

(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2006-295205

(P2006-295205A)

(43) 公開日 平成18年10月26日(2006.10.26)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
H O 1 L 21/3065 (2006.01)	H O 1 L 21/302	1 O 1 G 4 K O 2 9
C 2 3 C 16/44 (2006.01)	C 2 3 C 16/44	Z 4 K O 3 O
C 2 3 C 16/46 (2006.01)	C 2 3 C 16/46	5 F O O 4
C 2 3 C 16/503 (2006.01)	C 2 3 C 16/503	5 F O 4 5
C 2 3 C 16/505 (2006.01)	C 2 3 C 16/505	
審査請求 有 請求項の数 9 O L (全 9 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号	特願2006-161956 (P2006-161956)	(71) 出願人	000205041
(22) 出願日	平成18年6月12日 (2006.6.12)		大見 忠弘
(62) 分割の表示	特願2002-370897 (P2002-370897) の分割		宮城県仙台市青葉区米ヶ袋2-1-17-301
原出願日	平成12年3月3日 (2000.3.3)	(71) 出願人	000219967
(31) 優先権主張番号	特願平11-103037		東京エレクトロン株式会社
(32) 優先日	平成11年3月5日 (1999.3.5)		東京都港区赤坂五丁目3番6号
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)	(74) 代理人	100070150
			弁理士 伊東 忠彦
		(72) 発明者	大見 忠弘
			宮城県仙台市青葉区米ヶ袋2丁目1-17-301
		(72) 発明者	平山 昌樹
			宮城県仙台市若林区舟丁52-103
		最終頁に続く	

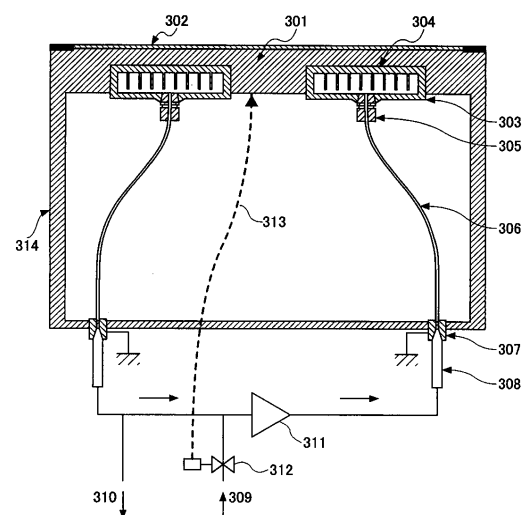
(54) 【発明の名称】 プラズマプロセス用装置

(57) 【要約】

【課題】本発明は被処理物である基板に成膜、ドライエッチングなどのプラズマプロセスを行うプラズマプロセス用装置に関し、ステージ冷却機構の小型化及び低コスト化を図ることを課題とする。

【解決手段】プラズマプロセス用装置において、容器の内部に被処理物を載せる導電性のステージ301を設け、このステージ301には直流電圧もしくは高周波を印加できる構造が設けられ、前記冷却媒体を水ベースの液体とし、ステージ301の内部には高熱電導性金属により形成されており前記被処理物を冷却するための冷却媒体流路303を設け、ステージ301と冷却媒体流路303との間にステージ301の熱を冷却媒体に伝えるために熱伝導度が高くステージ301に印加した直流電圧もしくは高周波を前記冷却媒体に伝えないように電気絶縁性が高い高熱伝導率絶縁材料を設け、かつ、チラーを使わずに前記冷却媒体を冷却媒体流路301に供給する。

【選択図】 図3



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

プラズマを励起させるために必要な原料ガスを供給するガス供給システムと、それを排気し容器内を減圧にするための排気システムを有し、その容器内においてプラズマを励起させ、前記プラズマ中で被処理物の処理を行うように構成されたプラズマプロセス用装置において、

前容器の内部に被処理物を載せる導電性のステージが設けてあり、

前記ステージには直流電圧もしくは高周波を印加できる構造が設けられており、

前記冷却媒体は水ベースの液体であり、

前記ステージには、前記被処理物を冷却するための冷却媒体流路が設けられており、

前記ステージと前記冷却媒体流路との間に、高熱伝導率絶縁材料を設け、

チラーを使わずに前記冷却媒体を前記冷却媒体流路に供給することを特徴とするプラズマプロセス用装置。

【請求項 2】

前記高熱伝導率絶縁材料は、窒化アルミニウムであることを特徴とする請求項 1 記載のプラズマプロセス用装置。

【請求項 3】

前記冷却媒体流路を形成する高熱伝導性金属は、銅またはアルミニウムであることを特徴とする請求項 1 または 2 記載のプラズマプロセス用装置。

【請求項 4】

前記水ベースの液体は純水である請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項に記載のプラズマプロセス用装置。

【請求項 5】

前記水ベースの液体は、標準酸化還元電位が標準水素電極を基準電極として 0 以下の還元性の液体である請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項に記載のプラズマプロセス用装置。

【請求項 6】

プラズマを励起させるために必要な原料ガスを供給するガス供給システムと、それを排気し容器内を減圧にするための排気システムを有し、その容器内においてプラズマを励起させ、前記プラズマ中で被処理物の処理を行うように構成されたプラズマプロセス用装置において、

前容器の内部に被処理物を載せる導電性のステージが設けてあり、

前記ステージには直流電圧もしくは高周波を印加できる構造が設けられており、

前記ステージに埋め込まれて被処理物を冷却するための冷却媒体流路が設けられており、

前記冷却媒体流路は前記ステージの熱を前記冷却媒体に伝えるために熱伝導度が高く、前記ステージに印加した直流電圧もしくは高周波を前記冷却媒体に伝えないように電気絶縁性が高い材料で前記ステージから絶縁されており、

前記冷却媒体が水ベースの液体であり、

かつ、チラーを使わずに前記冷却媒体を前記冷却媒体流路に供給することを特徴とするプラズマプロセス用装置。

【請求項 7】

前記冷却媒体流路の前記冷却媒体と接する少なくとも表面が、窒化アルミニウムを成分に含む物質によって覆われている請求項 6 記載のプラズマプロセス用装置。

【請求項 8】

前記窒化アルミニウムを成分に含む物質が、窒化アルミニウムセラミックスである請求項 6 または請求項 7 に記載のプラズマプロセス用装置。

【請求項 9】

前記冷却媒体流路が窒化アルミニウムセラミックスである請求項 6 から 8 いずれかに記載のプラズマプロセス用装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明はプラズマプロセス用装置に係り、特に被処理物である基板に成膜、ドライエッチングなどのプラズマプロセスを行うプラズマプロセス用装置に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、プラズマプロセス用装置には、高速にかつ性能の高い成膜やドライエッチングを行うことと同時に、その装置の占有面積を小型化し、初期投資および運転コストを抑えることが求められている。

【0003】

プラズマドライエッチング装置においては、被処理物表面垂直方向のエッチング速度を平行方向に対して大きくする、すなわちエッチング速度の異方性を高めるため、かつエッチングマスクとなる有機レジストの焼け焦げを防ぐために、ステージの冷却媒体による冷却によって被処理物のプラズマ照射による熱を除去している。プラズマ成膜装置においても被処理物もしくは薄膜に耐熱性がない場合は冷却が必要になる（特許文献1～5参照）。

【0004】

特に半導体製造においては、製造コストを低くするために、高密度プラズマを用いることによってプロセス速度を高くし、シリコン基板のサイズを直径200mmから300mmへと大口径化することによって1枚の基板からとれるチップの数を増やして生産性を上げようとしている。プラズマが高密度になり基板サイズが大型化すれば除去しなければならない単位時間当たりの熱量が大きくなるので、冷却装置が大掛かりになる。基板の温度分布を均一にしようとするれば冷却媒体の入口と出口の温度差を小さくしなければならないため冷却媒体を高速に循環させることが必要になり、循環装置が大掛かりになる。一般には、冷却機構と循環機構を兼ね備えたチラーが用いられている。

【0005】

被処理物を載せるステージには、冷却機構以外に、被処理物をステージに密着させるための静電チャック機構、プラズマを生成するためまたはプラズマからのイオン照射エネルギーを制御するための高周波もしくは直流電圧電極機構、被処理物とステージの熱伝達を良くするため被処理物とステージの隙間にヘリウムガスを充填させる機構、被処理物もしくはステージの温度モニター機構などが設けられる。

【0006】

従来、直流電圧もしくは高周波を印加するステージを冷却する場合、直流電圧、高周波を絶縁するために、冷媒として低誘電率、低電気伝導度のフッ素系不活性液体が用いられている。

【特許文献1】特開平02-042721号公報

【特許文献2】特開平09-017849号公報

【特許文献3】特開平09-293704号公報

【特許文献4】特開平06-346256号公報

【特許文献5】特開平08-117795号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

しかし、上記従来技術では、使用している冷媒の比熱、熱伝導率が小さく、熱を奪う能力が低いため、冷媒をチラーによってマイナス数十度まで冷却し、ステージとの温度差を大きくして熱を奪う能力を上げている。この低温の冷媒の供給配管を長く引き回すと断熱が大掛かりになり、またこの冷媒は高価であるため必要量が大きくなるとコストが高くなる。従って通常は各プラズマプロセス用装置の近傍に比較的小型の冷媒チラー装置を設置している。

【0008】

10

20

30

40

50

本発明は上記の点に鑑みてなされたものであり、小型で低コストなステージ冷却機構を有するプラズマプロセス用装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0009】

上記の課題を解決するために本発明では、

プラズマを励起させるために必要な原料ガスを供給するガス供給システムと、それを排気し容器内を減圧にするための排気システムを有し、その容器内においてプラズマを励起させ、前記プラズマ中で被処理物の処理を行うように構成されたプラズマプロセス用装置において、

前容器の内部に被処理物を載せる導電性のステージが設けてあり、

10

前記ステージには直流電圧もしくは高周波を印加できる構造が設けられており、

前記冷却媒体は水ベースの液体であり、

前記ステージには、前記被処理物を冷却するための冷却媒体流路が設けられており、

前記ステージと前記冷却媒体流路との間に、高熱伝導率絶縁材料を設け、

チラーを使わずに前記冷却媒体を前記冷却媒体流路に供給することを特徴とするものである。

【0010】

また、プラズマを励起させるために必要な原料ガスを供給するガス供給システムと、それを排気し容器内を減圧にするための排気システムを有し、その容器内においてプラズマを励起させ、前記プラズマ中で被処理物の処理を行うように構成されたプラズマプロセス用装置において、

20

前容器の内部に被処理物を載せる導電性のステージが設けてあり、

前記ステージには直流電圧もしくは高周波を印加できる構造が設けられており、

前記ステージに埋め込まれて被処理物を冷却するための冷却媒体流路が設けられており、

前記冷却媒体流路は前記ステージの熱を前記冷却媒体に伝えるために熱伝導度が高く、前記ステージに印加した直流電圧もしくは高周波を前記冷却媒体に伝えないように電気絶縁性が高い材料で前記ステージから絶縁されており、

前記冷却媒体が水ベースの液体であり、

かつ、チラーを使わずに前記冷却媒体を前記冷却媒体流路に供給することを特徴とするものである。

30

【発明の効果】

【0011】

本発明によれば、高価なチラーや低誘電率、低電気伝導性を備えた特別な冷媒が不要になり、また、冷却媒体流路として金属を用いたことにより冷却媒体流路を安価に製造することができるため、装置コストを低減したプラズマプロセス用装置を提供することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0012】

次に、本発明を実施するための最良の形態について図面と共に説明する。

40

【0013】

以下、本発明の一実施例を図1～4に基づいて説明する。

【0014】

図1は本実施例で用いたプラズマプロセス用装置を示すものである。直径200mmのシリコン基板上に形成されたシリコン酸化膜をドライエッチングするための装置であり、基板ステージ105に印加する高周波によってプラズマが励起される。

【0015】

101はプロセスを行う容器本体であり、102のガス供給システムによって104のプラズマを励起させるために必要な原料ガスを供給し、103の排気システムによって原料および反応副生成ガスを排気する。その際、必要により容器101内を減圧する。13

50

． 56 MHz の電源 106 および整合器 107 によって被処理物を載せるステージ 105 に高周波を印加することによってプラズマ 104 を励起させる。ステージ 105 下部には冷却媒体入口 108 および出口 109 のポートが設けられている。

【0016】

図 2 は一般的なステージの冷却機構の詳細を示すものである。201 はステージ本体であり、熱伝導性の良い銅やアルミニウムなどの導体からなり、この部分に直流電圧もしくは高周波が印加される。203 は冷却媒体の流路であり、本体 201 と一体で形成されているか、本体 201 と同様の熱伝導性の良い導体材料で加工して、本体とロウ付け 204 またはネジなどによって固定されている。

【0017】

冷却媒体流路 203 は絶縁性のチューブ 206 を介してチラー 207 に接続されており、チラー 207 が冷媒の温度コントロールおよび循環を行っている。ステージ本体に印加した直流電圧もしくは高周波が冷媒にリークするのを防ぐために、絶縁性の冷媒が用いられている。

【0018】

表 1 は前記冷却機構で使用される代表的な冷却媒体と水の物性を示すものである。絶縁性の冷却媒体として代表的なものはフロリナート（3M 社製）とガルデン（アウジモント社製）である。これらはフッ素系不活性液体であり絶縁性である。これらの冷却媒体は、水と比較した場合、比熱、熱伝導率が小さいために、ステージ本体 201 の冷却効率を上げるためには、冷媒をマイナス数十度まで冷却する必要がある。

【0019】

一方、図 3 は本発明のステージ冷却機構の詳細を示すものである。冷却媒体には 5～10℃ の水を用いている。表 1 に示すように水は比熱、熱伝導率ともにフッ素系不活性液体と比べて大きいため、この位の温度で十分である。この水ラインに直流電流や高周波が伝わらないようにするための工夫がなされている。

【0020】

【表 1】

冷媒	比熱 (J/g・K)	熱伝導率 (W/m・K)	比誘電率	比抵抗 (Ω cm)	流動点 (°C)	沸点 (°C)
水	4.2	0.55	80		0°C	100
フロリナート	1.05	0.063	1.9	3×10^{15}	-100~-25	30~215
ガルデン	0.966	0.071	2.1	1×10^{15}	<-100~-66	70~270

301 はステージ本体であり、熱伝導性の良い銅、アルミニウムなどの導体からなり、この部分に直流電圧もしくは高周波が印加される。303 は冷却媒体の流路であり、高熱伝導率絶縁材料である窒化アルミニウムセラミックスからなり、本体にロウ付け 304 によって固定している。

【0021】

冷却媒体流路 303 には絶縁性材料であるパーフルオロアルコキシ（PFA）製の継ぎ手 305 によって PFA チューブ 306 が接続されており、ステージ下部のカバー 314 の底面部分でステンレス製継ぎ手 307 を接続し、この部分で接地している。

【0022】

冷却水の循環はポンプ 311 によって行い、ステージの温度モニター 313 が設定温度より高い値を検出した場合、冷却水入口 309 から流量コントローラ 312 によって 5～10℃ の冷却水が加えられ、それと等量の水が出口 310 に排出される。冷却水入口 30

10

20

30

40

50

9 および出口 310 はクリーンルーム内を循環している装置冷却水ラインに接続されている。

【0023】

ステージ本体に高周波を印加する場合、高周波をプラズマ励起に使い、カバー 314 内部のステージ 301 と接地部 307 の間のチューブ 306 で損失させないためにその間の抵抗を極力大きくすることが、また水の電気分解による気泡発生を防ぐために、チューブを長くし水に掛かる電界強度を小さくことが必要である。

【0024】

チューブ 306 を必要以上に細長くすると冷却水の圧損が大きくなってしまうことから、本装置では外径 1 / 4 インチ (約 6.35 mm)、長さ 30 cm のチューブを選定した 10。チューブのサイズはステージ 301 に印加する高周波電力の大きさに応じて最適化される。

【0025】

ステージ本体 301 と冷却媒体流路 303 の接続部 304 はロウ付けに限られるのではなく、ネジ止めなどによって機械的に接触させても構わない。その場合接触部分に熱伝導性の良いグリースを塗布しておくことにより確実に熱をステージ本体 301 から冷却媒体流路 303 に伝えることができる。

【0026】

なお、冷却媒体流路 303 は銅やアルミニウムなどの金属で構成し、その表面に窒化アルミニウムセラミックスからなる部材を貼り付けたり、溶射によって表面に窒化アルミニウムセラミックスを被覆したものでも構わない。これにより、図 3 に示すように、ステージ本体 301 と冷却媒体流路 303 との間に上記した高熱伝導率絶縁材料である窒化アルミニウムが設けられた構成となる。この構成では、冷却媒体流路 303 は銅やアルミニウムなどの熱電導性の高い、かつ安価な金属により形成されるため、冷却効率の向上及び冷却媒体流路 303 の低コスト化を図ることができる。 20

【0027】

また、冷却水の循環方法は上記の方法に限られるものではなく、装置近傍にチラーを設置しても構わない。その場合もフッ素系不活性媒体の場合と比べて冷却温度が高いことからチラーが小型化できる。

【0028】

なお、前記冷却水は冷却水供給設備の腐食を防ぐために還元性水である方が望ましい。特に、前記した冷却媒体流路 303 は銅やアルミニウムなどの腐食性の高い金属を用いた場合には、還元性水を用いることにより冷却媒体流路 303 の腐食も防ぐことができる。 30

【0029】

この還元性水は水に水素ガスをバブリング等の手法により溶解させることで得られる。このように形成される冷却水は、標準酸化還元電位が標準水素電極を基準電極として 0 以下の還元性を有している。

【0030】

以下、本発明の装置によって、シリコン酸化膜のドライエッチングプロセス中にステージ 301 を冷却した結果について説明する。プロセス条件は次の通りである。冷却媒体は本発明で使用する水と、比較のためにフロリナート (3M 社製) について結果を示す。 40

(プロセス条件)

基板ステージ高周波: 13.56 MHz / 1500 W

プロセスガス: C_4F_8 / CO / O_2 / Ar = 10 / 50 / 5 / 200 sccm

プロセス圧力: 5.33 Pa (約 40 mTorr)

基板: 0.75 mm シリコン基板 / 1.6 μ m シリコン酸化膜 / 0.8 μ m フォトレジスト (ϕ 0.15 μ m ホールパターン形成)

基板ステージ温度: 20 °C にコントロール

冷却媒体: 水またはフッ素系不活性液体フロリナート (3M 社製)

ステージを 20 °C に保つために必要な冷却媒体の温度は、高周波電力に依存する。図 4 50

は冷却媒体温度の高周波電力依存性の測定結果を示している。高周波電力が0～2,000 Wの範囲で、フロリナートおよび水それぞれ $-25^{\circ}\text{C} \sim 20^{\circ}\text{C}$ と $15 \sim 20^{\circ}\text{C}$ であり、水はフロリナートと比べて熱伝導が9倍高いため、冷却する温度が約 $1/9$ で同様の効果が得られることが確認された。

【0031】

また、高周波が空中に漏れて伝搬していないかを調べるためにアルファラボ社製電界強度計を用いて測定したところ、水の場合でも高周波電力が最大の2,000 Wの場合において計測器検出限界の 0.01 mW/cm^2 以下であった。

【0032】

以上の例では、被処理物としてシリコン基板を例に用いて説明したが、ガラス基板など、他の被処理物においても適用されることは言うまでもない。 10

【図面の簡単な説明】

【0033】

【図1】図1は、本発明に係るプラズマプロセス用装置の一例を示す模式的な断面図である。

【図2】図2は、一般的なプラズマプロセス用装置の被処理物を載せるステージの冷却機構を示す模式的な断面図である。

【図3】図3は、本発明に係るプラズマプロセス用装置の被処理物を載せるステージの冷却機構を示す模式的な断面図である。

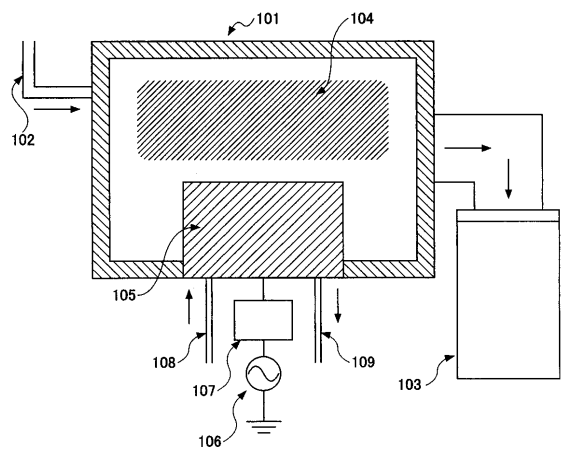
【図4】図4は、本発明に係るプラズマプロセス用装置のプラズマ励起用高周波電力の被処理物を載せるステージを冷却する冷却媒体温度との関係を示すグラフである。 20

【符号の説明】

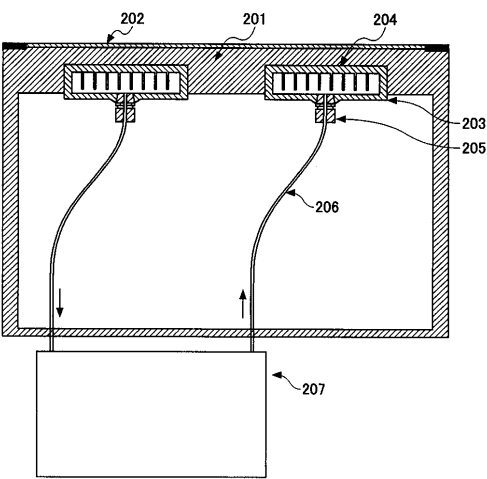
【0034】

- 101 容器本体
- 102 ガス供給システム
- 103 排気システム
- 104 プラズマ
- 105 基板ステージ
- 106 電源
- 108, 309 冷却媒体入口 30
- 109, 310 冷却媒体出口
- 201, 301 ステージ本体
- 203, 303 冷却媒体流路
- 204, 304 接続部
- 206 絶縁性チューブ
- 207 チラー
- 305 継ぎ手
- 306 PFAチューブ
- 307 ステンレス製継ぎ手
- 311 ポンプ311 40
- 312 流量コントローラ
- 307 接地部

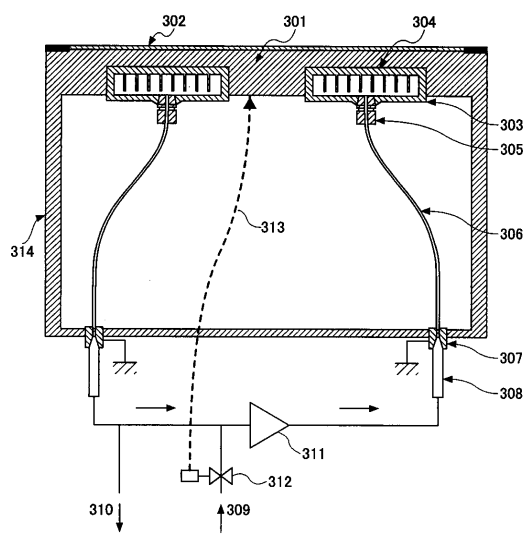
【図 1】



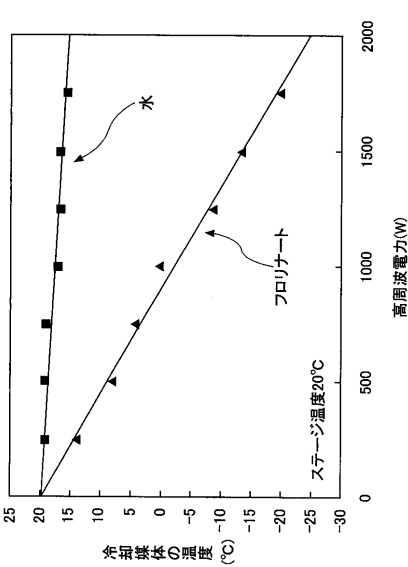
【図 2】



【図 3】



【図 4】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.			F I			テーマコード (参考)
H 0 1 L	21/205	(2006.01)	H 0 1 L	21/205		
H 0 5 H	1/46	(2006.01)	H 0 5 H	1/46	A	
C 2 3 C	14/34	(2006.01)	C 2 3 C	14/34	K	
C 2 3 C	14/50	(2006.01)	C 2 3 C	14/50	E	

F ターム(参考) 4K029 DA02 DA04 DA08 DB24 DC25 DC34 DC35 EA08
4K030 KA22 KA23 KA26 KA30 KA46
5F004 BB25 BB29
5F045 AA08 EJ03 EJ09