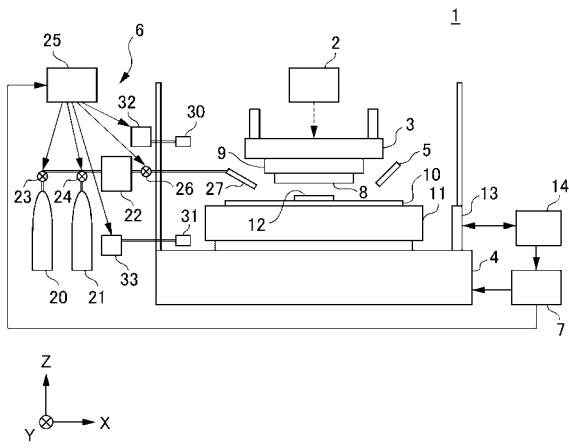
以上、本発明の好ましい実施形態について説明したが、本発明は、これらの実施形態に限定されず、その要旨の範囲内で種々の変形および変更が可能である。

【符号の説明】**【0025】**

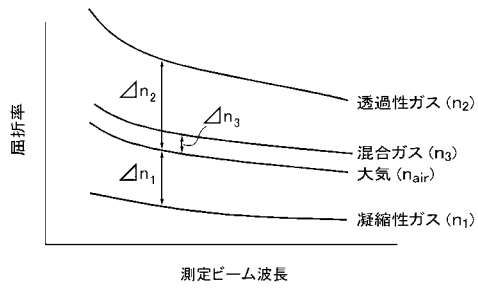
- 1 インプリント装置
- 6 ガス供給部
- 8 モールド
- 10 ウエハ
- 12 樹脂

30

【 図 1 】



【 図 2 】



フロントページの続き

Fターム(参考) 4F209 AD08 AF01 AG05 AM25 AM30 AR07 PA11 PB01 PC03 PN13
PN20 PQ20
5D112 AA05 AA24 BA10 GA00
5F046 AA28
5F146 AA28