

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2016年6月2日(02.06.2016)



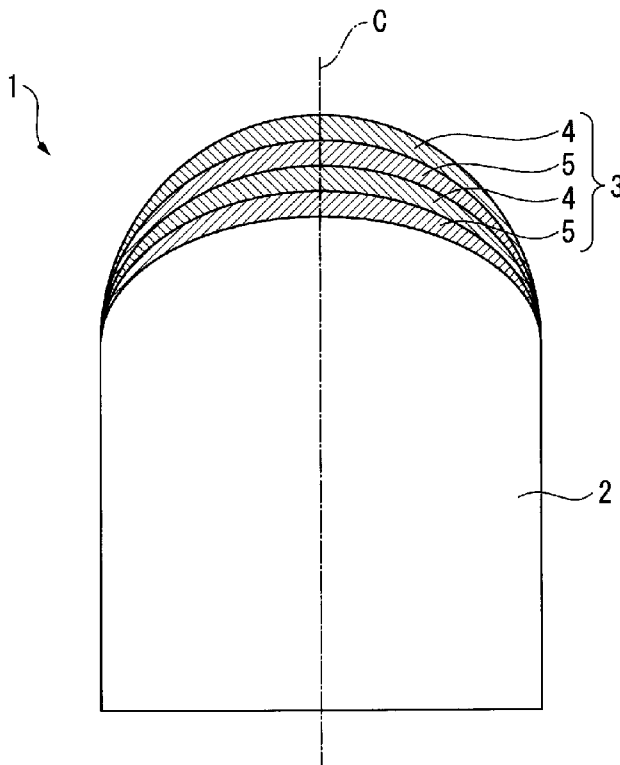
(10) 国際公開番号
WO 2016/084914 A1

- (51) 国際特許分類:
E21B 10/46 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/083276
- (22) 国際出願日: 2015年11月26日(26.11.2015)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2014-240087 2014年11月27日(27.11.2014) JP
特願 2015-230103 2015年11月25日(25.11.2015) JP
- (71) 出願人: 三菱マテリアル株式会社 (MITSUBISHI MATERIALS CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008117 東京都千代田区大手町一丁目3番2号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: アフマディ エコ ワルドヨ (AKHMADI EKO Wardoyo); 〒3110102 茨城県那珂市向山1002番地14 三菱マテリアル株式会社 中央研究所内 Ibaraki (JP). 松尾 俊彦 (MATSUO Toshihiko); 〒3110102 茨城県那珂市向山1002番地
- 14 三菱マテリアル株式会社 中央研究所内 Ibaraki (JP). 桜沢 稚晃 (SAKURAZAWA Chihiro); 〒3110102 茨城県那珂市向山1002番地14 三菱マテリアル株式会社 中央研究所内 Ibaraki (JP).
- (74) 代理人: 志賀 正武, 外 (SHIGA Masatake et al.); 〒1006620 東京都千代田区丸の内一丁目9番2号 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): 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, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, 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, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW,

[続葉有]

(54) Title: DRILL TIP AND DRILL BIT

(54) 発明の名称: 掘削チップおよび掘削ビット



(57) Abstract: This drill tip performs drilling when attached to the leading end of a drill bit, and comprises a tip main body and a hard layer which is coated on at least the leading end of the tip main body and is formed from a hard diamond sintered body harder than the tip main body, wherein, from the surface side to the tip main body side of the hard layer, the hard layer comprises at least two high-hardness layers and, arranged between said high-hardness layers, a low-hardness layer which has a hardness lower than that of the high-hardness layers.

(57) 要約: 本発明の掘削チップは、掘削ビットの先端部に取り付けられて掘削を行う掘削チップであって、チップ本体と、このチップ本体の少なくとも先端部に被覆されたチップ本体よりも硬質なダイヤモンド焼結体よりなる硬質層とを備え、この硬質層は、硬質層の表面側からチップ本体側に向けて、少なくとも2層の高硬度層と、これら高硬度層の間に配設された高硬度層よりも硬度が低い低硬度層とを有している。

WO 2016/084914 A1



MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユー
ラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨー
ロッパ (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), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ,
GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称：掘削チップおよび掘削ビット

技術分野

[0001] 本発明は、掘削ビットの先端部に取り付けられて掘削を行う掘削チップ、およびこのような掘削チップが先端部に取り付けられた掘削ビットに関する。

本願は、2014年11月27日に、日本に出願された特願2014-240087号、及び2015年11月25日に、日本に出願された特願2015-230103号に基づき優先権を主張し、その内容をここに援用する。

背景技術

[0002] 掘削ビットの先端部に取り付けられて掘削を行う掘削チップとしては、超合金よりなるチップ本体の先端部に、このチップ本体よりも硬質な多結晶ダイヤモンドの焼結体よりなる硬質層が被覆されたものが知られている。ここで、特許文献1～5には、主に多結晶ダイヤモンド焼結体における応力の緩和を目的として硬質層を多層構造としたものが提案されている。その多層構造では、硬質層表面の最外層からチップ本体側に向けて硬度は低く、靱性は高くなるように傾斜を持たせている。

[0003] 一般的に、このような多層構造の硬質層の最外層はダイヤモンド粒子に金属バインダー（金属触媒）としてCo等を添加して焼結した組成の多結晶ダイヤモンド焼結体とされている。また、内側の層ではダイヤモンドの含有量を減少させて代わりにWC等の金属炭化物を添加することにより、チップ本体よりも高い硬度を維持しつつ、靱性を高めている。この内側の層をさらに多層構造としたものも提案されており、内側の層になるほどダイヤモンド含有量を少なく、WC含有量を多くして硬度と靱性に傾斜を持たせている。

先行技術文献

特許文献

- [0004] 特許文献1：米国特許第4694918号明細書
特許文献2：米国特許第8573330号明細書
特許文献3：米国特許第8695733号明細書
特許文献4：米国特許第8292006号明細書
特許文献5：特許第4676700号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0005] ところで、このような掘削チップを取り付けた掘削ビットによる掘削作業では、例えば岩盤一面に深さ数メートルの掘削孔を十数カ所掘削し、これらの掘削孔に爆薬を仕込んで発破することにより、大きな掘削孔を形成してゆく。従って、掘削作業の効率化のためには、一面に十数カ所の掘削孔を掘削する際に、途中で交換を必要とすることのない長寿命の掘削ビットが求められる。
- [0006] しかしながら、上述のような多層構造の硬質層を有する掘削チップにおいては、掘削時に突発的に岩盤中の極めて硬い超硬岩等に当たって最外層の多結晶ダイヤモンド焼結体層に欠損やチッピングが生じると、硬質層の内部の硬度が低くて比較的柔らかい層が露出する。そのように硬質層の内部が露出すると、この露出した部分から急激に摩耗が進行して、その摩耗がチップ本体に達してしまい、掘削が不可能となって掘削ビットの寿命が費えてしまう。
- [0007] 本発明は、このような背景の下になされたもので、掘削時に万一外層に欠損やチッピングが生じて、直ちに摩耗がチップ本体に達することがなく、掘削性能を維持することが可能な掘削チップを提供する。また、このような掘削チップを取り付けた長寿命の掘削ビットを提供することを目的としている。

課題を解決するための手段

- [0008] 上記課題を解決して、このような目的を達成するために、本発明の一態様である掘削チップは、掘削ビットの先端部に取り付けられて掘削を行う掘削

チップであって、チップ本体と、このチップ本体の先端部に被覆された該チップ本体よりも硬質なダイヤモンド焼結体よりなる硬質層とを備え、上記硬質層は、該硬質層の表面側から上記チップ本体側に向けて、少なくとも2層の高硬度層と、これらの高硬度層の間に配設された該高硬度層よりも硬度が低い低硬度層とを有していることを特徴とする。

[0009] このように構成された掘削チップにおいては、チップ本体の先端部に被覆されたダイヤモンド焼結体よりなる硬質層が、この硬質層の表面側からチップ本体側に向けて、すなわち該硬質層の外層側から内側に向けて、少なくとも2層の高硬度層と、これらの高硬度層の間に配設された高硬度層よりも硬度が低い低硬度層とを有しているので、掘削時に外層側の高硬度層に欠損やチッピングが生じて内部が露出し、この露出した部分から内側の低硬度層が摩耗しても、この低硬度層の内側に位置するチップ本体側の高硬度層によって摩耗の進行を抑えることができる。

[0010] このため、上記構成の掘削チップによれば、硬質層に生じた摩耗が急激に進行してチップ本体に達するのを防ぐことができ、内側の高硬度層によって掘削チップの掘削性能を維持することができる。従って、このような掘削チップを先端部に取り付けた本発明の掘削ビットにおいては、その寿命の延長を図ることができて、多数の掘削孔を掘削する途中で掘削チップを交換する必要がなくなり、掘削作業の効率化を促すことが可能となる。

[0011] また、硬質層に、該硬質層の表面側から上記チップ本体側に向けて、それぞれ複数層ずつの上記高硬度層と上記低硬度層とを交互に配設することにより、内側の高硬度層に対しても、そのさらに内側に配設される、高硬度層よりは硬度が低く、靱性は高くなる低硬度層によって応力の緩和を図ることができる。さらに、3層以上の高硬度層を低硬度層と交互に配設すれば、高硬度層の層数に応じて掘削チップの寿命を延長することができる。

[0012] ここで、上記高硬度層の厚さは、上記低硬度層の厚さの $1/2$ 以上で該低硬度層の厚さ以下の範囲とされるのが望ましい。高硬度層の厚さを低硬度層の厚さの $1/2$ 以上とすることにより、相対的に低硬度層を高硬度層の2倍

以上の厚さとすることができるので、外層の高硬度層に欠損等が生じたときに摩耗が内側の高硬度層に達するまでの掘削長や時間を確保することができる。ただし、高硬度層の厚さが低硬度層の厚さよりも厚いと、高硬度層の応力を十分に緩和することができなくなるおそれがある。

[0013] また、具体的に、個々の上記高硬度層の厚さと上記低硬度層の厚さは、それぞれ最も薄い部分で150 μ m以上であり、最も厚い部分で800 μ m以下とされているのが望ましい。高硬度層および低硬度層ともに、最も薄い部分の厚さが150 μ m未満の場合には、層を均一に形成することが困難となって十分な耐摩耗性を得ることができなくなるおそれがある。一方、最も厚い部分の厚さが800 μ mを上回る場合には、この部分で外層の高硬度層が欠損してその内側の低硬度層が摩耗したときに、硬質層の表面が大きく剥がれ落ち、掘削チップ先端部の形状が歪になって所望の掘削性能を得ることができなくなるおそれがある。

[0014] なお、上述のように高硬度層はダイヤモンド粒子にCo等の金属バインダー（金属触媒）を添加して焼結した多結晶ダイヤモンド焼結体の層とするとともに、低硬度層はダイヤモンド粒子の含有量を減少させて金属炭化物または金属窒化物等の粒子を添加したダイヤモンド焼結体よりなる層としてもよい。また、高硬度層と低硬度層をいずれもダイヤモンド粒子と金属バインダーおよび金属炭化物、金属窒化物、金属炭窒化物等の添加粒子を含有して焼結したダイヤモンド焼結体層として、高硬度層と低硬度層でダイヤモンド粒子の含有量や粒径、金属バインダーや金属炭化物等の添加粒子の含有量、種類、組成比等を調整して硬度を低くしてもよい。

[0015] さらに、このように硬度を調整することにより、上記硬質層の表面側から上記チップ本体側に向けて、上記高硬度層と上記低硬度層との間に、該高硬度層よりも硬度が低く上記低硬度層よりも硬度が高い中間層を配設するようにしてもよい。このような中間層を設けることによって外層側の高硬度層の応力緩和を維持しつつ、高硬度層に欠損等が生じた際でも摩耗が低硬度層に至るまでの掘削性能を確保することができる。

発明の効果

[0016] 以上説明したように、本発明によれば、掘削時に突発的に岩盤中の極めて硬い超硬岩等に掘削チップが当たって硬質層外層の高硬度層に欠損やチッピングが生じ、露出した部分から内側の低硬度層に摩耗が進行しても、一気に摩耗がチップ本体まで達するのを防いで掘削性能を維持することができ、掘削ビットの寿命を延長して効率的な掘削作業を図ることができる。

図面の簡単な説明

[0017] [図1]本発明の掘削チップの一実施形態を示す断面図である。

[図2]図1に示す実施形態の掘削チップを先端部に取り付けた本発明の掘削ビットの一実施形態を示す断面図である。

発明を実施するための形態

[0018] 図1は本発明の掘削チップ1の一実施形態を示す断面図である。図2はこの実施形態の掘削チップ1を取り付けた本発明の掘削ビットの一実施形態を示す断面図である。本実施形態の掘削チップ1は、超硬合金等の硬質材料よりなるチップ本体2と、このチップ本体2の先端部（図1において上側部分）に被覆された、チップ本体2よりも硬質のダイヤモンド焼結体よりなる硬質層3とを備えている。

[0019] チップ本体2は、その後端部（図1において下側部分）がチップ中心線Cを中心とした円柱状をなしているとともに、先端部は、後端部がなす円柱の半径と等しい半径でチップ中心線C上に中心を有する半球状をなして、先端側に向かうに従いチップ中心線Cからの外径が漸次小さくなるように形成されている。すなわち、本実施形態の掘削チップ1はボタンチップとされている。

[0020] このような掘削チップ1が先端部に取り付けられる掘削ビットは、鋼材等により形成されて図2に示すように軸線Oを中心とした概略有底円筒状をなすビット本体11を有し、その有底部が先端部（図2において上側部分）とされて掘削チップ1が取り付けられる。

また、円筒状の後端部（図2において下側部分）の内周には雌ネジ部12

が形成され、掘削装置に連結された掘削ロッドがこの雌ネジ部 1 2 にねじ込まれて軸線 O 方向先端側に向けての打撃力と推力、および軸線 O 回りの回転力が伝達される。これにより、掘削チップ 1 によって岩盤を破碎して掘削孔を形成する。

[0021] ビット本体 1 1 の先端部は後端部よりも僅かに外径が大径とされており、この先端部の外周には軸線 O に平行に延びる排出溝 1 3 が周方向に間隔をあけて複数形成されて、上記掘削チップ 1 により岩盤が破碎されて生成された破碎屑がこの排出溝 1 3 を通して後端側に排出される。また、有底とされたビット本体 1 1 の雌ネジ部 1 2 底面からは軸線 O に沿ってブロー孔 1 4 が形成されている。このブロー孔 1 4 はビット本体 1 1 先端部において斜めに分岐してビット本体 1 1 の先端面に開口し、上記掘削ロッドを介して供給される圧縮空気のような流体を噴出して破碎屑の排出を促進する。

[0022] さらに、ビット本体 1 1 の先端面は、内周側の軸線 O に垂直な軸線 O を中心とした円形のフェイス面 1 5 と、このフェイス面 1 5 の外周に位置して外周側に向かうに従い後端側に向かう円錐台面状のゲージ面 1 6 とを備えている。ブロー孔 1 4 はフェイス面 1 5 に開口するとともに、排出溝 1 3 の先端はゲージ面 1 6 に開口している。

[0023] そして、これらフェイス面 1 5 とゲージ面 1 6 には、それぞれブロー孔 1 4 と排出溝 1 3 の開口部を避けるようにして、断面円形の複数の取付孔 1 7 が形成されている。上記掘削チップ 1 は、その円柱状の後端部がこれらの取付孔 1 7 に圧入や焼き嵌め等によって締まり嵌めされたり、ロウ付けされたりすることにより固定され、チップ中心線 C がフェイス面 1 5 とゲージ面 1 6 に垂直となるように取り付けられる。

[0024] このようにして掘削ビットの先端部に取り付けられる掘削チップ 1 においては、その先端部に被覆された上記硬質層 3 が、該硬質層 3 の表面側からチップ本体 2 側に向けて、少なくとも 2 層の高硬度層 4 と、これらの高硬度層 4 の間に配設された高硬度層 4 よりも硬度が低い低硬度層 5 とを有している。さらに、本実施形態では、チップ本体 2 側の高硬度層 4 とチップ本体 2 と

の間にも低硬度層5が配設されていて、それぞれ複数層の2層ずつの高硬度層4と低硬度層5とが、この順に硬質層3の表面からチップ本体2の表面に向けて交互に配設されている。

[0025] このうち、高硬度層4は、ダイヤモンド粒子にC o、N i、あるいはF e-N i合金等の金属バインダー（金属触媒）を添加しただけで焼結した多結晶ダイヤモンド焼結体の層とする。一方、低硬度層5は、高硬度層4に対してダイヤモンド粒子の含有量を減少させるとともに、W C、T a C、T i C等の金属炭化物粒子、T i N、c B N等の金属窒化物粒子、あるいはT i C N等の金属炭窒化物粒子と、上述のような金属バインダーとを添加して焼結した焼結体層とする。これにより、高硬度層4よりも低硬度層5の硬度を低くすることができる。このように作製した場合には、高硬度層4のビッカース硬さは2500～4000程度、低硬度層5のビッカース硬さは1500～2500程度の範囲となる。

[0026] さらに、高硬度層4と低硬度層5を、いずれもダイヤモンド粒子と、上述のような金属バインダーおよび金属炭化物、金属窒化物、金属炭窒化物等の添加物粒子とを含有して焼結した焼結体層としてもよい。このうち低硬度層5においては、ダイヤモンド粒子の含有量や粒径を小さくしたり、金属炭化物等の添加物粒子の含有量、種類、組成比等を調整したりすることにより、高硬度層4よりも硬度を低くすることもできる。なお、このような硬質層3がチップ本体2の先端部に被覆された掘削チップ1の焼結は、基本的にダイヤモンド安定領域で行われ、例えば特許文献1～5に記載されたような公知の焼結方法によって可能である。

[0027] このような構成の掘削チップ1および該掘削チップ1を先端部に取り付けた掘削ビットでは、掘削チップ1が掘削時に突発的に岩盤中の極めて硬い超硬岩等に当たった場合に、チップ本体2の少なくとも先端部に被覆された硬質層3のうち最外層の第1の高硬度層4に欠損やチッピングが生じて硬質層3の内部が露出する。これにより内側の低硬度層5が摩耗するが、この低硬度層5のさらに内側には低硬度層5よりも高硬度となる第2の高硬度層4が

配設されているので、摩耗がチップ本体 2 に達するまで急激に進行するのを、この第 2 の高硬度層 4 によって抑制することができる。

[0028] 従って、摩耗の進行によって第 1、第 2 の高硬度層 4 の間の低硬度層 5 が摩滅した後でも、硬質層 3 のチップ本体 2 側すなわち内側の第 2 の高硬度層 4 によって掘削を続行することができるので、掘削性能を維持することが可能となる。このため、そのような掘削チップ 1 を先端部に取り付けた掘削ビットによれば、当該掘削ビットの寿命を延長させることができ、岩盤一面に数メートルの掘削孔を十数カ所形成するような場合でも、途中で掘削ビットを交換する必要がなくなって効率的な掘削作業を行うことが可能となる。

[0029] また、これら第 1、第 2 の高硬度層 4 の間には、これらの高硬度層 4 より硬度が低い反面、靱性は高い低硬度層 5 が介装されているので、特に高硬度層 4 がダイヤモンド粒子に金属バインダーのみを添加して焼結した多結晶ダイヤモンド焼結体である場合でも、高硬度層 4 に生じる残留応力の緩和を図ることができる。しかも、本実施形態では、高硬度層 4 と低硬度層 5 とがそれぞれ複数層（2 層）ずつ、硬質層 3 の表面側からチップ本体 2 側に向けて交互に配設されている。そのため、内側の第 2 の高硬度層 4 の応力も、その内側すなわち第 2 の高硬度層 4 とチップ本体 2 との間に介装される低硬度層 5 により緩和することができる。

[0030] なお、本実施形態では、このように 2 層ずつの高硬度層 4 と低硬度層 5 とが硬質層 3 の表面側からチップ本体 2 側に向けて交互に配設されているが、硬質層 3 においては少なくとも、2 層の高硬度層 4 と、その間に配設される 1 層の低硬度層 5 とが備えられていればよい。すなわち、最もチップ本体 2 側の第 2 の高硬度層 4 はチップ本体 2 の先端部表面に直接被覆されたものであってもよい。また、3 層以上の高硬度層 4 が低硬度層 5 を間にして交互に配設されていてもよく、例えば同数の高硬度層 4 と低硬度層 5 とが交互に積層された偶数層の硬質層 3 であってもよく、最外層と最内層が高硬度層 4 で各高硬度層 4 の間に低硬度層 5 が配設された奇数層の硬質層 3 であってもよい。硬質層 3 には、硬質層 3 の表面側からチップ本体 2 側に向けて、2～6

層ずつの高硬度層4と低硬度層5とが交互に配設されてもよい。また、高硬度層と低硬度層との合計層数は、4層以上12層以下としてもよい。

[0031] さらに、硬質層3の表面側からチップ本体2側に向けて高硬度層4から低硬度層5の間に、硬度が高硬度層4よりも低く低硬度層5よりは高い中間層を配設するようにしてもよい。例えば、高硬度層4がダイヤモンド粒子に金属バインダーのみを添加して焼結した多結晶ダイヤモンド焼結体層である場合に、この高硬度層4と低硬度層5の間に、ダイヤモンド粒子の含有量や粒径、金属バインダーや金属炭化物等の添加粒子の含有量、種類、組成比等を調整することにより、硬度を低硬度層5よりも高く、高硬度層4よりは低くした中間層を配設してもよい。

[0032] このような中間層は、外層側の高硬度層4に対しては硬度が低くて靱性を高くすることができるため、この高硬度層4の応力のある程度は緩和することができる。その一方で、内層側の低硬度層5に対しては高い硬度であるため、高硬度層4に欠損やチッピングが生じたときに摩耗が低硬度層5に達するまで掘削性能を維持することができ、結果的に掘削チップ1の長寿命化を図ることができる。なお、この中間層自体も、硬質層3の表面側からチップ本体2側すなわち外層側から内層側に向けて順次硬度が低くなる複数の層によって形成されていてもよい。

[0033] ここで、各高硬度層4の厚さは、低硬度層5の厚さの $1/2$ 以上で低硬度層5の厚さ以下の範囲とされるのが望ましい。高硬度層4の厚さが低硬度層5の厚さよりも大きくなければ、この低硬度層5によって高硬度層4の応力を緩和するのに十分である。また、高硬度層4の厚さが低硬度層5の厚さの $1/2$ 以上であれば、相対的に低硬度層5の厚さは高硬度層4の厚さの2倍以上となるので、一層確実に高硬度層4の応力緩和を図ることができる。さらに、このように低硬度層5の厚さが確保されるのに伴い、低高度といえどもチップ本体2よりは硬質な低硬度層5により、該低硬度層5の内側の高硬度層4やチップ本体2に摩耗が達するまでの掘削長や時間を長く確保することができる。

[0034] より具体的には、個々の高硬度層4の厚さと低硬度層5の厚さは、それぞれ最も薄い部分で150 μ m以上であり、最も厚い部分で800 μ m以下とされているのが望ましい。これら各高硬度層4および低硬度層5において、最も薄い部分の厚さが150 μ m未満であると、上述のように高硬度層4と低硬度層5がダイヤモンド粒子を含む焼結体層の場合には厚さを均一にすることが困難となり、十分な耐摩耗性を得ることができなくなるおそれがある。また、最も厚い部分の厚さが800 μ mを上回ると、この最も厚い部分で高硬度層4が欠損して低硬度層5が摩耗したときには、硬質層3の表面が大きく剥がれ落ち、掘削チップ1の先端部の形状が歪になって所望の掘削性能を得ることができなくなるおそれがある。これは、中間層についても同様である。

[0035] 硬質層3の全体の厚さは、450 μ m~2500 μ mの範囲とされるのが望ましい。硬質層3全体の厚さが450 μ m未満であると、層の数が最も少ない2層の高硬度層4と1層の低硬度層5によって硬質層3が形成されている場合でも、いずれかの層に上述のように最も薄い部分の厚さが150 μ m未満の箇所が生じるとともに、絶対的な硬質層3の厚さが薄すぎて直ぐに摩耗してしまい、必要な掘削長の掘削孔を形成することができなくなるおそれがある。一方、硬質層3の厚さが2500 μ mを超えると、高硬度層4と低硬度層5がダイヤモンド焼結体層の場合は、低硬度層5によって応力が緩和されているとしても、残留応力によって掘削チップ1全体に割れが生じ易くなるおそれがある。

[0036] なお、本実施形態の掘削チップ1では、上述のようにチップ本体2の先端部が半球状をなすボタンタイプの掘削チップに本発明を適用した場合について説明したが、チップ本体の先端部が砲弾状をなす、いわゆるバリスティックタイプの掘削チップや、先端部の後端側が円錐面状をなして先端側に向かうに従い縮径するとともに、その先端がチップ本体の円柱状の後端部よりも小さな半径の球面状をなす、いわゆるスパイクタイプの掘削チップに本発明を適用することも可能である。

実施例

- [0037] 次に、本発明の掘削チップおよび掘削ビットにおける効果について、実施例を挙げて実証する。本実施例では、先端部がなす半球の直径が11mmのボタンタイプの掘削チップを5種製造した。前記切削チップは、硬質層の高硬度層と低硬度層と（実施例3では中間層も）におけるダイヤモンド粒子と金属炭化物等の添加物粒子との粒径および体積含有率、金属バインダーの組成および添加割合、層数および各層の厚さを種々に変えて被覆した。これらを実施例1～5とした。本実施例の焼結はすべて、特許文献1～5に記載された方法と同様に、超高圧・高温発生装置を用いて、ダイヤモンド安定領域である、圧力5.8GPa、温度1500℃、焼結時間10分で行った。
- [0038] 実施例1では、高硬度層を、粒径2～4 μ mのダイヤモンド粒子を30vol%、粒径20～40 μ mのダイヤモンド粒子を70vol%含有し、添加物粒子は含有せずに、Ni:100wt%の金属バインダーを15vol%（粒子を含んだ層全体に対する含有率。以下、同様。）含有した混合物によって、厚さ200 μ mに形成した。また、低硬度層を、粒径4～6 μ mのダイヤモンド粒子を60vol%、添加物粒子として粒径0.5～2 μ mのTaC粒子を40vol%、Co:100wt%の金属バインダーを10vol%含有した混合物によって厚さ400 μ mに形成した。これらを表面側からチップ本体側に向けて3層ずつ交互に配設した硬質層を先端部に被覆した。
- [0039] 実施例2では、高硬度層を粒径10～20 μ mのダイヤモンド粒子を100vol%含有し、添加物粒子は含有せずに、Co:100wt%の金属バインダーを10vol%を含有した混合物によって、厚さ150 μ mに形成した。また、低硬度層を、粒径4～6 μ mのダイヤモンド粒子を50vol%、添加物粒子として粒径0.5～2 μ mのWC粒子を50vol%、Co:100wt%の金属バインダーを15vol%含有した混合物によって厚さ200 μ mに形成した。これらを表面側からチップ本体側に向けて6層ずつ交互に配設した硬質層を先端部に被覆した。
- [0040] 実施例3では、高硬度層を、粒径0.5～2 μ mのダイヤモンド粒子を3

0 v o l %、粒径4~6 μm のダイヤモンド粒子を70 v o l %含有し、添加物粒子は含有せずに、Co:100 w t %の金属バインダーを10 v o l %含有した混合物によって厚さ200 μm に形成した。中間層を、粒径4~6 μm のダイヤモンド粒子を60 v o l %、添加物粒子として粒径0.5~2 μm のWC粒子を40 v o l %、Co:100 w t %の金属バインダーを5 v o l %含有した混合物によって厚さ200 μm に形成した。低硬度層を、粒径4~6 μm のダイヤモンド粒子を20 v o l %、添加物粒子として粒径0.5~2 μm のWC粒子を80 v o l %、Co:100 w t %の金属バインダーを5 v o l %含有した混合物によって厚さ200 μm に形成した。これらを表面側からチップ本体側に向けて順に2層ずつ配設した硬質層を先端部に被覆した。

[0041] 実施例4では、高硬度層を、粒径15~30 μm のダイヤモンド粒子を65 v o l %、添加物粒子として粒径0.5~1.3 μm のTiC粒子を35 v o l %、Co:100 w t %の金属バインダーを15 v o l %含有した混合物によって厚さ400 μm に形成した。また、低硬度層を、粒径15~30 μm のダイヤモンド粒子を30 v o l %、添加物粒子として粒径0.5~2 μm のTiCN粒子を70 v o l %、Co:100 w t %の金属バインダーを10 v o l %含有した混合物によって厚さ800 μm に形成した。これらを表面側からチップ本体側に向けて2層ずつ交互に配設した硬質層を先端部に被覆した。

[0042] 実施例5では、高硬度層を、粒径6~12 μm のダイヤモンド粒子を80 v o l %、添加物粒子として粒径2~4 μm のWC粒子を20 v o l %含有し、Fe:69 w t %、Ni:31 w t %の金属バインダーを15 v o l %含有した混合物によって厚さ200 μm に形成した。また、低硬度層を、粒径15~30 μm のダイヤモンド粒子を40 v o l %、添加物粒子として粒径2~4 μm のcBN粒子を60 v o l %、Co:100 w t %の金属バインダーを10 v o l %含有した混合物によって厚さ300 μm に形成した。これらを表面側からチップ本体側に向けて2層ずつ交互に配設した硬質層を先端

部に被覆した。

[0043] 一方、これらの実施例1～5に対する比較例として、2層の高硬度層の間に低硬度層を有することのない硬質層が被覆された先端部がなす半球の直径が同じく11mmのボタンタイプの掘削チップを4種製造した。これらを比較例1～4とする。本比較例の焼成も本実施例と同様に超高圧・高温発生装置を用いて、ダイヤモンド安定領域である、圧力5.8GPa、温度1500℃、焼結時間10分で行った。

[0044] 比較例1では、高硬度層を、粒径0.5～2μmのダイヤモンド粒子を30vol%、粒径4～6μmのダイヤモンド粒子を70vol%含有し、添加物粒子は含有せずに、Co:100wt%の金属バインダーを10vol%含有した混合物によって厚さ200μmに形成した。また、中間層を、粒径4～6μmのダイヤモンド粒子を60vol%、添加物粒子として粒径0.5～2μmのWC粒子を40vol%、Co:100wt%の金属バインダーを5vol%含有した混合物によって厚さ400μmに形成した。さらに、低硬度層を粒径4～6μmのダイヤモンド粒子を20vol%、添加物粒子として粒径0.5～2μmのWC粒子を80vol%含有してCo:100wt%の金属バインダーを5vol%含有した混合物によって厚さ600μmに形成した。これらを表面側からチップ本体側に向けて順に1層ずつだけ配設した硬質層を先端部に被覆した。

[0045] 比較例2では、硬質層を粒径0.5～2μmのダイヤモンド粒子を30vol%、粒径4～6μmのダイヤモンド粒子を70vol%含有し、添加物粒子は含有せずに、Co:100wt%の金属バインダーを10vol%含有した混合物によって厚さ800μmの1層だけ被覆した。

[0046] 比較例3では、高硬度層を粒径0.5～2μmのダイヤモンド粒子を30vol%、粒径4～6μmのダイヤモンド粒子を70vol%含有し、添加物粒子は含有せずに、Co:100wt%の金属バインダーを10vol%含有した混合物によって厚さ400μmに形成した。また、低硬度層を粒径4～6μmのダイヤモンド粒子を60vol%、添加物粒子として粒径0.5

～2 μmのWC粒子を40 vol%、Co:100 wt%の金属バインダーを5 vol%含有した混合物によって厚さ600 μmに形成した。これらを表面側からチップ本体側に向けて順に1層ずつだけ配設した硬質層を先端部に被覆した。

[0047] 比較例4では、高硬度層を、粒径0.5～2 μmのダイヤモンド粒子を30 vol%、粒径4～6 μmのダイヤモンド粒子を70 vol%含有し、添加物粒子は含有せずに、Co:100 wt%の金属バインダーを10 vol%含有した混合物によって厚さ400 μmに形成した。また、低硬度層を、粒径4～6 μmのダイヤモンド粒子を20 vol%、添加物粒子として粒径0.5～2 μmのWC粒子を80 vol%、Co:100 wt%の金属バインダーを5 vol%含有した混合物によって厚さ600 μmに形成した。これらを表面側からチップ本体側に向けて順に1層ずつだけ配設した硬質層を先端部に被覆した。

[0048] このように製造した実施例1～5と比較例1～4の掘削チップ（ボタンチップ）を、ビット径45 mmの掘削ビットのゲージ面に5つ、フェイス面に2つの合計で7つ取り付けた。これらを用いて硬岩と超硬岩とを含む平均一軸圧縮強度180 MPaの銅鉱山に、掘削長4 mの掘削孔を掘削する掘削作業を行い、掘削チップが寿命に至るまでのトータル掘削長（m）を測定するとともに掘削終了時の掘削チップの摩耗形態を確認した。なお、掘削条件は、掘削装置がTAMROCK社製型番H205D、打撃圧力が160 bar、フィード（送り）圧力が80 bar、回転圧力が55 barとした。また、ブロー孔からは水を供給してその水圧は18 barであった。この結果を表1に示す。

[0049]

[表1]

	トータル掘削長	摩擦形態
実施例 1	368 (m)	正常摩耗
実施例 2	424 (m)	正常摩耗
実施例 3	236 (m)	正常摩耗
実施例 4	382 (m)	正常摩耗
実施例 5	332 (m)	正常摩耗
比較例 1	112 (m)	正常摩耗と一部チップング
比較例 2	40 (m)	層剥離
比較例 3	88 (m)	正常摩耗と一部チップング
比較例 4	84 (m)	正常摩耗と一部チップング

[0050] この結果より、比較例 1～4 の掘削チップを取り付けた掘削ビットでは、最も掘削長の長い比較例 1 でも、掘削チップに正常摩耗以外に一部チップングが生じ、実施例 1～5 の掘削チップを取り付けた掘削ビットのおよそ 1/2 の掘削長で寿命に達してしまつた。特に、硬質層が 1 層の比較例 2 では、層剥離により 10 孔を掘削したところで寿命となり、1 つの掘削ビットで岩盤の 1 面に十分な数の掘削孔を形成することはできなかつた。

[0051] これに対して、実施例 1～5 の掘削チップを取り付けた掘削ビットでは、トータル掘削長が最も短い実施例 3 でも略 60 孔の掘削孔を形成することができ、岩盤 1 面に十数箇所の掘削孔を形成する場合には、略 3 面に対して掘削ビットを交換することなく効率的な掘削が可能であつた。特に、高硬度層の層数が多い実施例 2 では、100 以上の掘削孔を形成することができ、極めて効率的な掘削作業が可能であつた。

[0052] なお、実施例 1 と同じ高硬度層と低硬度層の組成で、高硬度層の厚さが 1000 μm 、低硬度層の厚さが 200 μm で、高硬度層と低硬度層が交互に 2 層ずつ積層された硬質層を有する掘削チップを製造しようとしたところ、高硬度層の厚さが 800 μm を越えていて硬質層における高硬度層の残留応力が高く、焼結時に高硬度層に層間クラックが発生して製造することができ

なかった。

産業上の利用可能性

[0053] 以上説明したように、本発明では、掘削時に突発的に岩盤中の極めて硬い超硬岩等に掘削チップが当たって硬質層外層の高硬度層に欠損やチッピングが生じ、露出した部分から内側の低硬度層に摩耗が進行しても、一気に摩耗がチップ本体まで達するのを防いで掘削性能を維持することができ、掘削ビットの寿命を延長して効率的な掘削作業を図ることが可能となる。

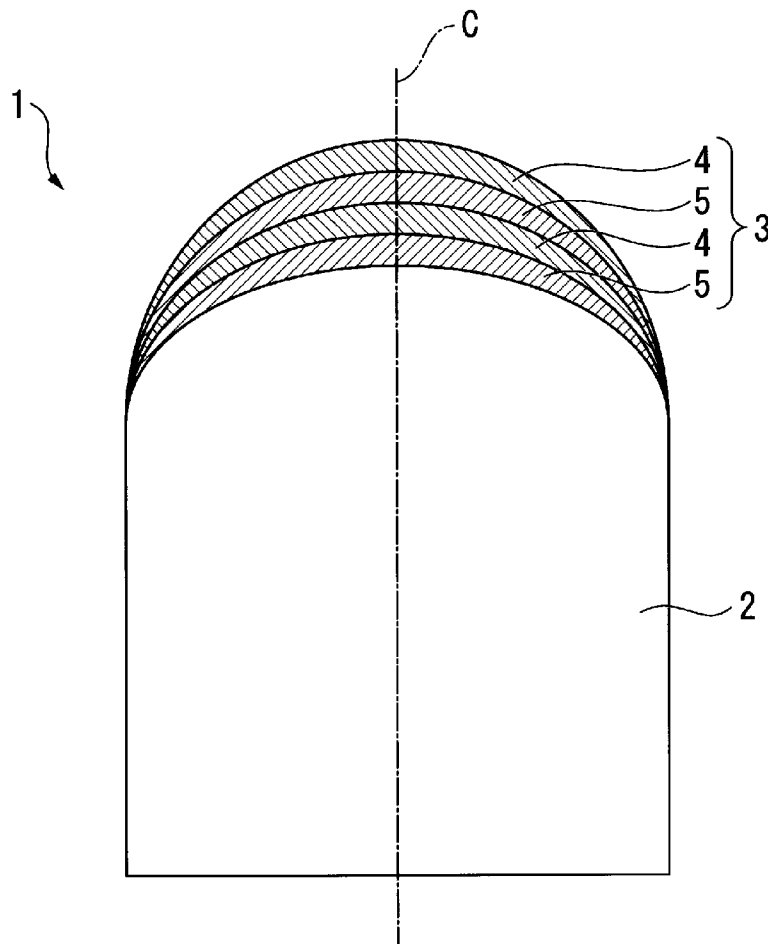
符号の説明

- [0054]
- 1 掘削チップ
 - 2 チップ本体
 - 3 硬質層
 - 4 高硬度層
 - 5 低硬度層
 - 1 1 ビット本体
 - C チップ中心線
 - O ビット本体 1 1 の軸線

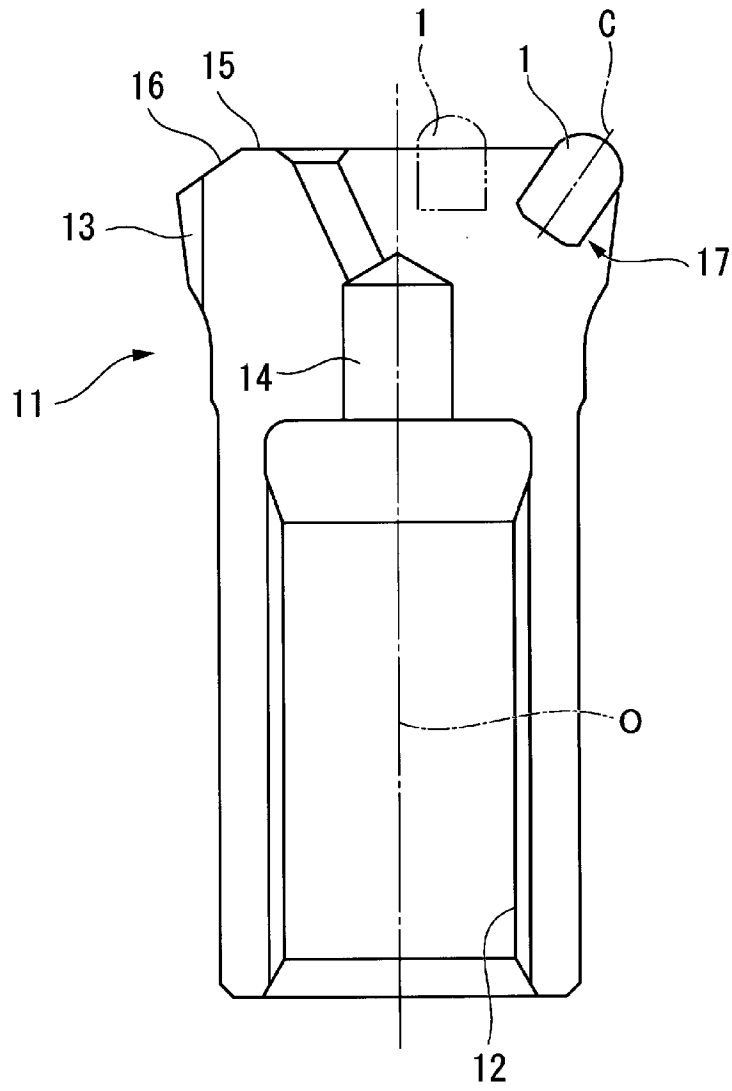
請求の範囲

- [請求項1] 掘削ビットの先端部に取り付けられて掘削を行う掘削チップであって、
- チップ本体と、このチップ本体の少なくとも先端部に被覆された該チップ本体よりも硬質なダイヤモンド焼結体よりなる硬質層とを備え、
- 上記硬質層は、該硬質層の表面側から上記チップ本体側に向けて、少なくとも2層の高硬度層と、これらの高硬度層の間に配設された該高硬度層よりも硬度が低い低硬度層とを有している掘削チップ。
- [請求項2] 上記硬質層には、該硬質層の表面側から上記チップ本体側に向けて、それぞれ複数層ずつの上記高硬度層と上記低硬度層とが交互に配設されている請求項1に記載の掘削チップ。
- [請求項3] 上記高硬度層の厚さは、上記低硬度層の厚さの $1/2$ 以上で該低硬度層の厚さ以下の範囲とされている請求項1または請求項2に記載の掘削チップ。
- [請求項4] 個々の上記高硬度層の厚さと上記低硬度層の厚さは、それぞれ最も薄い部分で $150\mu\text{m}$ 以上であり、最も厚い部分で $800\mu\text{m}$ 以下とされている請求項1から請求項3のうちいずれか一項に記載の掘削チップ。
- [請求項5] 上記硬質層の表面側から上記チップ本体側に向けて、上記高硬度層と上記低硬度層との間には、該高硬度層よりも硬度が低く上記低硬度層よりも硬度が高い中間層が配設されている請求項1から請求項4のうちいずれか一項に記載の掘削チップ。
- [請求項6] 請求項1から請求項5のうちいずれか一項に記載の掘削チップが先端部に取り付けられている掘削ビット。

[図1]



[図2]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2015/083276

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
E21B10/46(2006.01) i

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)
E21B1/00-49/10, B23G5/00-5/20, B28D1/00-1/24, B28D5/00-5/02

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	JP 2013-513031 A (Element Six Ltd.), 18 April 2013 (18.04.2013), paragraphs [0007], [0010] to [0055]; fig. 3 to 6B & WO 2011/069637 A1 page 3, columns 1 to 5; page 4, column 26 to page 18, column 10; fig. 3 to 6B & EP 2509733 A & CA 2782148 A & KR 10-2012-0095953 A & CN 102753286 A & MX 2012006482 A	1-4, 6 5

Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search 08 February 2016 (08.02.16)	Date of mailing of the international search report 16 February 2016 (16.02.16)
--	---

Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer Telephone No.
--	---

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/083276

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	US 6315065 B1 (Smith International, Inc.), 13 November 2001 (13.11.2001), column 1, lines 24 to 42; column 5, line 6 to column 6, line 26; fig. 1 & US 2002/0007972 A1 & US 6460636 B1 & GB 2348901 A & GB 2357532 A & GB 2393469 A & GB 2393470 A & GB 9368 D0 & CA 2305813 A & CA 2327560 A	1, 6 5
A	US 9097111 B2 (Element Six Abrasives S.A.), 04 August 2015 (04.08.2015), column 3, line 34 to column 8, line 55; fig. 3 to 7 & US 2014/0076640 A1 & US 2014/0084669 A1 & GB 201107764 D & GB 201110105 D & GB 2490793 A & GB 2490795 A & GB 2490797 A & GB 201107764 D0 & WO 2012/152847 A2 & WO 2012/152848 A2 & WO 2012/152874 A2 & EP 2707566 A & EP 2707573 A	1-6
A	US 2014/0060937 A1 (Diamond Innovations, Inc.), 06 March 2014 (06.03.2014), paragraphs [0049], [0050]; fig. 5 to 6C (Family: none)	1-6
A	JP 63-295482 A (Showa Denko Kabushiki Kaisha), 01 December 1988 (01.12.1988), page 3, lower left column, line 9 to page 4, upper right column, line 11; fig. 4 (Family: none)	1-6
A	WO 2013/064433 A2 (Element Six Abrasives S.A.), 10 May 2013 (10.05.2013), page 7, line 9 to page 8, line 15; fig. 4 & JP 2014-532821 A & US 2014/0265530 A1 & GB 201118739 D & GB 2498034 A & GB 201118739 D0 & EP 2773839 A & CN 104024558 A	1-6

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. E21B10/46(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. E21B1/00-49/10 B23G5/00-5/20 B28D1/00-1/24 B28D5/00-5/02

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2016年
日本国実用新案登録公報	1996-2016年
日本国登録実用新案公報	1994-2016年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X A	JP 2013-513031 A (エレメント シックス リミテッド) 2013.04.18, [0007] [0010] - [0055] 図3-6B & WO 2011/069637 A1 page3 colum1-5, page4 colum26- page18 colum10 FIG3-6B & EP 2509733 A & CA 2782148 A & KR 10-2012-0095953 A & CN 102753286 A & MX 2012006482 A	1-4, 6 5
X A	US 6315065 B1 (Smith International, Inc.) 2001.11.13, 第1欄 24-42行、第5欄6行-6欄26行及びFIG1 & US 2002/0007972 A1 & US 6460636 B1 & GB 2348901 A & GB 2357532 A	1, 6 5

☑ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

08.02.2016

国際調査報告の発送日

16.02.2016

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)
郵便番号100-8915
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

竹村 真一郎

2D

9810

電話番号 03-3581-1101 内線 3241

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	& GB 2393469 A & GB 2393470 A & GB 9368 D0 & CA 2305813 A & CA 2327560 A US 9097111 B2 (Element Six Abrasives S.A.) 2015.08.04, 第3欄 34行-8欄55行 Fig. 3-7 & US 2014/0076640 A1 & US 2014/0084669 A1 & GB 201107764 D & GB 201110105 D & GB 2490793 A & GB 2490795 A & GB 2490797 A & GB 201107764 D0 & WO 2012/152847 A2 & WO 2012/152848 A2 & WO 2012/152874 A2 & EP 2707566 A & EP 2707573 A	1-6
A	US 2014/0060937 A1 (Diamond Innovations, Inc.) 2014.03.06, [0 049] [0050] FIG. 5-6C (ファミリーなし)	1-6
A	JP 63-295482 A (昭和電工株式会社) 1988.12.01, 第3頁左下欄9 行-4頁右上欄11行、第4図 (ファミリーなし)	1-6
A	WO 2013/064433 A2 (ELEMENT SIX ABRASIVES S.A.) 2013.05.10, 第 7頁9行-8頁15行、Fig. 4 & JP 2014-532821 A & US 2014/0265530 A1 & GB 201118739 D & GB 2498034 A & GB 201118739 D0 & EP 2773839 A & CN 104024558 A	1-6