

(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2009-515054

(P2009-515054A)

(43) 公表日 平成21年4月9日(2009.4.9)

(51) Int.Cl.

**C23C 24/08** (2006.01)  
**F28F 13/02** (2006.01)

F 1

C 23 C 24/08  
F 28 F 13/02

テーマコード(参考)

4 K O 4 4

A

B

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願2008-540111 (P2008-540111)  
 (86) (22) 出願日 平成18年11月6日 (2006.11.6)  
 (85) 翻訳文提出日 平成20年5月7日 (2008.5.7)  
 (86) 国際出願番号 PCT/US2006/043255  
 (87) 国際公開番号 WO2007/056327  
 (87) 国際公開日 平成19年5月18日 (2007.5.18)  
 (31) 優先権主張番号 11/268,140  
 (32) 優先日 平成17年11月7日 (2005.11.7)  
 (33) 優先権主張国 米国(US)

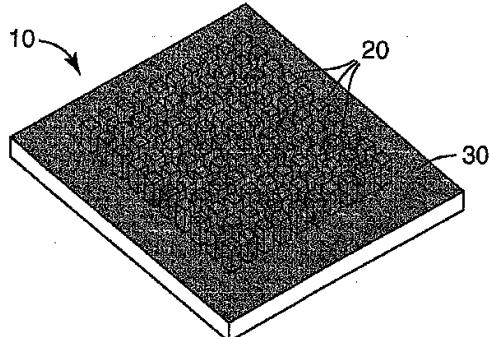
(71) 出願人 599056437  
 スリーエム イノベイティブ プロパティ  
 ズ カンパニー  
 アメリカ合衆国 55133-3427  
 ミネソタ州、セントポール、スリーエム  
 センター ポスト オフィス ボックス  
 33427  
 (74) 代理人 100099759  
 弁理士 青木 篤  
 (74) 代理人 100077517  
 弁理士 石田 敏  
 (74) 代理人 100087413  
 弁理士 古賀 哲次  
 (74) 代理人 100111903  
 弁理士 永坂 友康

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】熱転写コーティング

## (57) 【要約】

複数の複合本体、および複数の複合本体の間にそれらを互いに接合して配置された複数の間隙要素を含む熱転写コーティング。複合本体は、第1金属を含む内側部分、および第1金属と第2金属とを含む合金を含む外側部分を含む。間隙要素は、外側部分の合金を含む。



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

アルミニウム、銅、銀、およびこれらの合金から成る群より選択される第1金属を含む内側部分、並びに前記第1金属と、銅、銀、およびマグネシウムから成る群より選択される第2金属とを含み、かつ前記第1金属と前記第2金属が相違する合金を含む外側部分を含む複数の金属本体；および

前記複数の金属本体の間にそれらを互いに接合して配置された複数の間隙要素であって、該間隙要素が前記外側部分の前記合金を含む間隙要素を含む熱転写コーティングであって、該熱転写コーティングの有効空隙率が少なくとも10パーセントである、熱転写コーティング。 10

**【請求項 2】**

前記第1金属が銅を含み、そして前記第2金属が銀を含む、請求項1に記載の熱転写コーティング。

**【請求項 3】**

前記第1金属が銅であり、そして前記間隙要素が銀と銅との合金を含む、請求項1に記載の熱転写コーティング。

**【請求項 4】**

前記第1金属がアルミニウムを含み、そして前記第2金属がマグネシウムを含む、請求項1に記載の熱転写コーティング。

**【請求項 5】**

前記第1金属がアルミニウムであり、そして前記間隙要素がアルミニウムとマグネシウムとの合金を含む、請求項1に記載の熱転写コーティング。 20

**【請求項 6】**

前記内側部分が、更にダイアモンドを含む、請求項1に記載の熱転写コーティング。

**【請求項 7】**

前記ダイアモンドが、クロム、コバルト、マンガン、モリブデン、ニッケル、ケイ素、タンタル、チタン、タングステン、バナジウム、ジルコニウム、およびこれらの合金から成る群より選択される炭化物形成体を含む中間コーティングを含む、請求項6に記載の熱転写コーティング。 30

**【請求項 8】**

前記複数の金属本体の単位密度が、1立方センチメートル当たり金属本体 $10^7 \sim 10^9$ 個の範囲である、請求項1に記載の熱転写コーティング。

**【請求項 9】**

前記金属本体が実質的に球形状である、請求項1に記載の熱転写コーティング。

**【請求項 10】**

前記金属本体が、5~50マイクロメートルの範囲の平均直径を有する、請求項9に記載の熱転写コーティング。

**【請求項 11】**

前記金属本体が、1~2の範囲のアスペクト比を有する、請求項1に記載の熱転写コーティング。 40

**【請求項 12】**

前記コーティングが、20~500マイクロメートルの範囲の厚さを有する、請求項1に記載の熱転写コーティング。

**【請求項 13】**

熱転写コーティングの有効空隙率が少なくとも20パーセントである、請求項1に記載の熱転写コーティング。

**【請求項 14】**

ダイアモンドと、アルミニウム、銅、銀、およびこれらの合金から成る群より選択される第1金属とを含む内側部分、並びに前記第1金属と、銅、銀、およびマグネシウムから成る群より選択される第2金属とを含み、かつ前記第1金属と前記第2金属が相違する合 50

金を含む外側部分を含む複数の複合本体；および

前記複数の複合本体の間にそれらを互いに接合して配置された複数の間隙要素であって、該間隙要素が前記外側部分の前記合金を含む間隙要素を含む、熱転写コーティング。

**【請求項 15】**

前記第1金属が銅を含み、そして前記第2金属が銀を含む、請求項14に記載の熱転写コーティング。

**【請求項 16】**

前記第1金属が銅であり、そして前記間隙要素が銀と銅との合金を含む、請求項14に記載の熱転写コーティング。

10

**【請求項 17】**

前記第1金属がアルミニウムを含み、そして前記第2金属がマグネシウムを含む、請求項14に記載の熱転写コーティング。

**【請求項 18】**

前記第1金属がアルミニウムであり、そして前記間隙要素がアルミニウムとマグネシウムとの合金を含む、請求項14に記載の熱転写コーティング。

**【請求項 19】**

前記複数の複合本体の単位密度が、1立方センチメートル当たり複合本体 $10^7 \sim 10^9$ 個の範囲である、請求項14に記載の熱転写コーティング。

20

**【請求項 20】**

前記ダイアモンドに付着した中間コーティングであって、クロム、コバルト、マンガン、モリブデン、ニッケル、ケイ素、タンタル、チタン、タングステン、バナジウム、ジルコニア、およびこれらの合金から成る群より選択される炭化物形成体を含む中間コーティングを更に含み、前記第1金属が前記中間コーティングに付着している、請求項14に記載の熱転写コーティング。

**【請求項 21】**

前記複合本体が立方八面体である、請求項14に記載の熱転写コーティング。

**【請求項 22】**

前記複合本体が、1～2の範囲のアスペクト比を有する、請求項14に記載の熱転写コーティング。

30

**【請求項 23】**

前記複合本体が、5～50マイクロメートルの範囲の平均直径を有する、請求項14に記載の熱転写コーティング。

**【請求項 24】**

前記コーティングが、20～500マイクロメートルの範囲の厚さを有する、請求項14に記載の熱転写コーティング。

**【請求項 25】**

熱転写コーティングの有効空隙率が少なくとも10パーセントである、請求項14に記載の熱転写コーティング。

**【請求項 26】**

請求項1に記載の熱転写コーティングを含む冷却システム。

40

**【請求項 27】**

請求項14に記載の熱転写コーティングを含む冷却システム。

**【請求項 28】**

外表面を有する放熱基材を提供する工程；

前記放熱基材上に、結合剤を含む組成物と複数の金属本体とを堆積する工程であって、前記金属本体が、融点 $T_{mp_1}$ を有する第1金属を含む内側部分と、融点 $T_{mp_2}$ を有する第2金属を含む合金を含む外側部分とを含む工程；および

前記組成物を $T_{mp_1}$ および $T_{mp_2}$ よりも低い温度まで加熱して、前記複数の金属本体を互いにおよびそれと前記放熱基材とを結合する、前記第1金属と前記第2金属とを含

50

む合金を形成する工程であって、前記複数の金属本体と前記合金が、少なくとも 10 パーセントの有効空隙率を有する多孔質マトリックスを形成する工程を含む、放熱基材をコーティングする方法。

【請求項 29】

前記第 1 金属が、アルミニウム、銅、銀、およびこれらの合金から成る群より選択される、請求項 28 に記載の方法。

【請求項 30】

前記第 2 金属が、銅、銀、マグネシウム、およびこれらの合金からなる群である、請求項 28 に記載の方法。

【請求項 31】

前記第 1 金属が銅を含み、そして前記第 2 金属が銀を含む、請求項 28 に記載の方法。

【請求項 32】

前記結合剤が、鉛油、シリコーン油、ケロセン、およびポリビニルブチラールから成る群より選択される、請求項 28 に記載の方法。

【請求項 33】

前記金属本体が更にダイアモンドを含む、請求項 28 に記載の方法。

【請求項 34】

前記放熱基材の前記外表面が三次元表面を含む、請求項 28 に記載の方法。

【請求項 35】

外表面を有する放熱基材を提供する工程；

請求項 1 に記載の熱転写コーティングを前記外表面上に適用する工程；および前記熱転写コーティングを冷却液に接触させる工程

を含む、放熱装置を冷却する方法。

【請求項 36】

前記方法が単相の熱伝達を含む、請求項 35 に記載の方法。

【請求項 37】

前記方法が 2 相の熱伝達を含む、請求項 35 に記載の方法。

【請求項 38】

前記冷却液が熱サイホン内に収容されている、請求項 37 に記載の方法。

【請求項 39】

前記放熱基材を熱発生装置に取り付けることを更に含む、請求項 35 に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、一般に、熱転写コーティングに関する。特に、本発明は、多孔質金属コーティング、並びにその製造および使用方法に関する。

【背景技術】

【0002】

放熱構成要素類用の一つの冷却システムは、蒸発または沸騰する流体類を含む。生成される蒸気はその後、外部手段を用いて凝結されて、ボイラーヘ戻される。ボイラーでの流体の熱伝達を改良するために、多孔質の沸騰表面を使用することができる。

【0003】

例えば、火炎またはプラズマ溶射によって製造されたコーティング類を包含する様な多孔質の沸騰表面を利用することができる。これらのプロセス類では、多孔性を制御して三次元基材類を均一にコーティングすることが困難なことがある。他の既知のコーティング類は、有機結合剤類を用いて結合した導電性粒子類を含む。これらのコーティング類は、一般に、低いバルク熱伝導度を有し、そしてそのため、三次元表面類を有する基材類上では困難な、正確な厚さ制御を必要とする。

【0004】

集積回路類およびその他の放熱電子デバイス類は、より強力でそしてコンパクトになる

10

20

30

40

50

につれて、これら放熱構成要素類からの熱伝達速度を高める必要がある。それ故に、高い熱伝達率を有する多孔質の沸騰表面を開発することが引き続き必要とされている。更に、製造プロセスに容易に適用できる安価な多孔質の沸騰表面も引き続き必要とされている。

**【発明の開示】**

**【課題を解決するための手段】**

**【0005】**

本発明は、一般に、熱転写コーティングに関する。特に、本発明は、多孔質金属コーティング、並びにその製造および使用方法に関する。前記コーティングは、冷凍システム類および電子冷却システム類などの冷却装置類用の蒸発器類を作製するために使用できる。コーティング類は、単相または2相の熱伝達システム類の両方で使用することができる。幾つかの実施形態では、コーティングは、例えば、マイクロプロセッサなどの集積回路を冷却するために用いられる熱サイホンのボイラーに適用される。

10

**【0006】**

一態様では、本開示内容は、複数の複合本体と、前記複数の複合本体の間にそれらを互いに接合して配置された複数の間隙要素とを含む熱転写コーティングを提供する。複合本体は、アルミニウム、銅、銀、およびこれらの合金から成る群より選択される第1金属を含む内側部分、並びに前記第1金属と、銅、銀、およびマグネシウムから成る群より選択される第2金属とを含む合金を含む外側部分を含む。間隙要素類は、外側部分の合金を含み、そして熱転写コーティングの有効空隙率は少なくとも10パーセントである。

20

**【0007】**

いくつかの実施形態では、第1金属は銅を含み、第2金属は銀を含み、そして間隙要素は銀と銅との合金を含む。その他の実施形態では、第1金属はアルミニウムを含み、第2金属はマグネシウムを含み、そして間隙要素はアルミニウムとマグネシウムとの合金を含む。

**【0008】**

幾つかの態様では、複合本体は、それらの内側部分の中にダイアモンドを含む。第1金属に加えて、ダイアモンド類も、クロム、コバルト、マンガン、モリブデン、ニッケル、ケイ素、タンタル、チタン、タングステン、バナジウム、ジルコニア、およびこれらの合金から成る群より選択される炭化物形成体を含む中間コーティングでコーティングすることができる。

30

**【0009】**

別の態様では、本開示内容は、熱転写コーティング類の形成方法を提供する。この方法は、外表面を有する放熱基材を提供すること、およびこの放熱基材上に、熱的除去が可能な結合剤を含む組成物と複数の複合本体を付着することを包含する。複合本体は、融点 $T_{mp_1}$ を有する第1金属を含む内側部分と、融点 $T_{mp_2}$ を有する第2金属を含む外側部分とを含む。組成物をその後、 $T_{mp_1}$ および $T_{mp_2}$ よりも低い温度まで加熱して、複数の複合本体を互いにおよびそれと前記放熱基材とを結合する、第1金属と第2金属とを含む合金を形成する。このプロセスは、等温再凝固と呼ばれる。

**【0010】**

別の態様では、本開示内容の熱転写コーティングを用いた放熱装置の冷却方法が提供される。

40

**【0011】**

本開示内容との関連において：

用語「有効空隙率」とは、マトリックス内での流量または浸透性に寄与する、本体内の結合された孔容量または空隙スペースを指す。有効空隙率は、マトリックス中に存在し得る孤立した孔を除外する。

**【0012】**

用語「単位密度」とは、特定の体積当たりの指定単位の量を指す。例えば、本開示内容に記載するような多孔質マトリックスが、100個の複合本体を含み、それらが1立方センチメートルの体積を占める場合、複合本体の単位密度は、1立方センチメートル当たり

50

複合本体 100 個である。

【0013】

用語「アスペクト比」とは、三次元の本体の最も長い寸法（すなわち、全長）と、全長寸法と直交する最も長い寸法（すなわち、「全幅」）との比を指す。

【0014】

用語「実質的に球形状」とは、アスペクト比が 1 ~ 1.5 であり、そして概して球形状の三次元の本体を指す。

【0015】

用語「三次元表面」とは、高さの差が少なくとも 0.1 ミリメートルである起立部分と溝部分とを有する表面を指す。溝部分から起立部分への変わり目は、なだらかであるかまたは急激であることができる。図 1 中のボイラー 10 は、例えば、溝部分とフィン 20 によって形成される起立部分との間に比較的急激な変わり目を有する三次元表面を包含する。

10

【0016】

本開示内容の前記概要は、本開示内容の熱転写コーティングの全ての実施についての開示した実施形態をそれぞれ説明するものではない。以下の図及び発明を実施するための最良の形態により、実例的な実施形態をより具体的に例示する。端点による数値範囲の列挙には、その範囲内に包括される全ての数が包含される（例えば、1 ~ 5 には、1、1.5、2、2.75、3、4、4.80、及び 5 が包含される）。

20

【0017】

以下で参照する図面は、理想化したものであって、基準化すべきではなく、また本開示内容の熱転写コーティングを単に例示するものであり、非限定的である。

【発明を実施するための最良の形態】

【0018】

図 1 は、本開示内容の熱転写コーティング 30 を有するボイラー 10 の斜視図である。図 1 に示すように、熱転写コーティングは、三次元表面を有するボイラー 10 に適用することができる。三次元表面は、フィン 20 などの突起物類の配列またはボイラーの表面積を増やす他の構造物類の配列を包含することができる。

30

【0019】

図 2A ~ 2C は、本開示内容の熱転写コーティングが形成される順序を例示している。これらの図は、2つの代表的な前駆体複合本体が結合されることを表す簡素化表現である。本開示内容の熱転写コーティング類は、典型的に、三次元多孔質マトリックス内で互いに結合する多数の前駆体複合本体から形成される。

【0020】

図 2A は、本開示内容の熱転写コーティング類を製造するために用いられる 2 つの代表的な前駆体複合本体の側面図である。図 2A に示すように、前駆体複合本体 200、200' は、ほぼ同じ寸法であることが可能である。他の実施形態では、前駆体複合本体の大きさは様々であることも可能である。前駆体複合本体は、図 2A に示すように、実質的に球形状であることが可能である。

40

【0021】

本開示内容に従ってコーティング類を作製するのに有用な前駆体複合本体は、典型的に、少なくとも 1 マイクロメートルの平均直径を有する。幾つかの実施形態では、前駆体複合本体の平均直径は少なくとも 5 マイクロメートルである。なお更なる実施形態では、前駆体複合本体の平均直径は少なくとも 10 マイクロメートルである。

【0022】

本開示内容に従ってコーティング類を作製するのに有用な前駆体複合本体は、典型的に、1,000 マイクロメートル以下の平均直径を有する。幾つかの実施形態では、前駆体複合本体の平均直径は 500 マイクロメートル以下である。なお更なる実施形態では、前駆体複合本体の平均直径は 50 マイクロメートル以下である。

50

【0023】

幾つかの実施形態は、アスペクト比が1～2の範囲の前駆体複合本体を用いる。他の実施形態では、前駆体複合本体は、長円形であり、そしてアスペクト比が1.5超である。なお更なる実施形態では、前駆体複合本体は、多面体類（例えば、立方八面体（cubo-octohedral））または、例えば、フレーク状、チップ状、纖維状、板状、円柱状、および針状の本体を包含する、その他の無作為に成形された本体であることが可能である。前駆体複合本体が非球形状である場合、前記本体の「直径」とは、各本体における最小軸の寸法を指し、また「平均直径」とは、個々の本体の直径（すなわち、各本体における最小軸の寸法）の平均を指す。

#### 【0024】

図2Bは、図2Aに示す2つの代表的な前駆体複合本体200、200'の断面図である。図2Bに示すように、各前駆体複合本体は、内側部分250、250'と、外側部分240、240'を含む。幾つかの実施形態では、内側部分250、250'は、アルミニウム、銅、銀、およびこれらの合金から成る群より選択される金属を含む。幾つかの実施形態では、外側部分240、240'は、銅、銀、マグネシウム、およびこれらの合金から成る群より選択される金属を含む。なお更なる実施形態では、内側部分は、融点が $T_{mp_1}$ である金属を有し、外側部分は、融点が $T_{mp_2}$ である金属を有し、そして $T_{mp_1}$ または $T_{mp_2}$ よりも低い温度まで加熱すると、内側部分および外側部分の金属を含む合金が形成される。幾つかの実施形態では、前駆体複合本体の内側部分および外側部分中の金属は、それらの熱伝導度および/または特徴を形成するそれらの合金に基づいて選択される。

10

20

#### 【0025】

幾つかの実施形態では、外側部分は、この外側部分が均一な厚さを有するように、内側部分に均一に適用される。他の実施形態では、外側のコーティングの厚さは様々であることが可能である。幾つかの好ましい実施形態では、外側部分は、内側部分の外表面の大部分を覆う。幾つかの実施形態では、外側部分は、内側部分の外表面の90パーセント超を覆う。なお更なる実施形態では、外側部分は、内側部分の外表面を完全に覆う。

30

#### 【0026】

外側部分を形成するために用いられる材料の量は、相対的な重量または厚さに換算して表すことができる。例えば、幾つかの実施形態では、外側部分は、複合本体前駆体の約1重量パーセントを構成する。外側部分は、典型的に、複合本体前駆体の約0.05～30重量パーセントを構成する。別の実施形態では、外側部分の平均厚さは、0.001～0.5マイクロメートルの範囲である。幾つかの実施形態では、外側部分の平均厚さは、0.01～0.05マイクロメートルの範囲である。

30

#### 【0027】

銅製の内側部分と銀製の外側部分とを有する代表的な有用な前駆体複合本体は、「銀被覆銅粉末（SILVER COATED COPPER POWDER）#107」としてフェロー・コープ（Ferro Corp.）（ニュージャージー州プレインフィールド（Plainfield））から入手可能である。その他の有用な前駆体複合本体としては、例えば、マグネシウムでコーティングしたアルミニウム粒子類が挙げられる。前駆体複合本体は、例えば、物理気相成膜法（例えば、米国特許出願公開2005/0095189A1（ブレイラ（Brey et al.）を参照のこと））、プラズマ蒸着、電気めっき、電解めっき、または浸漬めっきを包含する、当業者に既知のいかなる方法を用いても形成することができる。

40

#### 【0028】

図2Cは、構造体260を形成するために互いに結合される、図2Aおよび2Bに示す2つの代表的な前駆体複合本体200、200'の側面図である。図2Cに示すように、間隙要素270を形成して、2つの本体を本開示内容の方法を用いて互いに接着する。間隙要素270は、前駆体複合本体の内側部分および外側部分の金属類が、当該本体を互いに結合する合金を形成するように、前駆体複合本体を高温にさらすことによって形成される。このプロセスは、等温再凝固として知られている。幾つかの実施形態では、合金を形成する個々の金属類よりも低い融点を有する共晶混合物が形成される。共晶混合物の形成

50

は、等温再凝固プロセス中の拡散が、様々な金属類の接合面の組成に連続的な変化を生じさせることがあるので、一過性であってよい。幾つかの実施形態では、等温再凝固プロセスは、例えば、ロードアイランド州クランストン(Cranston)のヘイズ(Hayes)から入手可能なVCTモデル真空炉のような、還元炉または真空炉の中で生じる。

#### 【0029】

図4は、内側部分の中に被覆ダイアモンドを含む、代表的な前駆体複合本体の断面図である。図4に示すように、前駆体複合本体の内側部分は、ダイアモンド452と、中間コーティング454と、第1金属450とを含む。外側部分440は、第2金属を含む。ダイアモンドをコーティングする中間コーティングは、あらゆる既知の炭化物形成体を含むことができ、これには、例えば、クロム、コバルト、マンガン、モリブデン、ニッケル、ケイ素、タンタル、チタン、タングステン、バナジウム、ジルコニウム、およびこれらの合金が挙げられる。中間コーティングは、当該技術分野において既知のいかなる技術を用いてもダイアモンドに適用することができ、その技術には、例えば、物理気相成膜法、化学気相成膜法、溶融塩析出(例えば、欧州特許第0786506A1号(カラス(Karas)ら)を参照のこと)、溶融塩中の電解、および衝撃めつきが挙げられる。幾つかの実施形態では、ダイアモンドをコーティングする中間コーティングは、複数の層を含む。

10

#### 【0030】

理論に束縛されるものではないが、カプセル封入されたダイアモンドの熱伝導度は、熱転写コーティングの性能を向上すると考えられる。幾つかの実施形態では、ダイアモンド類(被覆または非被覆のもの)は、(内部ダイアモンドを有するまたは有しない)複数の前駆体複合本体と組み合わせて、複合本体とダイアモンドとの混合物であって、間隙要素で閉じられたものを有する熱転写コーティングを形成することができる。その他の材料類は、更に、複合本体でカプセル封入されるかまたはそれらと組み合わせることもでき、例えば、多結晶ダイアモンド類、合成ダイアモンド、多結晶ダイアモンド圧縮物類(PDC)、同位体的に純粋なダイアモンド、およびこれらの組み合わせが挙げられる。

20

#### 【0031】

前述の通り、図2A~2Cは、2つの代表的な前駆体複合本体が結合されることを表す簡素化表現である。本開示内容の熱転写コーティングは、典型的に、三次元多孔質マトリックス内で合わせて結合する多数の前駆体複合本体から形成される。金属前駆体複合本体はそれぞれ、1個、2個、3個、4個、5個、またはそれ以上の金属前駆体複合本体と結合して、三次元多孔質マトリックスを形成することができる。

30

#### 【0032】

図3は、本開示内容の代表的な熱転写コーティングの一部の代表的な斜視図である(基材は図示せず)。図3に示すように、熱転写コーティング360は、間隙要素370を用いて互いに接合された複数の複合本体300を含んで、三次元多孔質マトリックスを形成する。間隙要素370はまた、複合本体300を基材と結合することもできる。

40

#### 【0033】

幾つかの実施形態では、本開示内容の熱転写コーティングは、1立方センチメートル当たり複合本体約 $10^6$ ~ $10^{11}$ 個の範囲の複合本体密度を有する。幾つかの実施形態では、本開示内容の熱転写コーティングは、1立方センチメートル当たり複合本体約 $10^7$ ~ $10^9$ 個の範囲の複合本体密度を有する。

40

#### 【0034】

本開示内容の熱転写コーティングの空隙率は、典型的には10~60パーセントの範囲である。幾つかの実施形態では、熱転写コーティングの空隙率は、少なくとも20パーセントである。なお更なる実施形態では、熱転写コーティングの空隙率は、少なくとも30パーセントである。

#### 【0035】

間隙要素370を形成するために用いられる合金は、更に、熱転写コーティング360の基材への接着を促進することも可能である。幾つかの実施形態では、基材は、間隙要素を形成する合金を形成するために用いられる少なくとも1つの金属を含む金属表面を有す

50

る。幾つかの実施形態では、例えば、基材は、銅を含み、前駆体複合本体の内側部分は銅を含み、前駆体複合本体の外側部分は銀を含み、そして形成される間隙要素は、銅と銀との合金を含み、この場合、複合本体の幾つかを基材に結合する間隙要素の少なくとも一部は、基材に由来する銅を含む。

#### 【0036】

前駆体複合本体は、本体を配置するためのあらゆる既知の技術、例えば、引力、金型類、および結合剤類（例えば、熱的除去が可能な結合剤類）を用いて基材上に配置されて、三次元多孔質マトリックス類を製造することができる。幾つかの実施形態では、前駆体複合本体の薄層は、実質的に平坦な表面上に配置され、そして加熱されて熱転写コーティングを形成する。別の実施形態では、外壁（すなわち、金型）を用いて、等温再凝固工程の前およびその工程中、前駆体複合本体を保持することができる。なお更なる実施形態では、結合剤を用いて、等温再凝固工程の前およびその工程中に前駆体複合本体を配置する。

10

#### 【0037】

結合剤は、等温再凝固工程の前およびその工程中に前駆体複合本体を互いに十分に接着する、あらゆる既知の結合剤であり得る。有用な結合剤類としては、鉛油、シリコーン油、ケロセン、およびポリビニルブチラールが挙げられる。幾つかの好ましい実施形態では、結合剤は、再凝固工程中に放散し、そして結果として得られる熱転写コーティングから実質的に除去される。結合剤は、ペースト様の稠度を有するスラリーを形成するように選択されてよい。幾つかの実施形態では、結合剤は、前駆体複合本体を、例えば、垂直面を包含する三次元表面の様々な平面上に配置できるように選択される。

20

#### 【0038】

幾つかの実施形態では、ダウ・コーニング社 (Dow-Corning Corp.) (ミシガン州ミッドランド (Midland)) から「ダウ・コーニング 704 拡散ポンプ流体 (DOW CORNING 704 DIFFUSION PUMP FLUID)」として入手可能な油と、3M社 (3M Co.) (ミネソタ州セント・ポール (St. Paul)) から「ノヴェック加工流体 (NOVEC ENGINEERED FLUID) H F E - 72 D E」として入手可能な流体との混合物が結合剤として利用される。この混合物は、例えば、画家のエアブラシを用いて表面に噴霧することができる。混合物の適用後に、この濡れた表面に前駆体複合本体を導入することができる。このプロセスは、所望の厚さが得られるまで繰り返すことができる。

30

#### 【0039】

本開示内容の熱転写コーティング類は、典型的に、20~1,000マイクロメートルの範囲の平均厚さを有する。幾つかの実施形態では、熱転写コーティングの平均厚さは、50~500マイクロメートルの範囲である。

#### 【0040】

本開示内容の熱転写コーティングは、例えば、熱サイホンなどの冷却システム類で利用することができる。熱転写コーティングは、熱発生装置、または熱発生装置と熱連絡された放熱装置に直接適用することができる。

#### 【0041】

本開示内容の熱転写コーティングは、典型的に、1平方センチメートル当たり少なくとも10ワットの熱流束において、摂氏1度当たり1平方センチメートル当たり少なくとも3ワットの熱伝達率を有する。幾つかの実施形態では、本開示内容の熱転写コーティングは、1平方センチメートル当たり少なくとも10ワットの熱流束において、摂氏1度当たり1平方センチメートル当たり少なくとも6ワットの熱伝達率を有する。

40

#### 【0042】

本開示内容の熱転写コーティングの利点およびその他の実施形態を、以降の実施例で更に例示するが、これら実施例において引用される特定の材料およびそれらの量、並びにその他の条件および詳細は、本開示内容の熱転写コーティングを過度に制限しようとすべきではない。例えば、前駆体複合本体を形成するために用いられる金属類は様々であることができる。部および百分率はすべて、指示がない限り、重量基準である。

#### 【0043】

50

## 【表1】

コーティング材料類		
コーティング 材料	説明	供給元
A	銀10重量パーセントと15マイクロメートル未満の粒子類90パーセントを含有する銀被覆銅粉末	#107、ニュージャージー州サウス・プレインフィールド(South Plainfield)のフェロー・コーポレーション製
B	40マイクロメートルのダイアモンド	SMB-5Aメッシュ325~400、ミシガン州チェスターフィールド(Chesterfield)のナショナル・リサーチ・カンパニー(National Research Company)
C	米国特許出願公開2005/0095189A1に記載のプロセスを用いて銀でスパッタコーティングされたサブ325メッシュ(Sub 325 Mesh)の銅粒子類。得られた粒子類は、0.4~0.9重量パーセントの銀を含有していた。	#CU-112、ニュージャージー州バーゲンフィールド(Bergenfield)のアトランティック・イクイップメント・エンジニアーズ(Atlantic Equipment Engineers)、ニューメキシコ州アルバカーキ(Albuquerque)のアカデミー・プレシジョン・マテリアルズ(Academy Precision Materials)から入手可能な銀
D	625メッシュ篩を用いて回収したCのサブ-20(Sub-20)マイクロメートル粒子類	
E	主に625メッシュ(20マイクロメートル)~325メッシュ(44マイクロメートル)の間の粒子類の混合物を製造した、Dで回収されなかった粒子類。	
F	Cにおいて記載されたように銀でコーティングされた、15~25マイクロメートルの銅被覆ダイアモンド。	オハイオ州ワーシントン(Worthington)のダイヤモンド・イノベーションズ(Diamond Innovations)

10

20

30

40

50

## 【0044】

コーティング類を調製して、以下に説明する方法を用いて沸騰試験を行った。

## 【0045】

## 試験方法

プール沸騰1

試験ディスク類は、平坦な54ミリメートル直径の、厚さ2ミリメートルの型押しした銅ディスク類から製造した。これらディスクの一表面の中心の28ミリメートル直径領域を、以下のようにして大まかにコーティングした。コーティングしようとする銅表面は、最初に、硫酸溶液で洗浄して、残留酸化物を除去し、次に水で、続いてアセトンで洗い流した後、乾燥させた。必要に応じて、一部をステンシルを用いてマスキングして、コーティングを特定領域に制限した。

## 【0046】

画家のエアブラシを用いて、試験ディスク表面にダウ704(Dow 704)拡散ポンプ油の3Mノヴェック加工流体(3M Novec Engineered Fluid)HF E-72de中50パーセント混合液を噴霧した。この混合液を、表面が均一に濡れるまで適用した。その後、表面に、油が飽和するまで粒子類または粒子混合物を散布し、そして過剰の粒子類は簡単に振り払った。このコーティング工程は、所望の厚さを得るために必要に応じて繰り返した。各工程は、被覆厚さに概略で80マイクロメートル追加した。

## 【0047】

被覆銅ディスク類を真空炉に入れた。圧力を0.001水銀柱ミリメートル未満まで下げるときに、炉温度を、毎分約摂氏14度で摂氏300度まで上昇させて、摂氏300度で15分間保持して油を取り除いた。炉を、その後、毎分約摂氏14度で摂氏850度まで加熱し、次いで、ほぼ室温まで冷却させてから、真空を破って部品を取り出した。

## 【0048】

装置を組み立てて、多数の試験ディスクの迅速な試験を可能にした。装置は、31.8ミリメートル×31.8ミリメートルおよび高さ3.0ミリメートルの正方形の銅基盤と

、前記正方形基盤の一表面から 3 . 0 ミリメートル突き出した直径 28 . 5 ミリメートルの円形の起立領域とを有する銅製のペデスタルヒータを含んでいた。円形突起物の平坦な表面を平らにラッピング加工して研磨した。25 . 4 ミリメートル × 25 . 4 ミリメートルのカプトン・ヒータ (Kapton Heater) (マインコ (Minco) H K 5318 R 7 . 6 L 24 E ) を、正方形基盤の露出表面に、熱伝導性エポキシ (ミネソタ州セント・ポール (St. Paul) の 3M 社 (3M Company) から入手可能な 3M スコッチ - ウエルド (3M Scotch-Weld) D P 460 - E G A 11 ) を用いて接着した。

## 【 0049 】

ヒータは、シリコーンゴム化合物中でキャスト成形して、直径 55 ミリメートルおよび高さ 13 ミリメートルのディスクを形成した。シリコーンの上面は、ヒータのラッピング加工した表面とぴったりと重なった。シリコーンの上部の、銅製ヒータの外径から 2 ミリメートルの所に配置された小さな熱電対を用いて、試験ディスクまたは壁の温度  $T_w$  を測定した。

## 【 0050 】

試験表面を実装するために、少量の銀グリースを最初にヒータ表面に適用した。次に、試験ディスクを、ディスクが熱電対に押し付けられるように、シリコーンの上部とグリース塗布したヒータ表面の上部に配置した。PTFE ガスケットを有する内径 28 ミリメートルのガラス管を、試験ディスクの上部にその周囲をシールして固定した。3M ノヴェック加工流体 (3M Novec Engineered Fluid) HFE - 7000 (ミネソタ州セント・ポール (St. Paul) の 3M 社 (3M Company) から入手可能) 約 20 ミリリットルを、次に、前記管の開口上部から加えた。水冷コンデンサのコイルを前記管の上部から挿入した。銅コイルの底部と流体のメニスカスの上面との間の領域にある熱電対を用いて、流体の飽和温度 ( $T_{sat}$ ) を測定した。

## 【 0051 】

自動データ獲得システムによってヒータに DC 電圧 (V) を供給した。この電圧は、4 VDC から開始して、電圧が予め設定した限界を超えるまで、3 分毎に 2 VDC 増分で進めた。各データ点を記録してから、100 個の温度測定値の平均をとることによって次に進めた。ヒータへの熱流束 ( $Q''$ ) は、平均圧力を二乗し、その最高温度でのヒータ抵抗 (R) で割り、試験ディスクの被覆表面の面積で割ったものとして記録した：

## 【 0052 】

## 【 数 1 】

$$Q'' = \frac{4V^2}{R\pi D^2}$$

## 【 0053 】

熱伝達率 (H) を次に、以下の式のようにして算出した：

## 【 0054 】

## 【 数 2 】

$$H = \frac{Q''}{T_w - T_{sat}}$$

## 【 0055 】

プール沸騰 2

試験ディスク類は、直径 5 . 8 cm、厚さ 0 . 317 cm の加工された銅製ディスクか

10

20

30

40

50

ら製造した。これらディスク類の一表面には、約2ミリメートルの深さまで加工されてディスクの中心線で終結する1ミリメートルの熱電対の溝が含有されていた。反対側の表面の中心の2.54センチメートル直径がコーティング表面であった。試験ディスク類は、前記のようにコーティングおよび融着させた。

#### 【0056】

この試験法は、ディスク内部の前記熱電対の溝に埋め込んだ熱電対を用いて試験ディスク温度( $T_w$ )を測定したこと以外は、プール沸騰1に記載したものと同じであった。更に、ヒータを構成して、直径2.54cmの円形領域に均一な熱流束を供給した。試験ディスク類は、前述のように、ヒータと試験ディスクの間の接合面に銀グリースを用いて固定した。更に、これら試験は、予め設定した電圧で終了せず、むしろその代わりにディスク温度と飽和温度との差が摂氏20度を越えるまで続けることができた。これは、表面が乾燥して、それ以上沸騰し続けることができなかったことを示す(臨界熱流束、CHF)。

10

#### 【0057】

##### 2相強制対流

本開示内容の熱転写物品はまた、従来の強制対流技術と共に用いて、より高い熱流束を放散する物品を作製することもできる。実証するために、1ミリメートル×10ミリメートルの平坦な表面に100ワットまで供給することが可能な銅製ヒータを組み立てた。これは、半導体レーザアレイによって放散される出力をシミュレートしている。加熱表面から1ミリメートルの位置の熱電対によって、ヒータ表面温度の計算が可能となった。熱交換器をこの熱源にはんだ付けした。熱交換器は、厚さ0.25mm(0.010インチ)の銅製シートから成る、はんだ付けした表面を含んでいた。1ミリメートル×10ミリメートル×厚さ0.76ミリメートルの多孔質マトリックスを、この銅シートの、はんだ付けした表面または加熱表面とは正反対の側に融着させた。マニホールド板をこの熱転写物品の上部と銅製シートの縁部とに結合して、3Mノヴェック加工流体(3M Novec Engineered Fluid)HFE-7000をその中に通して、多孔質マトリックスのみを通って10ミリメートル×0.76ミリメートルの一表面から他方へ押し出した。加えた圧力差は、流体のカラムの高さを入口マニホールドポートで測定することによって評価した。

20

#### 【実施例】

#### 【0058】

実施例1~9は、前記と同様にして調製および試験した。使用したコーティング材料、コーティングプロセス、および試験方法を第1表に略述する。実施例1~8における熱伝達率対熱流束は、作業流体として3Mノヴェック(3M Novec)HFE-7000を用いて測定した。結果を図5~7に示す。

30

#### 【0059】

【表2】

第1表

実施例	コーティング材料	コーティング厚さ (マイクロメートル)	試験法
1	C	250	プール沸騰1
2	D	190	プール沸騰1
3	E	310	プール沸騰1
4	B 10%、A 90%	270	プール沸騰1
5	B 25%、A 75%	240	プール沸騰1
6	B 90%、A 10%	300	プール沸騰1
7	D	--	プール沸騰2
8	F	--	プール沸騰2
9	E	--	2相強制対流

10

20

30

40

## 【0060】

前記熱転写コーティング類は典型的に、C H Fに達する前に1平方センチメートル当たり30~45ワットを放散することができるが、実施例9の熱交換器は、入口に適用された液頭30センチメートルによって1平方センチメートル当たり89ワットを放散することができた。

## 【0061】

上記説明及び実施例において記載した本開示内容の熱転写コーティング類の数々の特徴及び利点においてさえも、熱転写コーティング類の構造及び機能の詳細と共に、この開示内容がほんの例示であると理解されるべきである。詳細、特に添付の請求項で表現されている用語の意味によって存分に示された本開示内容の原則内の複合本体の形と大きさおよび使用方法、並びにそれらの構造体類および方法類の等価物類については、変更が可能である。

## 【図面の簡単な説明】

## 【0062】

【図1】本開示内容の熱転写コーティングを有するボイラーボイラーの斜視図である。

【図2A】本開示内容の熱転写コーティング類を作製するために用いた2つの代表的な前駆体複合本体の側面図である。

【図2B】図2Aに示す2つの代表的な前駆体複合本体の断面図である。

【図2C】間隙要素を形成して、本開示内容の方法を用いて2つの本体を互いに接着した後の、図2Aに示す2つの代表的な前駆体複合本体の側面図である。

【図3】本開示内容の代表的な熱転写コーティングの一部の代表的な斜視図である。

【図4】被覆ダイアモンドを含む代表的な前駆体複合本体の断面図である。

【図5】代表的な実施形態の実験結果を示すグラフである。

【図6】代表的な実施形態の実験結果を示すグラフである。

【図7】代表的な実施形態の実験結果を示すグラフである。

【図 1】

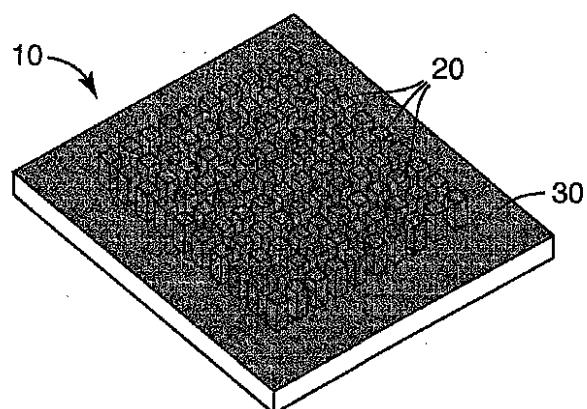


Fig. 1

【図 2 A】

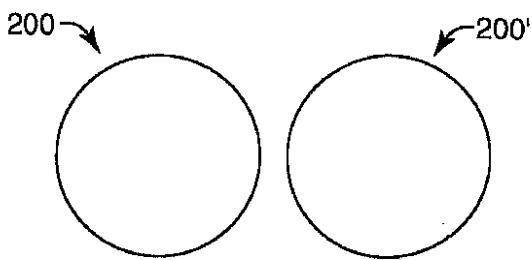


Fig. 2A

【図 2 B】

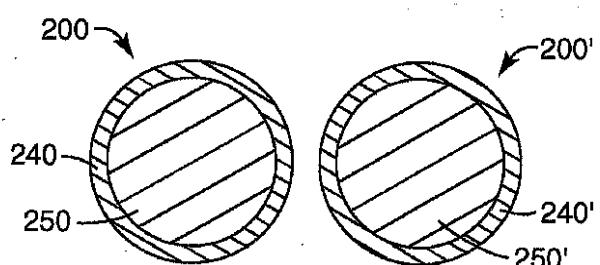


Fig. 2B

【図 2 C】

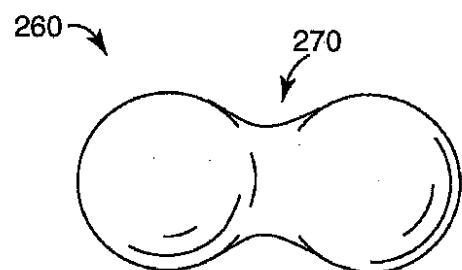


Fig. 2C

【図 4】

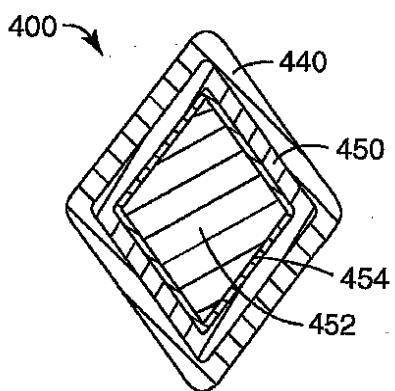


Fig. 4

【図 3】

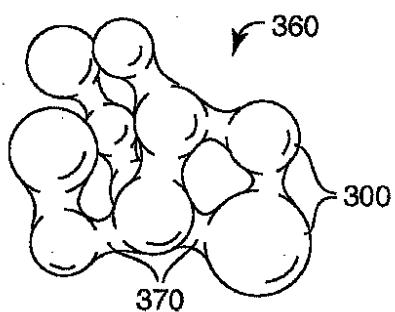


Fig. 3

【図 5】

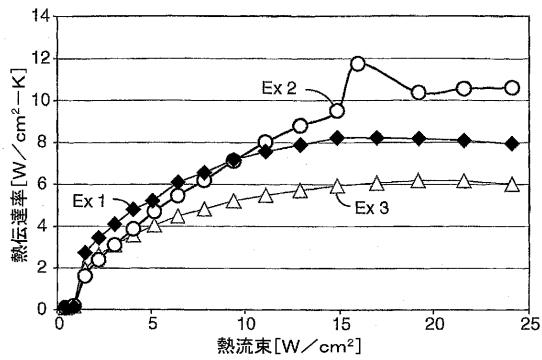


Fig. 5

【図 6】

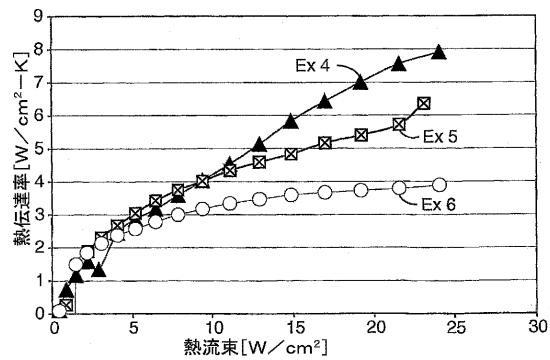


Fig. 6

【図 7】

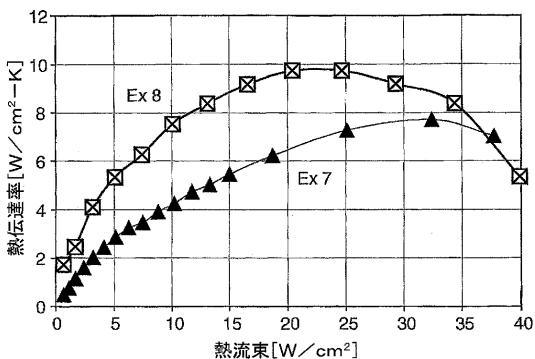


Fig. 7

## 【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/US2006/043255
<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b>		
<b>H05K 7/20(2006.01)i</b>		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b>		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC 8 A47J 36/02 C23C 4/18 C09D F28F B23P C09D		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Korean Utility models and applications for Utility Models since 1975 Japanese Utility models and applications for Utility Models since 1975		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) eKIPASS (KIPO internal) "THEMAL""COAT""POROUS" Korean Utility models and applications for Utility Models : IPC as above		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 94/01029 A1 (WEBWER et al.) 20 JANUARY 1994 abstract	1, 14, 28, 35
A	JP 2004-300415 A (ECO COSMO:KK) 28 OCTOBER 2004 see the whole document	1, 14, 28, 35
A	JP 10-062096 A (KUBOTA CORP) 06 MARCH 1998 see the whole document	1, 14, 28
A	US 6,397,450 B1 (OZMATE) 04 JUNE 2002 Fig 2a-2d, Fig 3 and description	1, 14, 28
A	KR 10-1999-0050184 A (POSCO) 05 JULY 1999 Fig1 and description	1, 14, 28
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C.		<input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.
<p>* 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 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</p> <p>"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      "&amp;" document member of the same patent family</p>		
Date of the actual completion of the international search  02 APRIL 2007 (02.04.2007)	Date of mailing of the international search report  <b>03 APRIL 2007 (03.04.2007)</b>	
Name and mailing address of the ISA/KR   Korean Intellectual Property Office 920 Dunsan-dong, Seo-gu, Daejeon 302-701, Republic of Korea Facsimile No. 82-42-472-7140	Authorized officer  SEO, Hawthorne Telephone No. 82-42-481-5670	

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
Information on patent family members

International application No. PCT/US2006/043255	
--	--

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
W09401029A1	20.01.1994	EP0602221A1 EP0602221A1 FR2693185A1 FR2693185B1 JP6510692T2 W09401029A1	22.06.1994 22.06.1994 07.01.1994 26.08.1994 01.12.1994 20.01.1994
JP16300415	28.10.2004	EP01469098A2 EP01469098A3 EP1469098A2 EP1469098A3 JP16300415 JP2004300415A2 US20040186203A1 US2004186203A1 US2004186203AA	20.10.2004 27.10.2004 20.10.2004 27.10.2004 28.10.2004 28.10.2004 23.09.2004 23.09.2004 23.09.2004
JP10062096	06.03.1998	JP10062096A2 JP10062096	06.03.1998 06.03.1998
US6397450B1	04.06.2002	US6196307 US6397450 US6196307B1 US6196307BA US6397450BA W0200013146A1	06.03.2001 04.06.2002 06.03.2001 06.03.2001 04.06.2002 09.03.2000
KR 10-1999-0050184 A	05.07.1999	NONE	

---

フロントページの続き

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

(74)代理人 100102990

弁理士 小林 良博

(74)代理人 100093665

弁理士 蟻谷 厚志

(72)発明者 トウマ, フィリップ イー.

アメリカ合衆国, ミネソタ 55133-3427, セント ポール, ポスト オフィス ボック  
ス 33427, スリーエム センター

(72)発明者 パルムグレン, ゲイリー エム.

アメリカ合衆国, ミネソタ 55133-3427, セント ポール, ポスト オフィス ボック  
ス 33427, スリーエム センター

F ターム(参考) 4K044 AA06 AB01 AB04 BA06 BA08 BA10 BB01 BB03 BC12 BC14

CA11 CA13 CA15 CA18 CA21