

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2016-509176

(P2016-509176A)

(43) 公表日 平成28年3月24日(2016.3.24)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
F 1 6 J 15/08 (2006.01)	F 1 6 J 15/08 H	3 J 0 4 0
C 2 3 C 28/04 (2006.01)	F 1 6 J 15/08 Z	4 K 0 4 4
F 0 2 F 11/00 (2006.01)	F 1 6 J 15/08 B	
	C 2 3 C 28/04	
	F 0 2 F 11/00 J	
審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 23 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号 特願2015-557137 (P2015-557137)
(86) (22) 出願日 平成26年2月7日 (2014.2.7)
(85) 翻訳文提出日 平成27年9月25日 (2015.9.25)
(86) 国際出願番号 PCT/US2014/015377
(87) 国際公開番号 W02014/124305
(87) 国際公開日 平成26年8月14日 (2014.8.14)
(31) 優先権主張番号 61/761,726
(32) 優先日 平成25年2月7日 (2013.2.7)
(33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 515216136
インターフェイス パフォーマンス マテ
リアルズ, インコーポレイテッド
アメリカ合衆国 ペンシルベニア 176
03, ランカスター, ウォールセン
ウェイ 216
(74) 代理人 100078282
弁理士 山本 秀策
(74) 代理人 100113413
弁理士 森下 夏樹
(74) 代理人 100181674
弁理士 飯田 貴敏
(74) 代理人 100181641
弁理士 石川 大輔

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 高温コーティングを有するガスケット

(57) 【要約】

高温コーティング(150)を有するガスケット(110)を作製する方法であり、その方法は、金属材料から形成されてガスケットの形状を有する基板(120)を取得することと、基板(120)の外側表面(124、126)上にナノ粒子懸濁液を適用することと、自己保護的酸化コーティング(162)のアンダーコート層(160)を形成するために第1の上昇した温度まで基板(120)を加熱することを含む。方法は、さらに、アンダーコート層(160)上に窒化ホウ素を含む液体を適用することと、オーバーコート層(170)を形成するために第2の上昇した温度で窒化ホウ素液体を乾燥させることを含む。

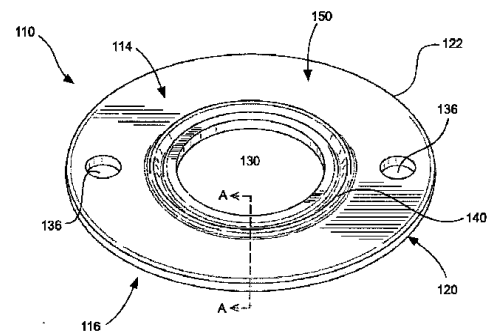


FIG. 2

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

高温コーティングを有するガスケットであって、該ガスケットは、金属材料から形成されてガスケットの形状を有する基板であって、該基板は、上部表面と、下部表面と、それらを通して形成されるアパーチャとを有する、基板と、

該上部表面および該下部表面のうちの少なくとも 1 つの表面領域の実質的に全体をカバーするアンダーコート層であって、該アンダーコート層は、該表面に適用される複数のナノ粒子から形成される自己保護的酸化コーティングを備え、該複数のナノ粒子は、該自己保護的酸化コーティングを形成するために第 1 の上昇した温度まで加熱される、アンダーコート層と、

10

該アンダーコート層上のオーバーコート層であって、該オーバーコート層は、該ガスケットが約 600 より大きい温度にさらされるときに該表面に潤滑性を提供し、該オーバーコート層は、窒化ホウ素を含む、オーバーコート層とを備える、ガスケット。

【請求項 2】

前記アンダーコート層は、前記ガスケットが約 600 より大きい温度にさらされるときに前記基板の前記表面の過剰な酸化を防止するように構成される、請求項 1 に記載のガスケット。

【請求項 3】

キャリア流体内で懸濁される複数のナノ粒子を含むナノ粒子懸濁液内で、前記複数のナノ粒子が前記基板の前記表面に適用された、請求項 1 に記載のガスケット。

20

【請求項 4】

前記複数のナノ粒子は、約 50 ナノメートル未満の平均の粒子サイズを有する、請求項 1 に記載のガスケット。

【請求項 5】

前記複数のナノ粒子は、約 20 ナノメートル未満の平均の粒子サイズを有する、請求項 1 に記載のガスケット。

【請求項 6】

前記複数のナノ粒子は、約 10 ナノメートル未満の平均の粒子サイズを有する、請求項 1 に記載のガスケット。

30

【請求項 7】

前記複数のナノ粒子は、酸化セリウムナノ粒子、酸化チタンナノ粒子、酸化アルミニウムナノ粒子、酸化ケイ素ナノ粒子、酸化スカンジウムナノ粒子、酸化イットリウムナノ粒子、酸化ジルコニウムナノ粒子、酸化ニオブナノ粒子、酸化ハフニウムナノ粒子、酸化タンタルナノ粒子、および酸化トリウムナノ粒子から成る群から選択される、請求項 1 に記載のガスケット。

【請求項 8】

前記オーバーコート層は、浮き出しの近位の領域に限定され、該浮き出しは、前記アパーチャを囲っており、かつ前記上部表面および前記下部表面のうちの少なくとも 1 つから離れて外向きに延在する、請求項 1 に記載のガスケット。

40

【請求項 9】

高温コーティングを有するガスケットを作製する方法であって、該方法は、金属材料から形成されてガスケットの形状を有する基板を取得することであって、該基板は、上部表面と、下部表面と、それらを通して形成されるアパーチャとを有する、ことと、

該上部表面および該下部表面のうちの少なくとも 1 つの表面領域の実質的に全体にわたってナノ粒子懸濁液を適用することであって、該ナノ粒子懸濁液は、キャリア流体内で懸濁される複数のナノ粒子を含む、ことと、

自己保護的酸化コーティングを備えるアンダーコート層を形成するために第 1 の上昇した温度まで該基板を加熱することと、

50

該アンダーコート層の少なくとも一部上に窒化ホウ素を含む液体を適用することと、
該アンダーコート層表面上にオーバーコート層を形成するために第２の上昇した温度まで該基板を加熱することであって、該オーバーコート層は、該ガスケットが約６００より大きい温度にさらされるときに該アンダーコート層に潤滑性を提供するように構成される、ことと

を含む、方法。

【請求項１０】

前記自己保護的酸化コーティングは、前記基板を形成する金属材料より高い濃度のクロムを有する、請求項９に記載の方法。

【請求項１１】

前記複数のナノ粒子は、約５０ナノメートル未満の平均の粒子サイズを有する、請求項９に記載の方法。

【請求項１２】

前記第１の上昇した温度は、約８０ と約６００ との間を変動する、請求項９に記載の方法。

【請求項１３】

前記第１の上昇した温度は、約８０ と約２００ との間を変動する、請求項９に記載の方法。

【請求項１４】

前記第１の上昇した温度は、約８０ と約１００ との間を変動する、請求項９に記載の方法。

【請求項１５】

窒化ホウ素を含む前記液体を適用することに先立って、乾燥したキャリア流体を取り除くために前記アンダーコート層を形成した後に前記基板を洗浄することをさらに含む、請求項９に記載の方法。

【請求項１６】

前記基板を洗浄することは、超音波部品洗浄器内で該基板を洗浄することをさらに含む、請求項１５に記載の方法。

【請求項１７】

前記第２の上昇した温度は、約８０ と約２００ との間を変動する、請求項９に記載の方法。

【請求項１８】

前記第２の上昇した温度は、約８０ と約１００ との間を変動する、請求項９に記載の方法。

【請求項１９】

高温コーティングを有するガスケットを作製する方法であって、該方法は、
金属材料から形成されてガスケットの形状を有する基板を取得することであって、該基板は、上部表面と、下部表面と、それらを通して形成されるアパーチャとを有する、ことと、

該上部表面および該下部表面のうちの少なくとも１つの表面領域の実質的に全体にわたってナノ粒子懸濁液を適用することであって、該ナノ粒子懸濁液は、キャリア流体内で懸濁される複数のナノ粒子を含む、ことと、

自己保護的酸化コーティングを形成するために約８０ と約２００ との間で該基板を加熱することと、

乾燥したキャリア流体を取り除くために該基板を洗浄することと、

該自己保護的酸化コーティングの少なくとも一部上に窒化ホウ素を含む液体を適用することと、

窒化ホウ素を含む該液体を乾燥させてオーバーコート層を形成するために約８０ と約２００ との間で該基板を加熱することと

を含む、方法。

10

20

30

40

50

【請求項 20】

自己保護的酸化コーティングを形成するために約 80 と約 100 との間で前記基板を加熱することをさらに含む、請求項 19 に記載の方法。

【請求項 21】

窒化ホウ素を含む前記液体を乾燥させてオーバーコート層を形成するために約 80 と約 100 との間で前記基板を加熱することをさらに含む、請求項 19 に記載の方法。

【請求項 22】

前記複数のナノ粒子は、約 50 ナノメートル未満の平均の粒子サイズを有する、請求項 19 に記載の方法。

【請求項 23】

前記キャリア流体は、水と界面活性剤との混合物をさらに含む、請求項 19 に記載の方法。

【請求項 24】

前記基板を洗浄することは、超音波部品洗浄器内で該基板を洗浄することをさらに含む、請求項 19 に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

(関連出願)

この特許出願は、2013年2月7日出願された「Gasket with High Temperature Coating」というタイトルの米国仮特許出願第61/761,726号の利益を主張し、その出願は、参照により、その全体が本明細書に援用される。

(技術分野)

本願は、高温用途における使用のためのガスケットに概して関連し、いくつかの実施形態において、内燃エンジンのエンジンブロック、ターボチャージャーおよび触媒コンバータ内に見られる排気ポートおよび排気管周りを密閉するためのガスケットに関連する。

【背景技術】

【0002】

(背景)

トラック、トラクタ、バス、鑿井機、ボーリングマシン、携帯ポンプユニット、非常用発電機などの大型車両および非車両用途のための内燃エンジンは、有意な量の熱を生成することが可能であり、非商業用の車およびトラックによって生じる排気ガスより熱い排気ガスを生じさせる。したがって、そのようなエンジンの排気マニホールド、ターボチャージャー、EGRシステムおよび触媒コンバータについての排気管接合部は、非常に熱くなる可能性がある。不運にも、排気管ガスケットは、より一般的なステンレススチール合金から作製され、このステンレススチール合金は、非商業用の車およびトラックに見られるより低い排気ガス温度に概して適しており、高負荷の高温用途においてそれらの外側表面の劣化および剥離につながる厳しい酸化腐食を経験する場合がある。結果として、材料のInconelTMブランドの下で生産および販売されるオーステナイト系ニッケルクロムベースの超合金の部類などの高価で新種の金属合金から形成される特殊な高温ガスケットが必要とされ得る。

【0003】

その結果、効果的な処理またはコーティングの必要性が存在し、それらは、より一般的なステンレススチールから作製されるより低い費用のガスケット基板に適用されることが可能であり、ガスケットが、上述されている高負荷適用などの高温用途においてガスケットの外側表面の実質的な酸化腐食または劣化あるいは剥離することなく効果的に機能することを可能にする。本開示は、そのような高温コーティングまたは処理に向けられる。

【発明の概要】

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 4 】

(要 旨)

簡単に説明すると、本開示の1つの実施形態は、高温コーティングを有するガスケットを作製する方法を備える。方法は、金属材料から形成されてガスケットの形状を有する基板を取得することと、基板の外側表面上にナノ粒子溶液または懸濁液を適用することを含む。ナノ粒子懸濁液は、キャリア流体内で懸濁される複数のナノ粒子を含み、ナノ粒子は、約50ナノメートルまたはそれより小さい平均の粒子サイズを有する可能性がある。方法は、さらに、アンダーコート層を形成するために約80 と約600 との間である第1の上昇した温度まで基板を加熱することを含む。アンダーコート層は、自己保護的酸化コーティングであることが可能であり、ガスケットが約600 またはそれより大きい温度にさらされたときに基板の表面の過剰な酸化を防止するように構成される。

10

【 0 0 0 5 】

基板およびアンダーコート層を冷却後、方法は、アンダーコート層の少なくとも一部上に窒化ホウ素コーティングを適用することと、窒化ホウ素コーティングを乾燥させてアンダーコート層の表面上のオーバーコート層にするために約80 と200 との間である第2の上昇した温度まで基板を加熱することとをさらに含む。オーバーコート層は、ガスケットが約600 より大きい温度にさらされたときにアンダーコート層および基板に潤滑性を提供するように構成される。

【 0 0 0 6 】

本開示の別の実施形態は、高温コーティングを有するガスケットを備える。ガスケットは、金属材料から形成されてガスケットの形状を有する基板を含み、基板は、上部表面と、下部表面と、それらを通して形成されるアパーチャを有する。ガスケットは、さらに、上部表面および下部表面の片方または両方の表面領域の実質的に全体をカバーするアンダーコート層を含み、アンダーコート層は、複数のナノ粒子から形成される自己保護的酸化コーティングを備え、複数のナノ粒子は、表面に適用され、約80 と600 との間であり、好ましくは、約80 と100 の間である第1の上昇した温度まで所定時間加熱される。ガスケットは、ガスケットが約600 より大きい温度にさらされたときに表面に潤滑性を提供するためにアンダーコート層上にオーバーコート層をさらに含み、オーバーコート層は、概して、窒化ホウ素を含む。

20

【 0 0 0 7 】

本開示の別の実施形態は、高温コーティングを有するガスケットを作製する方法である。方法は、金属材料から形成されてガスケットの形状を有する基板を取得することと、上部表面および下部表面の片方または両方の表面領域の実質的に全体にわたってナノ粒子懸濁液を適用することとを含み、基板は、上部表面と、下部表面と、それらを通して形成されるアパーチャとを有し、ナノ粒子懸濁液は、キャリア流体内で懸濁される複数のナノ粒子を含む。方法は、さらに、自己保護的酸化コーティングを形成するために約80 と約200 との間の第1の上昇した温度まで基板を加熱し、続いて、任意の乾燥したキャリア流体を取り除くために基板を洗浄することを含む。基板は、超音波部品洗浄器内で洗浄されることが可能である。

30

【 0 0 0 8 】

方法は、自己保護的酸化コーティングの少なくとも一部上において窒化ホウ素コーティングを適用し、続いて、窒化ホウ素コーティングを乾燥させてオーバーコート層を形成するために約80 と約200 の間で基板を加熱することとをさらに含む。自己保護的酸化コーティングは、ガスケットが約600 またはそれより大きい温度にさらされたときに基板の表面の過剰な酸化を防止するように構成されることが可能である一方で、オーバーコート層は、ガスケットが約600 より大きい温度にさらされたときにアンダーコート層および基板に潤滑性を提供するように構成されることが可能である。

40

【 0 0 0 9 】

本発明は、添付された図面と合わせて以下に記載される詳細な説明をレビューしたときにより良く理解され、添付された図面は、以下のとおり簡単に説明される。

50

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 0 】

【図 1】図 1 A ~ 1 C は、先行技術内に見られるような内燃エンジンについての様々な代表的な排気ガスケットの正面図である。

【図 2】図 2 は、本開示の代表的な実施形態に従って、高温コーティングを有する排気ガスケットの斜視図である。

【図 3】図 3 は、断面線 A - A に沿ってとられる、図 2 の排気ガスケットの断面側面である。

【図 4】図 4 は、本開示の別の代表的な実施形態に従って、高温コーティングを有する複層排気ガスケットの斜視図である。

【図 5】図 5 は、本開示の別の代表的な実施形態に従って、図 2 ~ 3 の高温コーティングを形成する方法を表しているフローチャートである。

【図 6】図 6 A は、8 0 0 の熱老化前のコーティングのないありのままのステンレススチール試験ブランクの写真であり、図 6 B は、8 0 0 の熱老化後のコーティングのないありのままのステンレススチール試験ブランクの写真である。

【図 7】図 7 A は、8 0 0 の熱老化前のナノ粒子コーティングを有するステンレススチール試験ブランクの写真であり、図 7 B は、8 0 0 の熱老化後のナノ粒子コーティングを有するステンレススチール試験ブランクの写真である。

【図 8】図 8 A は、8 0 0 の熱老化前の窒化ホウ素コーティングを有するステンレススチール試験ブランクの写真であり、図 8 B は、8 0 0 の熱老化後の窒化ホウ素コーティングを有するステンレススチール試験ブランクの写真である。

【図 9】図 9 A ~ 9 B は、8 0 0 の熱老化後のナノ粒子アンダーコート窒化ホウ素オーバーコートの両方を有するステンレススチール試験ブランクの写真である。

【図 1 0】図 1 0 は、図 6 A ~ 9 B に示されている試験ブランクのいくつかの減摩性能を詳述する表である。

【図 1 1 A】図 1 1 A ~ 1 1 B は、それぞれ、図 8 A ~ 8 B および 9 A ~ 9 B に示されている試験コーティングの密閉性能を詳述するグラフである。

【図 1 1 B】図 1 1 A ~ 1 1 B は、それぞれ、図 8 A ~ 8 B および 9 A ~ 9 B に示されている試験コーティングの密閉性能を詳述するグラフである。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 1 】

(詳細な説明)

さて、より詳細に図面に言及すると、いくつかの図にわたって同様の部分が同様の参照数字と同一視され、図 1 A ~ 1 C は、それぞれ、先行技術内に見られ得るような、内燃エンジンのための様々な代表的な排気ガスケット 1 0、2 0、3 0 を示している。見られることが可能であるように、これらの排気ガスケット 1 0、2 0、3 0 は、それぞれ、独特な外側形状または輪郭 1 2、2 2、3 2 と、それらの特定のエンジン設計に合う構造的特徴とを有する一方で、内燃エンジン用の排気ガスケットの適用に特に適応する複数の共通の特徴を共有する。例えば、排気ガスケット 1 0、2 0、3 0 は、それぞれ、中心排気アパーチャ 1 6、2 6、3 6 と 2 つ以上の留め金具アパーチャまたはボルト穴 1 7、2 7、3 7 とを含むように穿孔または切断された 1 つ以上の実質的に平面状の金属基板 1 4、2 4、3 4 から形成される。排気ガスケット 1 0、2 0、3 0 は、さらに、典型的には、金属基板内へ形成されるいくつかの形態の浮き出し 1 8、2 8、3 8 を含み、浮き出し 1 8、2 8、3 8 は、排気アパーチャ 1 6、2 6、3 6 を囲っており、排気システムコンポーネントの滑らかなシーリング表面と、排気マニホールドまたは排気管（示されていない）とに接触して据えられる隆起した滑らかな表面を提供することにより、熱い排気ガスがガスケット周りに漏れるのを妨げるシールを提供する。

【 0 0 1 2 】

図 1 A ~ 1 C に示されている先行技術の排気ガスケット 1 0、2 0、3 0 は、それぞれ、より典型的な排気ガスケット用途における使用に適し得、そこで、作動温度は、6 0 0

10

20

30

40

50

未満である。しかしながら、これらの同一のガスケットは、高温用途に適しておらず、高温用途において、排気ガスケットは、常に600 を超える温度の動作中にシールを維持する必要があり、このとき、必要な性能標準を満たさなくなる。例えば、600 を超える温度の動作中にシールを維持するように構成された高温排気ガスケットの性能基準は、他のファクタの中で、粘着性、潤滑性および密閉性を含むことが可能である。

【0013】

粘着性は、概して、ガスケットの外側表面、具体的には、外側シーリング表面の構造的な一体性を維持するガスケットの能力に関連する。例えば、高温試験を通して、基板の外側表面、典型的な金属ガスケットの表面処理またはコーティングは、上昇した温度において厳しい酸化腐食を経験する可能性があることが示されてきており、これは、概して、経時的に裂けて破碎して薄片になる厚い酸化コーティングという結果となり、薄片は、所望のシールを維持することが不可能である凹凸表面を形成するように分離する。

【0014】

潤滑性は、概して、エンジンブロックと排気システムおよび管の様々な部分との間の熱誘起移動を調節するガスケットの能力に関連する。これらのエンジンコンポーネントは、しばしば、異なる熱膨張係数を有する異なる材料から作られ得、これは、例えばエンジンブロックの排気ポートを横切る熱誘起移動につながる可能性がある。したがって、排気ガスケットの外側表面は、片方または両方のコンポーネントシーリング表面が浮き出しの隆起した接触表面上のコーティングをひっかくことも、えぐることもまたは引き裂くこともなくガスケット上を滑ることを可能にするのに十分な潤滑性を提供すべきである。1つの側面において、排気ガスケットの表面の潤滑性は、摩擦係数(COF)として測定されることが可能であり、高温用途において0.2より小さいCOFが望ましく、これは、排気ポートを横切る有意な熱誘起移動を提示することが可能である。

【0015】

密閉性は、概して、浮き出しの隆起した滑らかな表面と、排気マニホールドまたは排気管上のエンジンブロックまたはフランジの略平面状の滑らかなシーリング表面との間の境界面に沿った排気ガスの漏出を制限するガスケットの能力に関連する。エンジン排気用途の温度は、概して、弾力的で適合性があるガスケット材料の使用を不可能にするので、ステンレススチールなどの剛性材料が要求され、金属ガスケットとエンジンコンポーネントのシーリング表面との間のメタルオンメタル接触という結果となる。このため、典型的に、全ての漏出を除去する完全なシールを設けることは不可能である。したがって、ガスケットの密閉性は、どれくらい良くガスケットが漏出率を許容可能レベルまで制限することが可能であるかの尺度である。1つの側面において、密閉性は、組み立て後であるが動作前に、排気システム全体についての漏洩率を測定する加圧空気試験を通して測定することが可能である。試験フィクスチャに取り付けられた単一のガスケットを横切る漏出を測定する加圧空気試験も実施されることが可能である。

【0016】

いくつかの例において、代表的な先行技術排気ガスケット10、20、30の金属基板14、24、34は、600 未満である典型的な動作環境において、排気ガスケットと、排気マニホールドまたは排気管上のエンジンブロックまたはフランジの滑らかなシーリング表面との間の直接のメタルオンメタル接触を通して他の態様で利用可能であるものより良いシールをガスケットが形成することを可能にする表面処理またはコーティングを提供され得る。しかしながら、これらの同一の先行技術処理またはコーティングは、高負荷内燃エンジン用途において遭遇され得るような600 を超え得る高温用途において、必要なシーリングおよび減摩性能を維持するように示されなかった。

【0017】

本開示の1つの代表的な実施形態に従って、図2および図3は、金属材料から形成される基板120を有する一般的な形状のガスケット110を示している。基板120は、上述されている欠点を克服する高温コーティング150を提供された。1つの側面において、基板120は、外側縁部122、上部表面124、下部表面126、および上部表面1

10

20

30

40

50

24から下部表面126まで基板120を通して形成される排気アパーチャ130と実質的に平面状であることが可能である。排気アパーチャ130は、ガスケット110によって密閉される作動流体（例えば、排気ガス）と概して接触する内側縁部132を有することが可能である。基板120は、さらに、排気アパーチャ130から離間された1つ以上の留め金具アパーチャまたはボルト穴136を含むことが可能であり、そこを通して、ボルトまたは同様の留め金具が、ガスケットによって密閉されるコンポーネントを共に引き締めるように延在することが可能である。基板120は、アパーチャ130を囲っておりかつ上部表面124および下部表面126のうちの少なくとも1つから離れて外向きに延在する浮き出し140をさらに含むことが可能である。浮き出し140は、作動流体がガスケット110周りに漏れるのを妨げるシールを提供するために、結合されるコンポーネントの滑らかなシーリング表面に対して接触して据えられる隆起した滑らかな最外表面142を提供することが可能である。

10

【0018】

図2～3に示されている高温コーティング150を有するガスケット110は、概して、エンジンブロック内の排気ポートから出る排気ガスを密閉するための、排気システムコンポーネントと排気マニホールドまたは排気管（示されていない）との間に適用するための排気ガスケットとして構成される。しかしながら、ガスケット110およびコーティング150は、多種多様な異なる高温シーリング用途と、様々な作動流体に対する密閉に適し得ると考えられ、それぞれは、本開示の範囲内に入るように考慮され得る。

20

【0019】

ガスケットの基板120は、概して、ステンレススチール合金などの金属基礎材料121から形成されることが可能であり、金属基礎材料121は、600より大きい高温においてバルク特性を維持する。ステンレススチール合金、特に鉄のステンレススチール合金が、好まれる実施形態とみなされ得る一方で、基板は、さらに、アルミニウム、ニッケルまたはチタンの合金などの他の耐高温金属から、またはセラミックなどの他の耐高温非金属材料から形成され得る。

【0020】

ガスケット110の高温コーティング150は、概して、基板120の上部表面124および下部表面126と密接に接触する第1の層、すなわちアンダーコート160と、アンダーコート160をカバーする第2の層、すなわちオーバーコート170を含む複層コーティングシステムを備えることが可能である。アンダーコート160は、高温用途において基板120の外側表面124、126上に他の態様で生じる厳しい酸化腐食に抵抗するために、基板120を形成している基礎合金121上に保護の層を提供することが可能である。したがって、アンダーコート160は、ガスケット110の粘着基準を満たすようにかつその外側表面124、126の構造的な一体性を維持するように構成されることが可能である。加えて、オーバーコート170は、典型的に、結合されるコンポーネントのシーリング表面と接触する減摩または潤滑層であり、概して、ガスケット110の潤滑性および密閉性基準の両方を満たす特質を提供することが可能である。

30

【0021】

概して、アンダーコート160およびオーバーコート170の両方は、基板120を形成している基礎合金121に最大の保護を提供するために、上部表面124、下部表面126ならびに基板120の外部および内部側縁部122、132の全てを実質的にカバーする。しかしながら、ガスケット110と、結合されるコンポーネントのシーリング表面と間の接触の主領域は、浮き出し140の隆起した接触表面142の近位に位置し得るので、いくつかの側面において、オーバーコート170は、局所的に、または基板120の外側表面124、126の他の部分ではなく浮き出し142の近位にのみ適用され得ると考えられる。

40

【0022】

第1の層、すなわちアンダーコート160は、溶液または懸濁液（以下、より正確に「ナノ粒子懸濁液」または「懸濁液」と呼ぶ）内で基板120の外側表面（および縁部）に

50

適用された複数のナノ粒子から形成される保護的コーティングを備えることが可能である。懸濁液は、基板上へのばされるか、吹き付けられるかあるいはブラシをかけられることが可能であるか、または基板 120 は、懸濁液内ヘディップコーティングされることが可能である。1つの側面において、ナノ粒子懸濁液の一回の適用は、概して、基板 120 の表面 124、126、122、132 上へ所望の量のナノ粒子を堆積させるのに十分である可能性がある。しかしながら、他の側面において、ナノ粒子懸濁液は、基板の表面上へ堆積させられた材料が所望のカバー範囲および濃度に達するまで複数回適用されて乾燥されることが可能であり、基板は、周囲の温度で空気乾燥されるか、または概して 100 未満である温度で加熱乾燥される。次いで、基板 120 および適用されたナノ粒子は、基板 120 の表面 124、126、122、132 上に他の態様で生じる厳しい酸化腐食に抵抗する保護的アンダーコート 160 を形成するために第 1 の上昇した温度まで所定時間共に加熱されることが可能である。

10

【0023】

1つの側面において、ナノ粒子の平均サイズは、50 ナノメートルまたはそれより小さい可能性がある。他の側面において、ナノ粒子の平均サイズは、20 ナノメートルあるいはそれより小さいか、またはちょうど 10 ナノメートルあるいはそれより小さい可能性がある。さらに、ナノ粒子は、概して、酸化セリウムナノ粒子、酸化チタンナノ粒子、酸化アルミニウムナノ粒子、酸化ケイ素ナノ粒子、酸化スカンジウムナノ粒子、酸化イットリウムナノ粒子、酸化ジルコニウムナノ粒子、酸化ニオブナノ粒子、酸化ハフニウムナノ粒子、酸化タンタルナノ粒子、および酸化トリウムを含むがこれらに限定されない元素の酸化物である可能性がある。

20

【0024】

本開示の 1つの実施形態において、個々のナノ粒子は、連続する層を形成することなく、基板の表面上に広く散在するかまたは分散されることが可能である。次いで、分散されて散在するナノ粒子は、薄い自己保護的酸化コーティング 162 を形成するように、第 1 の上昇した温度まで加熱している間、基板 120 の基礎合金 121 と相互作用することが可能である。酸化コーティング 162 は、2012 年 6 月 12 日に発行された米国特許第 8,197,613 号に説明されているように、実質的に完璧に基板の表面をカバーするように成長または形成する。この特許は、参照により、その全体が本明細書に全ての目的のために援用される。

30

【0025】

任意の特定のメカニズムまたは理論に縛られることなく、基板の表面上に散在して分散されているナノ粒子は、加熱プロセス中の基礎合金 121 の酸化の結果として形成する微粒子状の均一な安定した熱酸化コーティング 162 の発展および成長のための核生成部位として役立つと考えられる。1つの側面において、第 1 の上昇した温度は、約 600 またはそれより大きく、約 1 分～約 48 時間に及ぶ期間であることが可能である。さらに別の側面において、第 1 の上昇した温度は、約 800 またはそれより大きく、約 1 分～約 48 時間に及ぶ期間であることが可能である。

【0026】

代替的に、実験および実施を通して、以前に考慮されたそれらの上昇した温度よりはるかに低い温度で自己保護的酸化コーティングを形成することも可能であり得ることが見出された。例えば、任意の特定のメカニズムまたは理論に再び縛られることなく、さらに、基板は、薄い自己保護的酸化コーティング 162 を形成するために、200 の低さの温度までか、または 80 ～ 100 の低さの温度まで加熱することを単に要求し得ると考えられる。したがって、1つの代表的な実施形態において、自己保護的酸化コーティング、すなわちアンダーコート層を形成するための第 1 の上昇した温度は、約 80 と約 600 との間を変動することが可能である一方で、別の実施形態において、第 1 の上昇した温度は、約 80 と 200 との間を変動することが可能であり、さらに別の実施形態において、第 1 の上昇した温度は、約 80 と約 100 との間を変動することが可能である。上の実施形態において、ナノ粒子溶液内でコーティングされた基板は、約 5 分～約 3

40

50

0分に及ぶ時間、第1の上昇した温度に維持されることが可能であり、好まれる時間は、製造中に自己保護的酸化コーティングを形成するのに必要とされる時間および費用を減少させるために、範囲のより短い端部付近、すなわち約5分である。

【0027】

アンダーコート層160を形成するために使用されるナノ粒子の懸濁液は、基板120の表面124、126、122、132上へナノ粒子を堆積させるように常温で容易に蒸発することが可能であるトルエンなどの揮発性キャリア流体内で懸濁するナノ粒子を含むことが可能である。この実施形態において、キャリア流体は、保護的アンダーコート層を形成する加熱ステップ中に簡単に蒸発または燃焼することが可能である。

【0028】

他の実施形態において、キャリア流体は、保護的アンダーコートを生成するために使用される加熱ステップ中に基板上に残留物が残る可能性がある、水と界面活性剤（石鹼など）との混合物を含むことが可能である。界面活性剤残留物は、保護的アンダーコート層と潤滑オーバーコート層との間の結合に影響を及ぼす可能性があるため、残留物は、アンダーコート160上に第2の層、すなわちオーバーコート170を適用することに先立って残留物を取り除くように基板を洗浄することによって基板から取り除かれると良い。1つの側面において、基板は、清浄水または他の洗浄剤で満たされている超音波部品洗浄器内で洗浄されて、次いで、第2の層、すなわちオーバーコート170の適用に先立って乾燥されることが可能である。

【0029】

本開示のさらに別の実施形態において、第1の層、すなわちアンダーコート160は、薄い測定可能な厚さを有するナノ粒子の実質的に連続する層を形成するのに十分な量および濃度において基板120の外側表面124、126（および縁部）に適用された複数のナノ粒子から形成されることが可能である。次いで、基板120および適用されたナノ粒子は、約600℃またはそれより低くあり得る第1の上昇した温度まで加熱されることが可能である。再び、任意の特定のメカニズムまたは理論に縛られることなく、ナノ粒子の連続する層は、より高い作動温度における厳しい酸化から基礎合金121をカバーして保護するナノ粒子の薄い保護的コーティングまたはフィルム164を形成する加熱プロセス中に乾燥および焼成されることが考えられる。

【0030】

第1の層、すなわちアンダーコート160が、ナノ粒子の適用および加熱を通して基板120の外側表面124、126上に形成された後、第2の層、すなわちオーバーコート170が、ガスケットが約600℃より大きい温度にさらされたときにガスケット110の外側表面114、116に潤滑性および密閉性を提供するようにアンダーコート160上に適用されることが可能である。本開示の1つの側面において、減摩または潤滑オーバーコート170は、窒化ホウ素を含むことが可能であり、窒化ホウ素は、図3に示されているように、実質的にアンダーコート160の表面領域全体にわたって適用されることが可能であるか、または基板120内へ形成され得る任意の浮き出し140の隆起した接触表面142に対する適用に限定され得る。

【0031】

ナノ粒子溶液を用いるとき、オーバーコート170は、窒化ホウ素を含む溶液などの液体として基板120の表面に適用されることが可能であり、その溶液は、基板上へのばされるか、吹き付けられるかまたはブラシをかけられることが可能であるか、または基板120は、その溶液内ヘディップコーティングされることが可能である。適用後、次いで、液体オーバーコートは、1つの側面において約80℃と約200℃の間を変動することが可能である第2の上昇した温度で加熱乾燥されることが可能である。別の側面において、第2の上昇した温度は、約80℃と約100℃の間を変動することが可能である。少なくとも部分的にオーバーコート層によってコーティングされている自己保護的アンダーコート層160を有する基板は、約5分～約30分に及ぶ時間、第2の上昇した温度に維持されることが可能であり、好まれる時間は、製造中に減摩または潤滑オーバーコート1

10

20

30

40

50

70を形成するのに必要とされる時間および費用を減少させるために、範囲のより短い端部付近、すなわち約5分である。概して、オーバーコートの一回の適用は、上面自己保護的アンダーコート層160上に潤滑オーバーコート170を形成するのに十分である可能性がある。しかしながら、複数の適用も可能であり、本開示の範囲内に入るように考慮される。

【0032】

本開示のさらに別の実施形態において、外側表面上ヘナノ粒子の層および窒化ホウ素の層を堆積させるようにキャリア流体を蒸発させるため以外の基板の有意な加熱に先立って、第1の層、すなわちアンダーコート160を形成するナノ粒子は、基板120の表面124、126（および縁部122、132）に適用され得、第2の層、すなわちオーバーコート170を形成する窒化ホウ素コーティングが直に続く。次いで、基板120、ナノ粒子の層、窒化ホウ素の層は、保護的アンダーコート160および密閉可能な減摩オーバーコート170を同時に発展させるために第1の上昇した温度まで共に加熱されることが可能であり、したがって、複層高温コーティング150を形成する。この実施形態において、窒化ホウ素の層は、酸素がナノ粒子および基礎合金121に達してそれらと反応することを妨げるバリアとして働き得、その結果、保護的な第1の層、すなわちアンダーコート160は、有意な酸素が存在することなく、第1の上昇した温度における加熱ステップ中に発展する。第1の上昇した温度までガスケット110を加熱する最終ステップは、通常の製造プロセス中に制御された環境内で行われることが可能であるか、または代替として、上述されているエンジン排気用途などの用途に取り付けられた後にガスケット110の第1の使用中被行われ得る。

10

20

【0033】

図4は、本開示の別の代表的な実施形態の斜視図であり、一般的な形状の排気ガスケット210は、接続メカニズム217、219を用いてガスケットの対向端部付近で共に連接される複数の基板220、230、240を含む。接続メカニズム217、219は、排気ポートを横切る結合されるコンポーネントの熱誘起移動を調節するために、基板220、230、240間の制限された相対移動を可能にすることが可能である。1つの側面において、2層高温コーティング250は、上部基板220の上面および底面224、226のそれぞれ、中部基板330の上面および底面234、236のそれぞれ、および下部基板240の上面および底面244、246のそれぞれに適用されることが可能である。別の側面において、2層高温コーティング250は、ガスケット210の外側表面、すなわち、上部基板220の上面224および下部基板240の底面246のみに適用され得る。複数基板ガスケットの全ての表面に保護的アンダーコート260が適用される一方で、別の基板とまたは結合されるコンポーネント（例えば、エンジンブロックおよび排気マニホールドまたは排気管）のシーリング表面との滑り接触を経験する隆起した接触表面228におけるアンダーコート260上にのみオーバーコート270が適用されるなどの他の構成も可能である。

30

【0034】

図5は、本開示の別の代表的な実施形態に従って、図2～3の高温コーティングを有するガスケットを形成する代表的な方法300を表しているフローチャートである。方法300は、金属材料から形成されてガスケットの形状を有する基板を取得するステップ302を含み、基板は、上部表面と、下部表面と、それらを通して形成されるアパーチャとを有する。方法300は、さらに、上部表面および下部表面の片方または両方の表面領域の実質的に全体にわたってナノ粒子懸濁液を適用するステップ304を含み、ナノ粒子懸濁液は、キャリア流体内で懸濁される複数のナノ粒子を含む。必要に応じて、方法は、さらに、基板の表面と接触して複数のナノ粒子を堆積させるようにナノ粒子懸濁液を乾燥または蒸発させることが可能である。適用可能な場合、ナノ粒子懸濁液を適用して乾燥するステップ304が、所望の量のナノ粒子が基板の表面上に分配されるまで複数回行われることが可能である。

40

【0035】

50

所望の量のナノ粒子が基板の表面上へ堆積させられた後、基板およびナノ粒子溶液／ナノ粒子は、アンダーコート層を形成するために第１の上昇した温度まで所定時間加熱される（３０６）。本開示の１つの側面において、第１の上昇した温度は、約１分～約４８時間に及ぶ期間、約８０と約６００との間を変動することが可能である。好まれる実施形態において、第１の上昇した温度は、約５分の間に約８０と約１００との間を変動することが可能である。この温度処理は、基板の表面を実質的にカバーし得る基礎合金から形成される薄い自己保護的酸化コーティングを生じさせ、ガスケットが約６００またはそれより大きい温度にさらされるときに基板の表面の過剰な追加の酸化を防止するように構成されるときと考えられる。

【００３６】

方法３００は、アンダーコート層の少なくとも一部上に窒化ホウ素を含む液体を適用するステップ３０８と、アンダーコート層上に潤滑オーバーコート層を形成するために第２の上昇した温度まで基板を加熱するステップ３１０とをさらに含む。本開示の１つの側面において、第２の上昇した温度は、約１分～約３０分に及ぶ期間、約８０と約１００との間を変動することが可能である。この温度処理は、窒化ホウ素液体を乾燥させてアンダーコート層の表面上のオーバーコート層にし、オーバーコート層は、ガスケットが約６００またはそれより大きい温度にさらされるときにアンダーコート層および基板に潤滑性を提供するように構成される。

【００３７】

図６Ａおよび６Ｂ～１１Ａおよび１１Ｂは、上述されているコーティングと加熱処理との様々な組み合わせをされたステンレススチール試験プランク上で行われ、次いで、高温排気ガスケットについての性能基準、すなわち粘着性、潤滑性および密閉性に従って評価された研究室試験の結果を示している。写真は、さらに、試験コーティングの粘着性能の視覚的な表示を提供する。

【００３８】

まず、図６Ａ～６Ｂおよび７Ａ～７Ｂは、対照およびベースラインの目的のために行われた試験を示している。例えば、図６Ａは、ありのままで、いずれのコーティングもなく任意の加熱処理に先立つステンレススチール試験プランク４１０の写真である。未処理かつ未加熱の試験プランク４１０の表面４１２は、滑らかで光沢があり、０．２０のＣＯＦを有する。対照的に、図６Ｂは、同様のステンレススチール試験プランク４２０の写真であり、ステンレススチール試験プランク４２０も、ありのままで、いずれのコーティングもなく、それは、試験オープン内で１００時間８００で熱老化された。未加熱試験プランク４１０と対照的に、熱老化試験プランク４２０の表面４２２は、特により黒ずんだ領域４２４において広範な非均一酸化を経験し、鈍くなり、粗くなり、シールを形成するのに概して適さなくなった。熱老化試験プランクは、さらに、０．５５の有意により高いＣＯＦを有する。図６Ｂは、より高い作動温度にさらされるときに非保護ステンレススチールに発生する可能性があるダメージを示している。

【００３９】

図７Ａは、任意の加熱処理に先立って、ナノ粒子の層でコーティングされたステンレススチール試験プランク５１０の写真である。未加熱試験プランク５１０の表面５１２は、ナノ粒子が目に見えないので依然として滑らかで光沢があり、０．１６の改善されたＣＯＦを有する。図７Ｂは、同様のステンレススチール試験プランク５２０の写真であり、ステンレススチール試験プランク５２０も、ナノ粒子の層でコーティングされ、次いで、試験オープン内で１００時間８００で熱老化された。ありのままの表面を有する熱老化試験プランク４２０と対照的に、ナノ粒子層を有する熱老化試験プランク５２０の外側表面５２２は、上述されている微粒子状の均一な安定した熱酸化コーティングへの酸化を経験したが、未処理ステンレススチールと同様に高い０．５３のＣＯＦを有していた。

【００４０】

図８Ａは、任意の熱処理に先立って、ナノ粒子アンダーコート層なしに窒化ホウ素のコーティングを受けたステンレススチール試験プランク６１０の写真である。未加熱試験ブ

10

20

30

40

50

ランク 6 1 0 の表面 6 1 2 は、基礎金属が窒化ホウ素コーティングによってカバーされており、もはや目に見えないので、依然として滑らかだがもはや光沢はない。未加熱の窒化ホウ素コーティングされた試験プランク 6 1 0 は、0.15 の C O F を有する。図 8 B は、同様のステンレススチール試験プランク 6 2 0 の写真であり、ステンレススチール試験プランク 6 2 0 も、ナノ粒子アンダーコート層なしに窒化ホウ素のコーティングを受け、次いで、試験オープン内で 1 0 0 時間 8 0 0 で熱老化された。

【 0 0 4 1 】

図 8 B に見られることが可能であるように、熱老化試験プランク 6 2 0 の外側表面 6 2 2 は、プランクの中心付近に実質的に不変のままである窒化ホウ素コーティングの部分 6 2 4 を含み、0.22 の比較的低い C O F を有する。しかしながら、プランク 6 2 0 の外側縁部付近に窒化ホウ素コーティングの他の領域 6 2 6 が存在し、そこでは、コーティングが、下にある基板に粘着するコーティングの能力を失って、代わりに、劣化して破碎して剥離し始めた。劣化は、窒化ホウ素コーティングとの境界付近のステンレススチールプランクの酸化の結果であり、これにより、コーティングが、コーティング自身の劣化ではなく、基板に粘着するコーティングの能力をゆるめると考えられる。

10

【 0 0 4 2 】

図 9 A および 9 B は、ステンレススチール試験プランク 7 1 0、7 2 0 の写真であり、ステンレススチール試験プランク 7 1 0、7 2 0 は、ナノ粒子アンダーコート層および窒化ホウ素オーバーコート層の両方を受け、次いで、試験オープン内で 1 0 0 時間 8 0 0 で熱老化された。示されていないが、コーティングされた試験プランクは、熱老化に先立って、図 8 A の試験プランク 6 1 0 に示された外観および摩擦係数に類似する外観および摩擦係数を有する。図 9 B のプランク 7 2 0 は、ステンレススチールプランクおよびナノ粒子アンダーコート層が 3 0 分間 8 0 0 の第 1 の上昇した温度まで中間加熱され、次いで、窒化ホウ素オーバーコート層の適用に先立って冷却されたという点で、以前の試験と異なる。この中間加熱は、図 9 A の試験プランク 7 1 0 に適用されなかった。

20

【 0 0 4 3 】

図 9 A に見られることが可能であるように、中間加熱処理を受けなかった試験プランク 7 1 0 の表面 7 1 2 は、0.24 の比較的低い C O F を有する不変中心部分 7 1 4 を有したが、依然として、外側縁部付近の領域 7 1 6 内にいくつかの破碎および粘着不足が表れた。対照的に、中間加熱処理を受けた試験プランク 7 2 0 の表面 7 2 2 によって最良の総合結果が実証された。示されているように、外側表面 7 2 2 は、縁部領域 7 2 6 においてその一体性および粘着性の両方を維持したと同時に、熱老化サンプルのいずれかの中心シーリング部分 7 2 4 付近に最も低い C O F (0.21) を提供した。

30

【 0 0 4 4 】

図 1 0 は、図 6 A および 6 B ~ 9 A および 9 B に示されている試験結果についての数値データを示す表 8 0 0 であり、これは、複数の試験プランクまたはサンプル上で行われた。表 8 0 0 は、さらに、いくつかの追加の試験プランクがたった 1 6 時間のより短い期間熱老化された後にとられた試験データを含む。

【 0 0 4 5 】

図 1 1 A は、ナノ粒子アンダーコート層および窒化ホウ素オーバーコート層の両方を受け、次いで、試験オープン内で 1 6 時間 8 0 0 で熱老化された試験プランク上で行われた密閉性試験「前および後」の結果のグラフ 9 1 0 である。線 9 1 2 は、熱老化に先立って試験プランク上で行われた窒素漏洩試験についての結果を示している一方で、線 9 1 4 は、熱老化後の高温コーティングについての密閉性における改善を示している。グラフ 9 1 0 (図 1 1 A) 内で評価された試験プランクは、上述されている中間加熱を受けなかった。

40

【 0 0 4 6 】

図 1 1 B は、ナノ粒子アンダーコート層、中間加熱および窒化ホウ素アンダーコート層を受けた試験プランク上で行われ、次いで、試験オープン内で 1 6 時間 8 0 0 の熱老化された密閉性試験「前および後」の結果のグラフ 9 2 0 である。線 9 2 2 は、長期の熱老

50

化に先立って試験ブランク上で行われた窒素漏洩試験についての結果を示している一方で、線 9 2 4 は、熱老化後の高温コーティングについての密閉性における改善を再び示している。したがって、密閉性についての基準に関して、ナノ粒子アンダーコート層および窒化ホウ素オーバーコート層の両方を受けた試験ブランクが、中間加熱の有無に関わらず、同様に良い性能を示した。

【 0 0 4 7 】

本発明は、本発明を成し遂げる最良の形態を提示するように発明者によって考慮される好まれる実施形態および方法論に関して説明されてきた。多種多様な付加、削除および改変が、示されている実施形態に対して本発明の範囲内で当業者によってよくなされ得る。例えば、ガスケットの基板は、高温コーティングのナノ粒子層の適用に先立って様々に表面処理（例えば、サンドブラastingおよび酸エッチング）され得る。これらおよび他の修正は、本発明の精神および範囲から逸脱することなく当業者によってなされ得、以下の請求項によってのみ制限される。

10

【 図 2 】

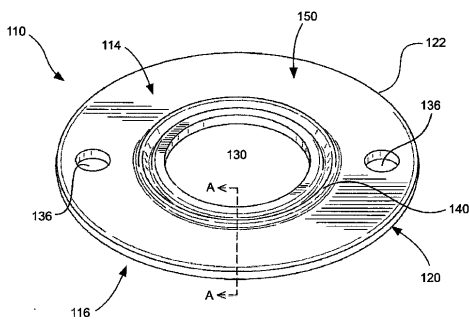


FIG. 2

【 図 3 】

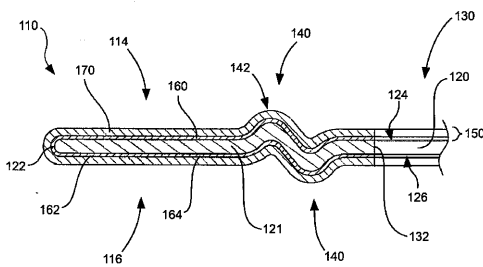


FIG. 3

【 図 4 】

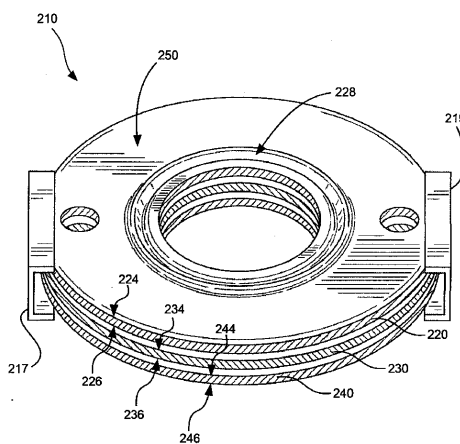


FIG. 4

【 図 5 】

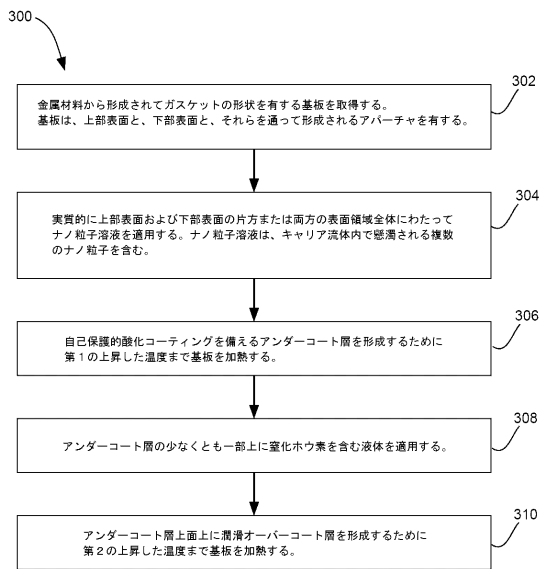


FIG. 5

【 図 1 0 】

ガスケット	要けたとき	800Cで	
		16時間後	100時間後
REF.フーレン301SS			
W/O ナノ粒子層	ピーク	0.49	0.52
W/O 窒化ホウ素層	スライディング	0.45	0.58
	Avg	0.47	0.55
REF.フーレン301SS			
W/ ナノ粒子層	ピーク	0.38	0.54
W/O 窒化ホウ素層	スライディング	0.14	0.52
	Avg	0.16	0.53
コンセプト1A			
W/O ナノ粒子層	ピーク	0.19	0.23
W/ 窒化ホウ素層	スライディング	0.14	0.21
	Avg	0.15	0.22
コンセプト1A			
W/ ナノ粒子層	ピーク	0.19	0.23
W/ 窒化ホウ素層	スライディング	0.17	0.24
	Avg	0.18	0.24
コンセプト1B			
W/ ナノ粒子層	ピーク	0.18	0.22
W/ 中間加熱	スライディング	0.17	0.20
W/ 窒化ホウ素層	Avg	0.17	0.21

800

912

922

914

924

FIG. 10

【 図 1 1 A 】

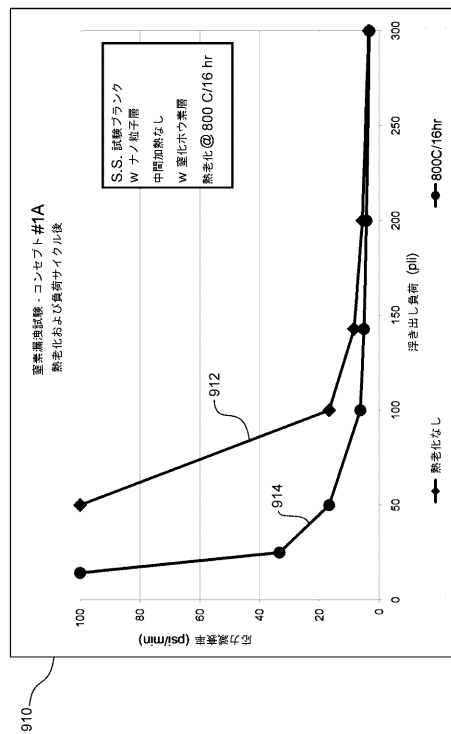


FIG. 11A

【 図 1 1 B 】

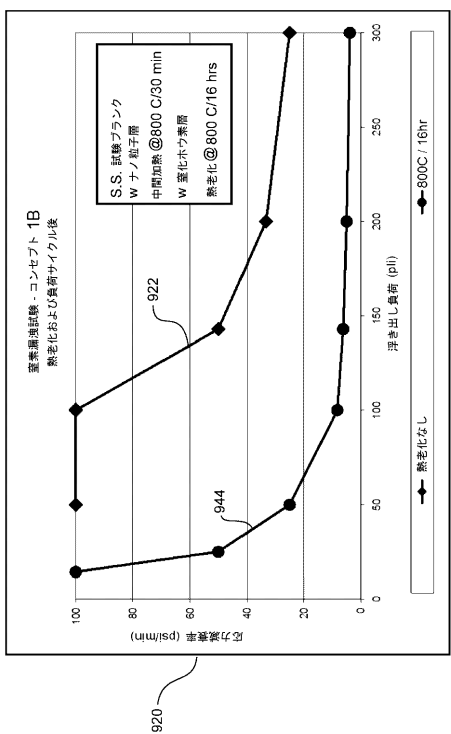
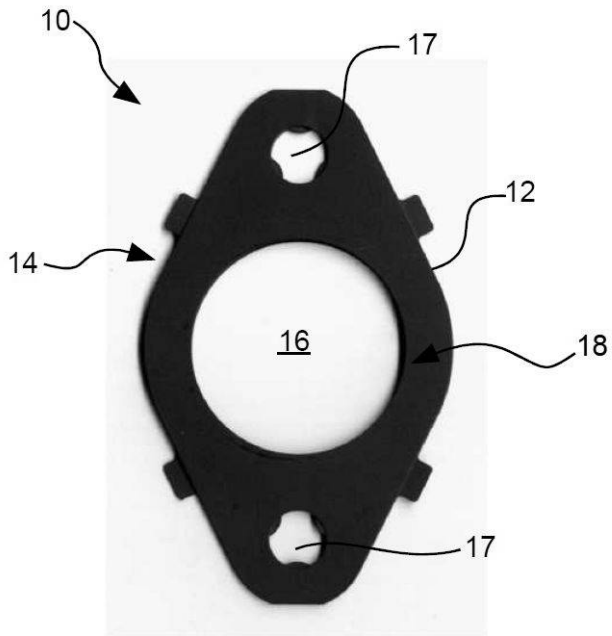
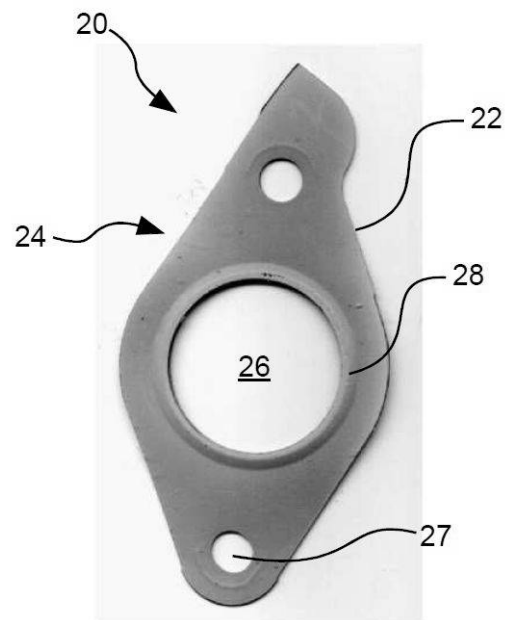
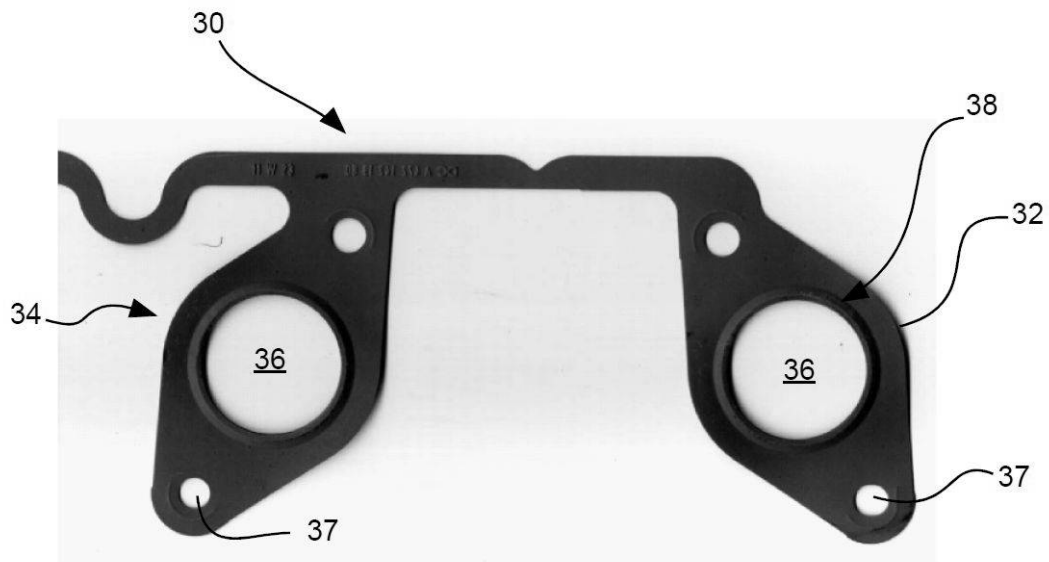


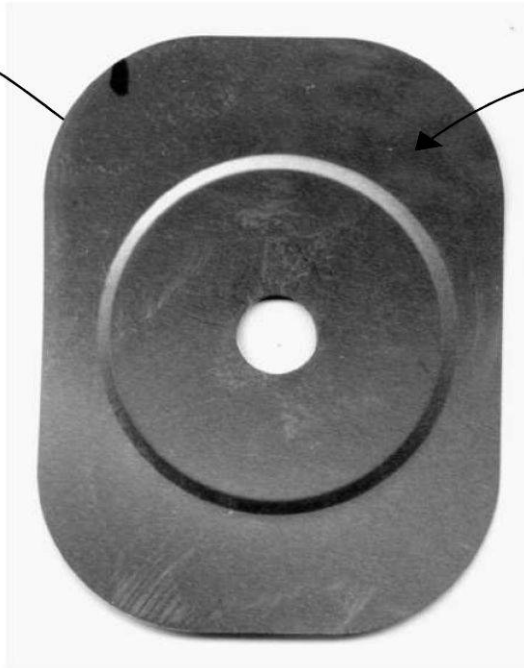
FIG. 11B

【図 1】

**FIG. 1A** (先行技術)**FIG. 1B** (先行技術)**FIG. 1C** (先行技術)

【図 6】

410

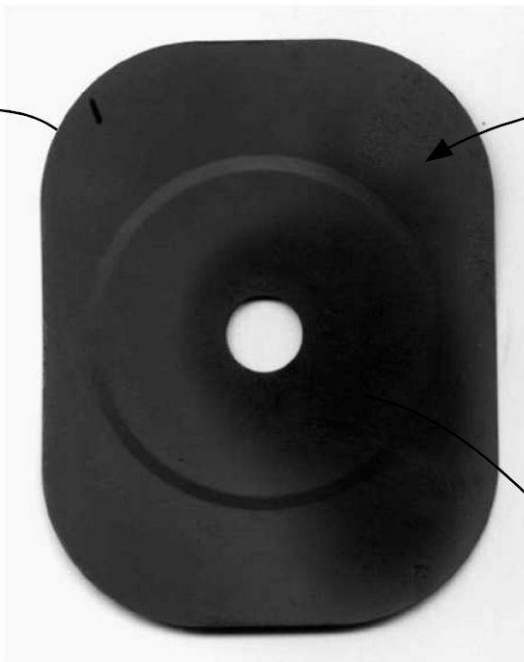


412

S.S. 試験ブランク
w/o ナノ粒子層
w/o 窒化ホウ素層
熱老化に先立つ
COF = 0.20

FIG. 6A

420



422

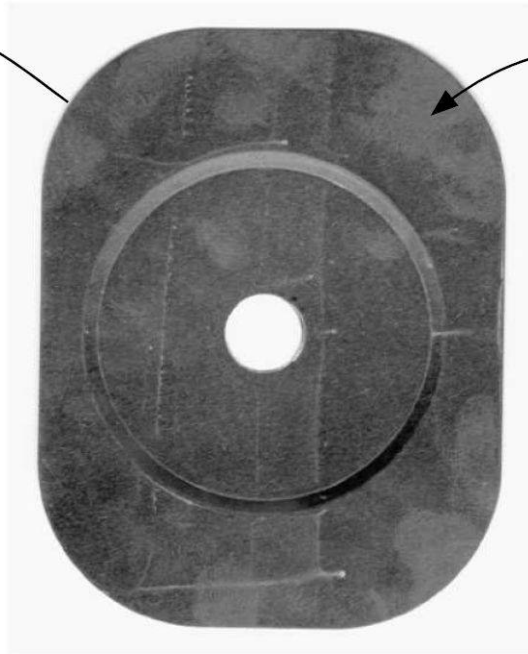
S.S. 試験ブランク
w/o ナノ粒子層
w/o 窒化ホウ素層
熱老化 100 hrs @ 800 C
COF = 0.55

424

FIG. 6B

【図 7】

510

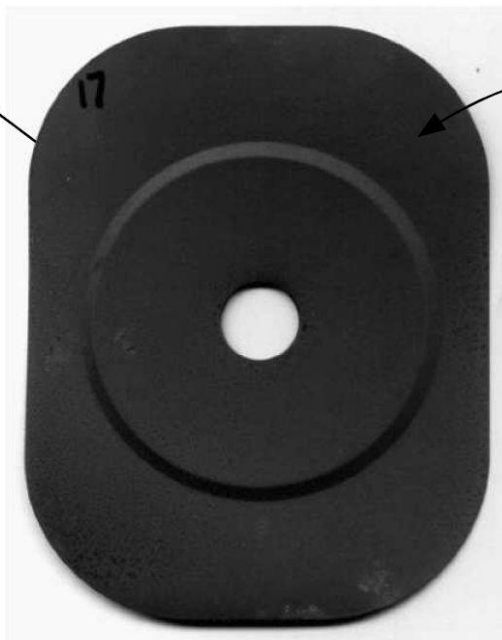


512

S.S. 試験ブランク
w ナノ粒子層
w/o 窒化ホウ素層
熱老化に先立つ
COF = 0.16

FIG. 7A

520



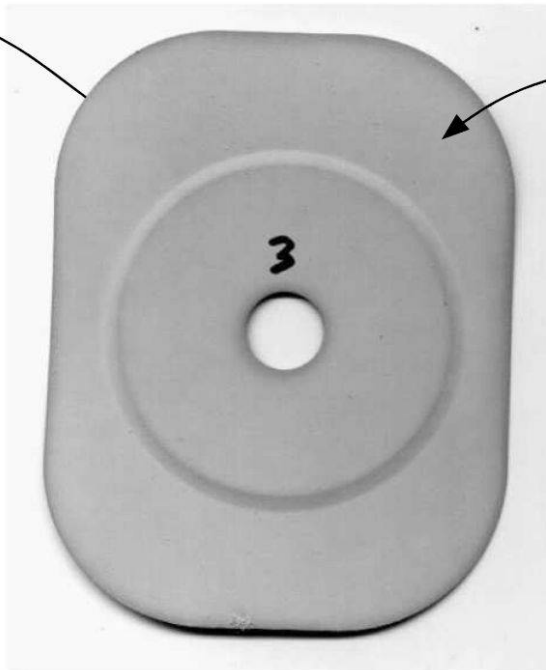
522

S.S. 試験ブランク
w ナノ粒子層
w/o 窒化ホウ素層
熱老化 100 hrs @ 800 C
COF = 0.53

FIG. 7B

【図 8】

610

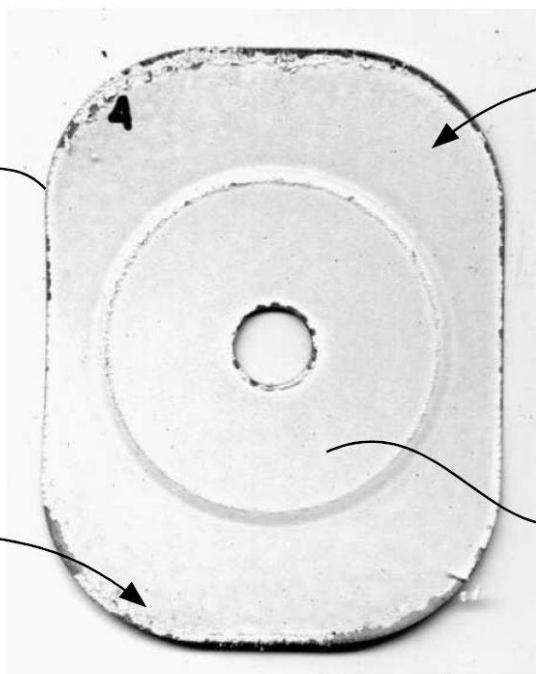


612

S.S. 試験ブランク
 w/o ナノ粒子層
 w 窒化ホウ素層
 熱老化に先立つ
 COF = 0.15

FIG. 8A

620



622

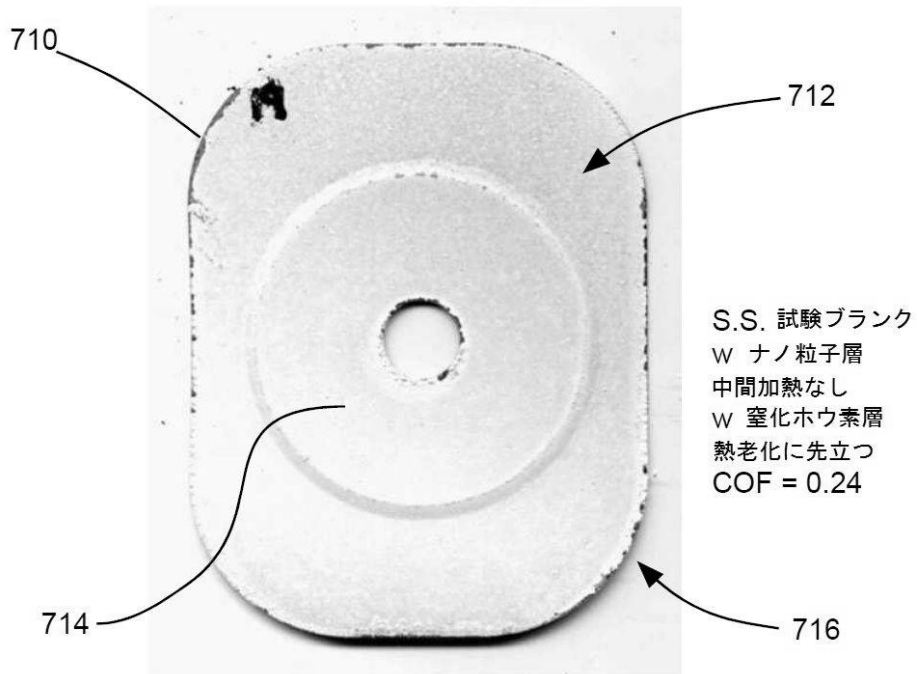
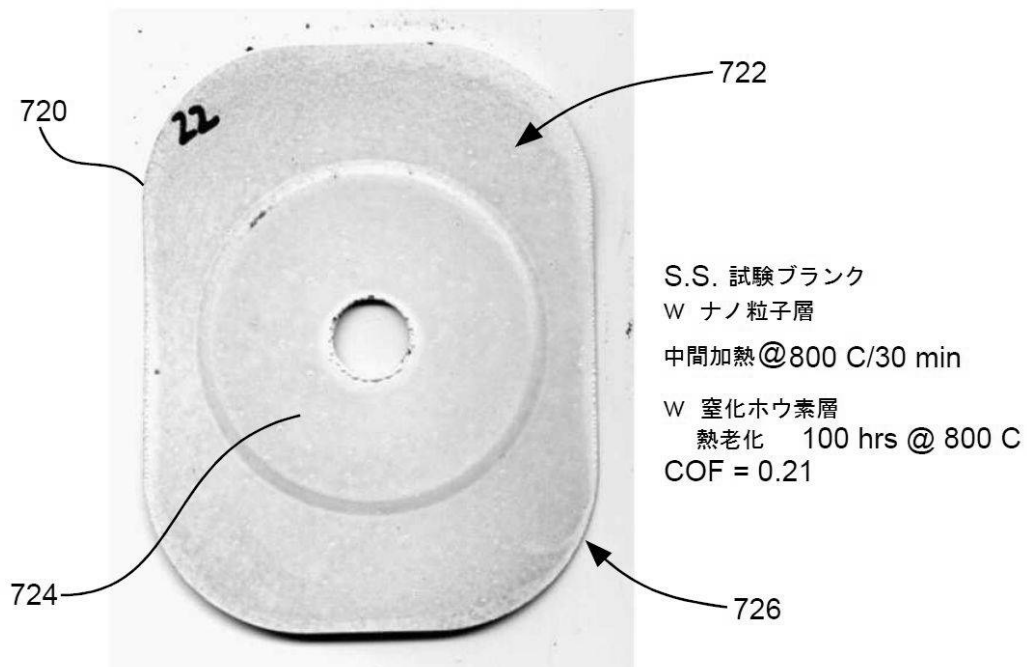
S.S. 試験ブランク
 w/o ナノ粒子層
 w 窒化ホウ素層
 熱老化 100 hrs @ 800 C
 COF = 0.22

626

624

FIG. 8B

【図 9】

**FIG. 9A****FIG. 9B**

【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/US2014/015377

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER INV. C23C24/08 F16J15/08 ADD.		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) C23C F16J		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) EP0-Internal, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	DE 20 2006 014072 U1 (ELRINGKLINGER AG [DE]) 23 November 2006 (2006-11-23) page 2, paragraph 1 page 3, paragraph 13 page 5, paragraph 35 -----	1-8
Y	US 2010/105264 A1 (PISTNER TIM [US] ET AL) 29 April 2010 (2010-04-29) the whole document -----	9-24
Y	WO 2006/138394 A2 (MATERIAL INTERFACE INC [US]; KERBER SUSAN [US]) 28 December 2006 (2006-12-28) page 3, line 8 - page 4, line 6 page 18, line 6 - page 19, line 31 page 26; table 3 page 26, line 4 - page 27, line 27 -----	1-24
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents : "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search		Date of mailing of the international search report
3 June 2014		12/06/2014
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer
		Joffreau, P

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/US2014/015377

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 202006014072 U1	23-11-2006	DE 202006014072 U1	23-11-2006
		US 2007216109 A1	20-09-2007

US 2010105264 A1	29-04-2010	NONE	

WO 2006138394 A2	28-12-2006	US 2007141370 A1	21-06-2007
		US 2012251742 A1	04-10-2012
		WO 2006138394 A2	28-12-2006

フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I テーマコード(参考)
F 0 2 F 11/00 Z

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), EP(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US

(74)代理人 230113332

弁護士 山本 健策

(72)発明者 レーア, プライアン シー.

アメリカ合衆国 ペンシルベニア 1 7 6 0 3, ランカスター, ウィッポールウィル ドライブ 2 5

(72)発明者 バラル, ジェフリー エル.

アメリカ合衆国 ペンシルベニア 1 7 5 4 3, リティッツ, イー. フォース アベニュー 1 0 1

F ターム(参考) 3J040 AA11 AA15 BA01 EA03 EA17 EA26 EA27 EA46 FA01 HA01
HA06 HA20
4K044 AA03 AA06 AB02 BA12 BA18 BB03 BC02 BC05 BC11 CA21
CA29 CA53 CA62