

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5526967号
(P5526967)

(45) 発行日 平成26年6月18日(2014.6.18)

(24) 登録日 平成26年4月25日(2014.4.25)

(51) Int.Cl. F 1
B 2 3 B 51/06 (2006.01) B 2 3 B 51/06 D

請求項の数 8 (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2010-95374 (P2010-95374)	(73) 特許権者	000006264 三菱マテリアル株式会社 東京都千代田区大手町一丁目3番2号
(22) 出願日	平成22年4月16日(2010.4.16)	(74) 代理人	100064908 弁理士 志賀 正武
(65) 公開番号	特開2011-20254 (P2011-20254A)	(74) 代理人	100108578 弁理士 高橋 詔男
(43) 公開日	平成23年2月3日(2011.2.3)	(74) 代理人	100108453 弁理士 村山 靖彦
審査請求日	平成25年3月29日(2013.3.29)	(74) 代理人	100106057 弁理士 柳井 則子
(31) 優先権主張番号	特願2009-142441 (P2009-142441)	(72) 発明者	柳田 一也 岐阜県安八郡神戸町大字横井字中新田15 28番地 三菱マテリアル株式会社 岐阜 製作所内
(32) 優先日	平成21年6月15日(2009.6.15)		
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 クーラント穴付きドリル

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

軸線回りに回転させられるドリル本体の先端側に切刃部が形成され、この切刃部の外周に、上記ドリル本体の先端逃げ面に開口して上記軸線回りに擦れつつ該軸線方向後端側に向けて延びる切屑排出溝が形成されて、この切屑排出溝のドリル回転方向前方側を向く前溝壁面と上記先端逃げ面との交差稜線部に切刃が形成されるとともに、上記切刃部において周方向に隣接する上記切屑排出溝の間に形成されるランド部には、上記切屑排出溝と並行して擦れつつ上記先端逃げ面に開口するクーラント穴が穿設されており、このクーラント穴は、上記軸線に直交する断面において、ドリル回転方向前方側に位置して上記前溝壁面との間隔が一定とされた前穴壁面と、ドリル回転方向後方側に位置して上記切屑排出溝のドリル回転方向後方側を向く後溝壁面との間隔が一定とされた後穴壁面と、上記ドリル本体の外周側に位置して上記ランド部の外周壁面との間隔が一定とされた外周穴壁面とを備え、上記前穴壁面と上記後穴壁面が上記先端逃げ面と交差してなす上記クーラント穴のドリル回転方向前方側と後方側の開口縁は、該クーラント穴の内周側に凸となる凸曲線状を描いて、外周側に向かうに従い互いの周方向の間隙が漸次増大するとともに、この間隙が増大する割合も外周側に向けて漸次大きくなるように形成されていることを特徴とするクーラント穴付きドリル。

【請求項2】

上記外周穴壁面と上記外周壁面との間隔が、上記前穴壁面と上記前溝壁面との間隔、および上記後穴壁面と上記後溝壁面との間隔よりも大きいことを特徴とする請求項1に記載

のクーラント穴付きドリル。

【請求項 3】

上記外周穴壁面と上記外周壁面との間隔が、上記切刃の外径の 5 ~ 20 % の範囲内であることを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載のクーラント穴付きドリル。

【請求項 4】

上記前穴壁面と上記前溝壁面との間隔と、上記後穴壁面と上記後溝壁面との間隔とは、互いに等しいことを特徴とする請求項 1 から請求項 3 のうちいずれか一項に記載のクーラント穴付きドリル。

【請求項 5】

上記前穴壁面と上記前溝壁面との間隔と、上記後穴壁面と上記後溝壁面との間隔とが、上記切刃の外径の 3 ~ 15 % の範囲内であることを特徴とする請求項 1 から請求項 4 のうちいずれか一項に記載のクーラント穴付きドリル。

10

【請求項 6】

上記軸線と上記クーラント穴との間隔が、上記切刃の外径の 5 ~ 25 % の範囲内であることを特徴とする請求項 1 から請求項 5 のうちいずれか一項に記載のクーラント穴付きドリル。

【請求項 7】

上記クーラント穴の上記軸線に対する径方向の幅が、上記切刃の外径の 10 ~ 30 % の範囲内であることを特徴とする請求項 1 から請求項 6 のうちいずれか一項に記載のクーラント穴付きドリル。

20

【請求項 8】

上記軸線に直交する断面において、上記前穴壁面と上記後穴壁面とがなす挟角が、上記前溝壁面と上記ランド部の外周壁面との交点と上記軸線を結ぶ直線と、上記後溝壁面と上記ランド部の外周壁面との交点と上記軸線を結ぶ直線とがなす挟角の 50 ~ 80 % の範囲内であることを特徴とする請求項 1 から請求項 7 のうちいずれか一項に記載のクーラント穴付きドリル。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、穴明け加工を行うドリル本体先端部の切刃部において、螺旋状に擦れた切屑排出溝の間のランド部に、切削油剤等のクーラントを供給するクーラント穴が形成されたクーラント穴付きドリルに関するものである。

30

【背景技術】

【0002】

このような切屑排出溝が螺旋状をなすクーラント穴付きドリルにおいては、クーラント穴は一般的に断面円形状のものが多く、クーラントの供給量の増大や効率的な供給を図るため、例えば特許文献 1 にはクーラント穴の軸断面形状を、内壁面間距離がクーラント穴の略中央から回転中心へ向かうに従って漸次減少する滴形に形成したものが、特許文献 2 にはクーラント穴の軸断面形状を楕円としたものが、特許文献 3 にはクーラント穴の少なくとも開口部を略三角形としたものが、それぞれ提案されている。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】実開昭 64 - 42816 号公報

【特許文献 2】特開 2004 - 154883 号公報

【特許文献 3】特開 2005 - 52940 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

ところで、このようなクーラント穴付きドリルにおいてクーラントの供給量を増大させ

50

るには、クーラント穴の断面積を大きくすればよいのであるが、徒に断面積を大きくするとドリル本体の強度が損なわれて折損を生じるおそれがある。例えば、特許文献1に記載のドリルのようにクーラント穴を断面滴形、すなわち断面円形の本孔と、この本孔がなす円弧にそれぞれ接し回転中心寄りで交叉する平坦な2つの内壁面で画成される副孔とから構成したもので、本孔の断面積が同じ場合に回転中心に向かって漸次減少するその内壁面間距離の減少する割合を小さくすると、これらの内壁面がなす挟角は小さくなってクーラント穴の断面積は大きくなるが、該内壁面と切屑排出溝の壁面との間隔は小さくなって肉厚が薄くなり、ドリル本体の強度は損なわれることになる。

【0005】

これは、クーラント孔を断面楕円形とした特許文献2に記載のクーラント穴付きドリルでも同様であり、すなわちこの特許文献2では、上記楕円の長軸と短軸の比を1.2:1.0以上4.0:1.0以下とするとともに、この楕円の長軸方向を切刃と略平行から45°回転方向後方側以下にすることが記載されているが、例えば長軸の長さが同じ場合にクーラント穴の断面積を増やそうとして長短軸比を小さくすると、短軸方向においてクーラント穴の内壁面と切屑排出溝壁面との肉厚が薄くなって折損を生じ易くなる。また、逆に長短軸比を大きくすると、先端逃げ面におけるクーラント穴の周方向の位置が上記角度の範囲で限定的となり、切刃側かヒール側のどちらか一方にクーラントの流れが偏ってしまうという問題もある。

【0006】

さらに、特許文献3に記載された略三角形のクーラント穴を有するドリルでは、この三角形が切刃側を底辺としヒール側に向けて高さを設け、高さとの比率が0.4以上0.6以下である扁平した形状であって、この底辺が切刃と略平行または切刃より45°回転方向後方側に設けられているので、やはりクーラントの流れに偏りが生じることが避けられず、しかもクーラント穴の断面積を大きくするには上記底辺自体を長くしなければならないため、クーラント供給量を増大させるにも自ずと限度がある。従って、これら従来のクーラント穴付きドリルでは、例えばステンレスのような熱伝導率の低い難削材の穴明け加工においては、切削部位や切刃を十分に潤滑、冷却することができず送り小さくしたりしなければならず、効率的な穴明け加工を行うことは困難であった。

【0007】

本発明は、このような背景の下になされたもので、ドリル本体の強度は損なうことなくクーラント供給量を確実に増大させることができ、ステンレスのような難削材でも効率的で安定した穴明け加工を行うことが可能なクーラント穴付きドリル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、本発明は、軸線回りに回転させられるドリル本体の先端側に切刃部が形成され、この切刃部の外周に、上記ドリル本体の先端逃げ面に開口して上記軸線回りに擦れつつ該軸線方向後端側に向けて延びる切屑排出溝が形成されて、この切屑排出溝のドリル回転方向前方側を向く前溝壁面と上記先端逃げ面との交差稜線部に切刃が形成されるとともに、上記切刃部において周方向に隣接する上記切屑排出溝の間に形成されるランド部には、上記切屑排出溝と並行して擦れつつ上記先端逃げ面に開口するクーラント穴が穿設されており、このクーラント穴は、上記軸線に直交する断面において、ドリル回転方向前方側に位置して上記前溝壁面との間隔が一定とされた前穴壁面と、ドリル回転方向後方側に位置して上記切屑排出溝のドリル回転方向後方側を向く後溝壁面との間隔が一定とされた後穴壁面と、上記ドリル本体の外周側に位置して上記ランド部の外周壁面との間隔が一定とされた外周穴壁面とを備え、上記前穴壁面と上記後穴壁面が上記先端逃げ面と交差してなす上記クーラント穴のドリル回転方向前方側と後方側の開口縁は、該クーラント穴の内周側に凸となる凸曲線状を描いて、外周側に向かうに従い互いの周方向の間隔が漸次増大するとともに、この間隔が増大する割合も外周側に向けて漸次大きくなるように形成されていることを特徴とする。

10

20

30

40

50

【 0 0 0 9 】

このように構成されたクーラント穴付きドリルでは、そのクーラント穴を形成する前穴壁面と後穴壁面と外周穴壁面とが、ランド部を形成する切屑排出溝の前溝壁面と後溝壁面とランド部の外周壁面との間に、それぞれ一定の間隔を有しているため、これらの壁面間に形成される壁部の肉厚も一定として、肉厚の薄い部分が形成されるのを避けることができ、切刃部におけるドリル本体の強度を確保することができる。このため、ドリル本体に折損が生じたりするのを防いで、安定した穴明け加工を促すことができる。

【 0 0 1 0 】

そして、こうして強度が確保された上で、各穴壁面は各溝壁面および外周壁面に沿って延びることになるので、クーラント穴の断面積を大きくしてクーラントの供給量の増大を促すことが可能となるとともに、先端逃げ面におけるクーラント穴の前穴壁面と切刃との間隔、後穴壁面とヒール側の後溝壁面との間隔、および外周穴壁面とランド部の外周壁面との間隔も、それぞれ一定とすることができて、偏りのない均等なクーラントの供給を図ることができる。従って、加工穴の底面と先端逃げ面との間により多くのクーラントを満遍なく供給することができて、切削部位や切刃を効果的に潤滑、冷却するとともに切屑の円滑な排出を促すことが可能となる。

10

【 0 0 1 1 】

また、上記構成のクーラント穴付きドリルでは、上記外周穴壁面と上記外周壁面との間隔を、上記前穴壁面と上記前溝壁面との間隔、および上記後穴壁面と上記後溝壁面との間隔よりも大きくすることにより、ランド部の外周側でより大きな肉厚を確保することができて、ドリル本体の強度を一層向上させることができる。なお、この外周穴壁面と外周壁面との間隔は、上記切刃の外径の5～20%の範囲内であるのが望ましく、これよりも間隔が小さいとこれら外周穴壁面と外周壁面との間の肉厚も薄くなって十分な強度を確保することができなくなる一方、これよりも間隔が大きいとクーラント穴の断面積を十分に大きくすることができなくなるおそれが生じる。

20

【 0 0 1 2 】

さらに、上記前穴壁面と上記前溝壁面との間隔と、上記後穴壁面と上記後溝壁面との間隔とを、互いに等しくすることによっても、ランド部におけるドリル回転方向前方側の壁部の肉厚とドリル回転方向後方側の壁部の肉厚とを等しくして強度をバランスさせ、折損等が生じるのを防止することができる。また、先端逃げ面においてクーラントを切刃側とヒール側とに略均等に分散することができて、偏りのないクーラント供給を促すことができる。なお、これらランド部のドリル回転方向前方側と後方側の壁部に十分な強度を確保しつつクーラント穴の断面積増大を図るには、上記前穴壁面と上記前溝壁面との間隔と、上記後穴壁面と上記後溝壁面との間隔とは、上記切刃の外径の3～15%の範囲内とされることが望ましい。

30

【 0 0 1 3 】

さらにまた、このように切屑排出溝の前後壁面との間隔がそれぞれ一定とされたクーラント穴の前後穴壁面は、ドリル本体の軸線側すなわち内周側に向けても上記前後壁面に沿うように延びることになるが、その内周端が上記軸線に近づきすぎると、例えば複数のクーラント穴が切刃部に形成されている場合においてこれらクーラント穴の内周端同士の間隔が小さくなりすぎて強度を確保することが困難となるおそれがある。他方、この間隔が大きすぎるとやはりクーラント穴断面積を大きくすることができなくなるおそれがあるため、上記軸線と上記クーラント穴との間隔は、軸線に直交する断面におけるクーラント穴の内周端との間隔として上記切刃の外径の5～25%の範囲内とされることが望ましい。

40

【 0 0 1 4 】

一方、こうしてクーラント穴の前穴壁面と後穴壁面と外周穴壁面とが、ランド部の前溝壁面と後溝壁面と外周壁面との間にそれぞれ一定の間隔をあけていても、クーラント穴自体が小さすぎると十分なクーラント供給量を確保することが困難となるおそれがあり、逆に大きすぎるとドリル本体強度を維持することができなくなるおそれがある。このため、クーラント穴は、上記軸線に対する径方向については、その幅が、上記切刃の外径の5～

50

35%の範囲内であるのが望ましく、また周方向については、上記軸線に直交する断面において、上記前穴壁面と上記後穴壁面とがなす挟角が、上記前溝壁面と上記ランド部の外周壁面との交点と上記軸線を結ぶ直線と、上記後溝壁面と上記ランド部の外周壁面との交点と上記軸線を結ぶ直線とがなす挟角の50~80%の範囲内とされるのが望ましい。

【発明の効果】

【0015】

以上説明したように、本発明によれば、クーラント穴の断面積を大きくしてクーラント供給量を増大させつつも、ドリル本体の強度は十分に確保することができ、これにより、例えばステンレスのような熱伝導率の低い難削材に対しても、穴明け加工時に折損等が発生したりするのを確実に防ぎながら、加工穴の切削部位と切刃の効果的な潤滑、冷却を図るとともに切屑の円滑な排出を促して、安定的かつ効率的な穴明け加工を行うことが可能となる。

10

【図面の簡単な説明】

【0016】

【図1】本発明の一実施形態を示す側面図である。

【図2】図1に示す実施形態の平面図である。

【図3】図1に示す実施形態の正面図である。

【図4】図1に示す実施形態の先端部の斜視図である。

【図5】図1に示す実施形態の軸線Oに直交する断面図である。

【図6】クーラント穴の外周穴壁面と外周壁面（外周逃げ面）との間隔Cの切刃の外径Dに対する割合を変化させたときのCAE解析によるトルクに対する相対剛性の比較結果を示す図である。

20

【図7】クーラント穴の外周穴壁面と外周壁面（外周逃げ面）との間隔Cの切刃の外径Dに対する割合を変化させたときのクーラント穴の出口流量相対比較の結果を示す図である。

【図8】クーラント穴の前穴壁面と切屑排出溝の前溝壁面との間隔Aの切刃の外径Dに対する割合と、クーラント穴の後穴壁面と切屑排出溝の後溝壁面との間隔Bの切刃の外径Dに対する割合を変化させたときのCAE解析によるトルクに対する相対剛性の比較結果を示す図である。

【図9】クーラント穴の前穴壁面と切屑排出溝の前溝壁面との間隔Aの切刃の外径Dに対する割合と、クーラント穴の後穴壁面と切屑排出溝の後溝壁面との間隔Bの切刃の外径Dに対する割合を変化させたときのクーラント穴の出口流量相対比較の結果を示す図である。

30

【図10】ドリル本体の軸線Oとクーラント穴との間隔Eの切刃の外径Dに対する割合を変化させたときのCAE解析によるトルクに対する相対剛性の比較結果を示す図である。

【図11】ドリル本体の軸線Oとクーラント穴との間隔Eの切刃の外径Dに対する割合を変化させたときのクーラント穴の出口流量相対比較の結果を示す図である。

【図12】クーラント穴の軸線Oに対する径方向の幅Fの切刃の外径Dに対する割合を変化させたときのCAE解析によるトルクに対する相対剛性の比較結果を示す図である。

【図13】クーラント穴の軸線Oに対する径方向の幅Fの切刃の外径Dに対する割合を変化させたときのクーラント穴の出口流量相対比較の結果を示す図である。

40

【図14】ドリル本体の軸線Oに直交する断面において、クーラント穴の前穴壁面と後穴壁面とがなす挟角が、切屑排出溝の前溝壁面とランド部の外周壁面との交点と軸線Oを結ぶ直線と、後溝壁面とランド部の外周壁面との交点と軸線Oを結ぶ直線とがなす挟角に対してなす割合を変化させたときのCAE解析によるトルクに対する相対剛性の比較結果を示す図である。

【図15】ドリル本体の軸線Oに直交する断面において、クーラント穴の前穴壁面と後穴壁面とがなす挟角が、切屑排出溝の前溝壁面とランド部の外周壁面との交点と軸線Oを結ぶ直線と、後溝壁面とランド部の外周壁面との交点と軸線Oを結ぶ直線とがなす挟角に対してなす割合を変化させたときのクーラント穴の出口流量相対比較の結果を示す図で

50

ある。

【発明を実施するための形態】

【0017】

図1ないし図5は、本発明のクーラント穴付きドリルの一実施形態を示すものである。本実施形態において、ドリル本体1は、超硬合金等の硬質材料により一体に形成されて、外形が軸線Oを中心とした概略円柱状をなし、その後端側部分(図1および図2において右側部分)が円柱状のままのシャンク部2とされるとともに、先端側部分(図1および図2において左側部分)には切刃部3が形成されている。このようなクーラント穴付きドリルは、シャンク部2が工作機械に把持されて軸線O回りにドリル回転方向Tに回転されつつ、軸線O方向先端側に送り出されて被削材に穴明け加工を行う。

10

【0018】

切刃部3の外周には、本実施形態では一对の切屑排出溝4が、軸線Oに関して互いに対称に、ドリル本体1の先端逃げ面5に開口して、軸線O方向後端側に向かうに従い軸線O回りに例えば40°以下の擦れ角でドリル回転方向T後方側に擦れつつ延び、シャンク部2の手前で切れ上がるように形成されている。これらの切屑排出溝4は、軸線Oに直交する断面においてその溝壁面6が図5に示すように概ね滑らかな凹曲線状をなすように形成されており、ただしこの溝壁面6のうちドリル回転方向T前方側を向く前溝壁面6Aの外周側部分は、この凹曲線に滑らかに接する凸曲線をなすように形成される一方、ドリル回転方向T後方側を向く後溝壁面6Bの外周側部分(ヒール部)には面取り部6Cが形成されている。

20

【0019】

このように一对の切屑排出溝4が形成されることにより、切刃部3には周方向に隣接する切屑排出溝4の間に、該切屑排出溝4と同じく軸線O回りにドリル回転方向T後方側に擦れる一对のランド部7が形成される。ここで、このランド部7の外周壁面8は、本実施形態ではドリル回転方向T前方側に位置して軸線Oを中心とした円筒面上に延び、上記前溝壁面6Aと交差することによりリーディングエッジを形成する幅の小さなマージン部8Aと、このマージン部8Aのドリル回転方向T後方側に凹曲面状の段部8Bを介して連なり、該マージン部8Aから僅かに一段縮径した軸線Oを中心とする円筒面上に位置して上記面取り部6Cに交差する、外周壁面8の大部分を占める外周逃げ面(二番取り面)8Cとから構成されている。

30

【0020】

また、先端逃げ面5は、本実施形態ではドリル回転方向T後方側に向けて逃げ角が段階的に大きくなる第1~第3の3つの逃げ面部5A、5B、5Cにより形成されており、このうちドリル回転方向T前方側の第1逃げ面部5Aと切屑排出溝4の上記前溝壁面6Aの先端側部分との交差稜線部に、切刃9が形成されている。なお、この前溝壁面6A先端側部分の内周部には、上記先端逃げ面5のうちドリル回転方向T後方側の第3逃げ面部5Cと凹V字状をなして交差するようにシンニング面6Dが形成されていて、このシンニング面6Dと第1逃げ面部5Aとの交差稜線部に切刃9の内周側において軸線Oに向かうシンニング刃9Aが形成されるように、切刃9にはシンニングが施されている。

【0021】

さらに、ドリル本体1には、そのシャンク部2の後端面から切屑排出溝4の擦れと等しいリードで軸線O回りに擦れつつ先端側に向かう一对のクーラント穴10が軸線Oに関して対称に穿設されており、これらのクーラント穴10は、切刃部3においては上記ランド部7内を切屑排出溝4に並行して延び、先端逃げ面5のうち第2逃げ面部5Bにそれぞれ開口させられている。

40

【0022】

そして、このクーラント穴10は、軸線Oに直交する断面における形状、寸法がドリル本体1の全長に亘って一定とされて、この軸線Oに直交する断面において、ドリル回転方向T前方側に位置して切屑排出溝4の上記前溝壁面6Aとの間隔Aが一定とされた前穴壁面10Aと、ドリル回転方向T後方側に位置して切屑排出溝4の上記後溝壁面6Bとの間

50

隔Bが一定とされた後穴壁面10Bと、ドリル本体1の外周側に位置してランド部7の外周壁面8のうち上記外周逃げ面8Cとの間隔Cが一定とされた外周穴壁面10Cとを備えた形状とされている。

【0023】

従って、切屑排出溝4の溝壁面6が上述のように断面凹曲線状をなすように形成された本実施形態のクーラント穴付きドリルでは、前穴壁面10Aと後穴壁面10Bはクーラント穴10の内周側に凸となるような断面凸曲線状をなすとともに、外周穴壁面10Cはクーラント穴10の外周側に凹となるような断面凹曲線状をなすことになって、クーラント穴10自体は軸線Oに直交する断面において「銀杏の葉」形を呈することになる。ただし、これら前穴壁面10A、後穴壁面10B、および外周穴壁面10Cが互いに交差する3つの交差稜線部は、該穴壁面10A~10Cや切屑排出溝4の溝壁面6および外周逃げ面8Cが軸線Oに直交する断面においてなす凹凸曲線よりも小さな曲率半径の凹曲面部10Dによって滑らかに接続されている。

10

【0024】

ここで、本実施形態では、これら前穴壁面10Aと前溝壁面6Aとの間隔A、後穴壁面10Bと後溝壁面6Bとの間隔B、および外周穴壁面10Cと外周壁面8(外周逃げ面8C)との間隔Cの大きさは、間隔Cが最も大きくされるとともに間隔A、Bは互いに等しくされている。なお、これらの間隔A~Cが一定であるとは、各穴壁面10A~10Cが形成された部分における溝壁面6A、6Bおよび外周壁面8(外周逃げ面8C)との間隔A~Cが一定となる正規寸法に対して寸法差がそれぞれ $\pm 10\%$ の範囲にあればよく、また間隔A、Bが等しいとは、これらの間隔A、Bが等しくなる位置を基準としてクーラント穴10が軸線Oを中心に $\pm 5^\circ$ の範囲内に形成されていればよい。また、間隔A、Bは、切刃9の外径(切刃9の外周端が軸線O回りになす円の直径)Dの3~15%の範囲内とされており、間隔Cは外径Dの5~20%の範囲内とされており、さらに上記凹曲面部10Dの曲率半径は外径Dの15%以下とされている。

20

【0025】

また、ドリル本体1の軸線Oとクーラント穴10との間隔E、すなわちクーラント穴10の前後穴壁面10A、10Bの交差稜線部に形成された上記凹曲面部10Dに接する軸線Oを中心とした円の半径は、上記切刃9の外径Dの5~25%の範囲内とされており、特に本実施形態では軸線Oを中心として切屑排出溝4の溝壁面6に接する心厚円の半径よりも大きくされている。さらに、このクーラント穴10の軸線Oに対する径方向の幅Fは切刃9の外径Dの10~30%の範囲内とされ、クーラント穴10の周方向の最大幅Gも同様に切刃9の外径Dの10~30%の範囲内とされている。

30

【0026】

一方、これら穴壁面10A~10Cのうち前穴壁面10Aと後穴壁面10Bは、ドリル本体1の内周側に向かうに従い互いに接近するように延びることになるが、軸線Oに直交する断面において、これら前穴壁面10Aと後穴壁面10Bとがなす挟角は、切屑排出溝4の前溝壁面6Aとランド部7の外周壁面8との交点(マージン部8Aとの交点)Pと軸線Oを結ぶ直線Mと、後溝壁面6Bと外周壁面8との交点(面取り部6Cと外周逃げ面8Cとの交点)Qと軸線Oを結ぶ直線Nとがなす挟角の50~80%の範囲内とされている。

40

【0027】

なお、本実施形態では上記前穴壁面10Aと後穴壁面10Bは上述のようにクーラント穴10の内周側に凸となるような断面凸曲線状をなし、その両端部で、互いの交差稜線部に形成された凹曲面部10Dと、それぞれの外周穴壁面10Cとの交差稜線部に形成された凹曲面部10Dとに滑らかに連なるように接続されているので、図5に示すように上記挟角は、これら前穴壁面10Aと後穴壁面10Bの両端部にそれぞれ接する接線同士がなす交差角とすればよい。

【0028】

このように構成されたクーラント穴付きドリルでは、そのクーラント穴10が、ランド

50

部7を形成する切屑排出溝4の前溝壁面6Aと一定の間隔Aをあけた前穴壁面10Aと、後溝壁面6Bと一定の間隔Bをあけた後穴壁面10Bと、外周壁面8の外周逃げ面8Cと一定の間隔Cをあけた外周穴壁面10Cとを備えており、これら穴壁面10A~10Cと溝壁面6A、6Bおよび外周壁面8との間に残されるドリル本体1の壁部の肉厚も該間隔A~Cとそれぞれ等しく一定とされる。このため、これらの壁部において肉厚が薄くなる部分が形成されるのを防いで、ドリル本体1の切刃部3における強度を確保することができ、穴明け加工時にドリル本体1に折損が生じたりするのを防止することができる。

【0029】

そして、これらの穴壁面10A~10Cは、こうして壁部の強度を確保したまま、それぞれ溝壁面6A、6Bおよび外周壁面8に沿って延びるように、ある程度の幅をもって形成することができるので、クーラント穴10の断面積を大きくすることができて、クーラント供給量を増大させることが可能となる。従って、こうして多量に供給されるクーラントにより、穴明け加工時のドリル本体1の送りを大きくしても、切刃9や被削材の切削部位(加工穴の底面)の確実かつ効果的な潤滑、冷却を図ることができるとともに、生成された切屑を、切屑排出溝4を通して円滑に排出することが可能となる。

10

【0030】

しかも、こうして間隔A~Cがそれぞれ一定とされることにより、先端逃げ面5におけるクーラント穴10の開口部においても、前穴壁面10Aと切刃9との間隔を該切刃9に沿って略一定とすることができて、この切刃9の全長に亙って均等にクーラントを供給することが可能となる。従って、切刃9や切削部位の潤滑、冷却効果に偏りが生じたりするのを防ぐことができて、例えばステンレスのような熱伝導率の低い難削材の穴明け加工においても、切刃9に部分的に溶着が発生したりするのを防止して安定した穴明け加工を行うことが可能となる。

20

【0031】

これは、先端逃げ面5におけるクーラント穴10の開口部の後穴壁面10Bと切屑排出溝4の後溝壁面6Bとの間隔や、外周穴壁面10Cと外周逃げ面8Cとの間隔についても同様であり、例えばこの外周穴壁面10Cと外周逃げ面8Cとの間隔が一定とされることにより、外周逃げ面8Cと加工穴の内周面との間にも均等にクーラントを供給することが可能となって、マージン部8Aの擦過により摩擦熱が生じた加工穴内周面の効率的な冷却や、これらマージン部8Aと加工穴内周面との潤滑を図ることができる。また、クーラント穴10の後穴壁面10Bと切屑排出溝4の後溝壁面6Bとの間隔が一定とされることで、この後溝壁面6B側から切屑排出溝4に流入して切屑を押し出すクーラントの流れも切屑排出溝4内で略均等となるようにして、切刃9により生成された切屑を滞留させることなく速やかに排出することができる。

30

【0032】

特に、本実施形態では、このクーラント穴10の断面形状が上述のように「銀杏の葉」形状をなして、このクーラント穴10が開口する先端逃げ面5の開口部も略同様の形状となり、すなわち凹曲面部10Dを除いて、上記前後穴壁面10A、10Bが先端逃げ面5と交差してなすドリル回転方向前方側と後方側の開口縁は、クーラント穴10の内周側に凸となるような凸曲線状を描いて、外周側に向かうに従い互いの周方向の間隙が漸次増大し、しかもこの間隙が増大する割合も外周側に向けて漸次大きくなるように形成されるとともに、外周穴壁面10Cが先端逃げ面5と交差してなす外周側の開口縁は、外周逃げ面8Cとの間隔が一定でクーラント穴10の外周側に凹となる凹曲線状、つまり軸線Oを中心とした円筒面上に位置する凹曲線に形成されることになる。

40

【0033】

従って、このようにクーラント穴10の開口部の周方向の間隙が、ドリル本体1の回転によって遠心力が作用する外周側に向かうに従い、その増大割合を増加させつつ増大していることにより、上述のように供給量を増大させることが可能となったクーラントを加速して、より高速で上記開口部から吐出させて切刃9や切削部位等に行き渡らせることが可能となる。さらに、このクーラント穴10の開口部の周方向の間隙は、その最外周の外周

50

穴壁面10Cが先端逃げ面5と交差してなす上記開口縁で概ね最大となるので、こうして高速で吐出させられるクーラントをより広範囲に分散させることができ、潤滑、冷却効果の偏りを一層確実に防ぐことが可能となる。

【0034】

また、本実施形態では、このクーラント穴10の外周穴壁面10Cと外周壁面8（外周逃げ面8C）との間隔Cが、他の前穴壁面10Aと前溝壁面6Aとの間隔Aや後穴壁面10Bと後溝壁面6Bとの間隔Bよりも大きくされており、これらの間隔A～C部分に残されるドリル本体1の肉厚も外周側で大きく確保される。このため、クーラント穴10の断面積を増大させてクーラント供給量を増大させても、切刃部3におけるドリル本体1の強度をより効果的に維持あるいは向上させることができる。

10

【0035】

ただし、この間隔Cが小さすぎると上記肉厚も小さくなって、このようなドリル本体1の強度を確保することができなくなり、逆に大きすぎるとクーラント穴10の断面積が小さくなることになって、クーラント供給量の増大が望めなくなるおそれがある。このため、上記間隔Cは本実施形態のように切刃9の外径Dに対して5～20%の範囲内とされるのが望ましい。

【0036】

一方、本実施形態では、上記間隔Cより小さくされた前穴壁面10Aと前溝壁面6Aとの間隔Aと、後穴壁面10Bと後溝壁面6Bとの間隔Bとが互いに等しくされており、上述のように肉厚が大きくされた間隔C部分の壁部を、その周方向の両端で、これら互いに等しい大きさとされた間隔A、B部分の壁部で支持するような形状となり、ランド部7のドリル回転方向T前方側と後方側とでドリル本体1の強度のバランスをとることができるので、例えばいずれか一方の壁部が薄肉となるような場合に比べ、折損等の発生を一層確実に防止することができる。また、こうして間隔A、Bが等しくされることにより、先端逃げ面5における前穴壁面10Aから切刃9までの間隔と、後穴壁面10Bから後溝壁面6Bまでの間隔も等しくできるので、クーラントを切刃9側とヒール側とに一層均等に分散させることができる。

20

【0037】

なお、互いに等しくされたこれら間隔A、Bについても、これが小さすぎると当該間隔A、B部分に残される壁部の肉厚も小さくなって、ドリル本体1の強度を十分に確保することができなくなるおそれがあり、逆にこの間隔A、Bが大きすぎるとクーラント穴10の断面積が小さくなって、クーラント供給量を増大することができなくなるおそれが生じる。このため、間隔A、Bは本実施形態のように切刃9の外径Dに対して3～15%の範囲内とされるのが望ましい。

30

【0038】

また、本実施形態では、ドリル本体1の軸線Oとクーラント穴10との間隔Eが、軸線Oに直交する断面における該軸線Oと、クーラント穴10の前後穴壁面10A、10Bに形成された凹曲面部10Dとの間隔として、切刃9の外径Dの5～25%の範囲内とされている。

【0039】

このため、ドリル本体1の軸線O周辺のウェブ部分にはクーラント穴10が形成されることがなく、このウェブ部分に十分な肉厚を確保してドリル本体1の強度や擦れに対する剛性をさらに確実に維持することができる。ただし、この間隔Eが上記範囲より大きすぎると、軸線Oから大きく離れた位置から外周側にクーラント穴10が形成されることになって、そのようなクーラント穴10において上記間隔A、Bを一定にしようとするとクーラント穴10の断面積は小さくならざるを得ない。

40

【0040】

一方、本実施形態では、このクーラント穴10自体の大きさとして、軸線Oに対する径方向の幅Fが切刃9の外径Dの10～30%の範囲内とされ、周方向の幅Gも外径Dの10～30%の範囲内とされ、さらに前穴壁面10Aと後穴壁面10Bとがなす挟角は、

50

切屑排出溝 4 の前溝壁面 6 A とランド部 7 の外周壁面 8 との交点 (マージン部 8 A との交点) P と軸線 O を結ぶ直線 M と、後溝壁面 6 B と外周壁面 8 との交点 (面取り部 6 C と外周逃げ面 8 C との交点) Q と軸線 O を結ぶ直線 N とがなす挟角 θ の 50 ~ 80 % の範囲内とされており、これによっても十分な断面積を確保しつつ、ドリル本体 1 の強度の低下を防いでいる。

【 0 0 4 1 】

すなわち、これら幅 F や幅 G、挟角 θ がそれぞれ上記範囲よりも大きすぎるとクーラント穴 10 が大きくなりすぎて、間隔 A ~ C を一定としてもドリル本体 1 の強度を維持することができなくなる一方、逆に上記範囲よりも小さいとクーラント穴 10 の断面積を切刃 9 の外径 D に対して大きくできずに、十分な潤滑、冷却効果を得ることができなくなるおそれがある。また、特に挟角 θ については、上記範囲を上回った場合も、下回った場合も、間隔 A、B を一定とすることができなくなるおそれも生じるので、これら幅 F や幅 G、挟角 θ についても、本実施形態の範囲内とされるのが望ましい。

【 実施例 】

【 0 0 4 2 】

以下、上記実施形態における間隔 A ~ C、E、幅 F、および挟角 θ の挟角 θ に対する割合について、それぞれ実施例を挙げて上記範囲が好適であることを実証する。本実施例では、これら間隔 A ~ C、E、幅 F、および挟角 θ の挟角 θ に対する割合が上記範囲内にある実施例 (ベンチマーク : B M) に対して、それぞれ上記範囲の上限値と下限値を越えている比較例とで、いずれも C A E 解析により、実施例を 100 % としたとき、トルクに対する剛性を相対評価にて解析するとともに、クーラント穴に流れるクーラントの流量を流体解析した。

【 0 0 4 3 】

なお、トルクに対する解析モデルとしては、上記実施形態における切刃 9 の外径 D を 6 mm として、外周逃げ面 8 C の外径を 5 . 8 9 2 mm とした長さ 4 6 mm の超硬合金製の円柱軸の外周に、実施例とこれらに対する比較例とで共通の断面の一对の切屑排出溝 4 を螺旋状に形成するとともに、これらの切屑排出溝 4 の間のランド部 7 に実施例と比較例とでそれぞれのクーラント穴 10 を形成し、この円柱軸の一端を固定するとともに他端に 5 Nm のトルクを与えたとして、この他端から一端側に 1 5 mm の位置におけるトルクに対する剛性を解析した。

【 0 0 4 4 】

また、クーラント穴に流れるクーラントの流量の解析モデルとしては、軸線 O 方向の長さが 8 5 mm のクーラント穴 10 を 1 つのみモデル化し、クーラントを水として、クーラントの供給圧を 3 M P a、クーラント穴 10 の開口部における圧力を大気圧として流量を解析した。さらに、実施例 (B M) における間隔 A、B はともに切刃 9 の外径 D の 10 %、間隔 C は切刃 9 の外径 D の 13 %、間隔 E は切刃 9 の外径 D の 16 %、幅 F は切刃 9 の外径 D の 18 %、挟角 θ の挟角 θ に対する割合は 70 % とした。

【 実施例 1 】

【 0 0 4 5 】

上述のようにクーラント穴 10 の外周穴壁面 10 C と外周壁面 (外周逃げ面 8 C) との間隔 C を切刃 9 の外径 D の 13 % とした実施例 (B M) を 100 % とした場合に、この間隔 C を切刃 9 の外径 D の 20 % を超える 23 % とした比較例と、5 % を下回る 3 % とした比較例との、C A E 解析によるトルクに対する相対剛性の結果を図 6 に、クーラント穴の出口流量相対比較の結果を図 7 に、それぞれ示す。

【 0 0 4 6 】

この結果より、外周穴壁面 10 C と外周壁面との間隔 C を上記範囲よりも大きな 23 % としたものでは、剛性は実施例に対して 3 % 弱しか増大していないのに対して、クーラントの流量は 76 % 以上も低減しており、十分な潤滑、冷却効果を得ることができなくなる。一方、逆に間隔 C を上記範囲よりも小さな 3 % としたものでは、クーラントの流量は 173 % も増大しているものの、剛性は 30 % 近く低下しており、剛性不足によって穴明け

10

20

30

40

50

加工時に折損を生じるおそれがある。

【実施例 2】

【0047】

クーラント穴 10 の前穴壁面 10 A と切屑排出溝 4 の前溝壁面 6 A との間隔 A と、クーラント穴 10 の後穴壁面 10 B と切屑排出溝 4 の後溝壁面 6 B との間隔 B を、ともに上述のように切刃 9 の外径 D の 10 % とした実施例 (BM) を 100 % とした場合に、これらの間隔 A、B を切刃 9 の外径 D の 15 % を超える 17 % とした比較例と、3 % を下回る 2 % とした比較例との、CAE 解析によるトルクに対する相対剛性の結果を図 8 に、クーラント穴の出口流量相対比較の結果を図 9 に、それぞれ示す。

【0048】

この結果より、間隔 A、B をともに上記範囲よりも大きな 17 % としたものでは、剛性は実施例に対して 3 % 弱しか増大していないのに対して、クーラントの流量は約 84 % も低減しており、十分な潤滑、冷却効果を得ることができなくなる。一方、逆に間隔 A、B を上記範囲よりも小さな 2 % としたものでは、クーラントの流量は 3 倍近く増大しているが、剛性は 45 % 以上も低下しており、剛性不足によって穴明け加工時に折損を生じるおそれがある。

【実施例 3】

【0049】

ドリル本体 1 の軸線 O とクーラント穴 10 との間隔 E を上述のように切刃 9 の外径 D の 16 % とした実施例 (BM) を 100 % とした場合に、この間隔 E を切刃 9 の外径 D の 25 % を超える 26 % とした比較例と、5 % を下回る 4 % とした比較例との、CAE 解析によるトルクに対する相対剛性の結果を図 10 に、クーラント穴の出口流量相対比較の結果を図 11 に、それぞれ示す。

【0050】

この結果より、軸線 O とクーラント穴 10 との間隔 E を上記範囲よりも大きな 26 % としたものでは、剛性は実施例と略変わらないのに対して、クーラントの流量は 67 % 以上も低減しており、十分な潤滑、冷却効果を得ることができなくなる。一方、逆に間隔 E を上記範囲よりも小さな 4 % としたものでは、実施例と比べて剛性の低下やクーラント流量の増大は僅かであったが、芯厚部においてクーラント穴 10 の間にクラックが生じるおそれがある。

【実施例 4】

【0051】

クーラント穴 10 の軸線 O に対する径方向の幅 F を上述のように切刃 9 の外径 D の 18 % とした実施例 (BM) を 100 % とした場合に、この幅 F を切刃 9 の外径 D の 30 % を超える 35 % とした比較例と、10 % を下回る 5 % とした比較例との、CAE 解析によるトルクに対する相対剛性の結果を図 12 に、クーラント穴の出口流量相対比較の結果を図 13 に、それぞれ示す。

【0052】

この結果より、クーラント穴 10 の幅 F を上記範囲よりも大きな 35 % としたものでは、クーラントの流量は実施例より 135 % も増大しているものの、剛性が 18 % 以上低下しており、剛性不足によって穴明け加工時に折損を生じるおそれがある。一方、逆にクーラント穴 10 の径方向の幅 F を上記範囲よりも小さな 5 % としたものでは、剛性は実施例と略変わらないのに拘わらず、クーラントの流量は 85 % も低下しており、十分な潤滑、冷却効果を得ることができなくなる。

【実施例 5】

【0053】

ドリル本体 1 の軸線 O に直交する断面において、クーラント穴 10 の前穴壁面 10 A と後穴壁面 10 B とがなす挟角 θ を、切屑排出溝 4 の前溝壁面 6 A とランド部 7 の外周壁面 8 との交点 P と軸線 O を結ぶ直線 M と、後溝壁面 6 B とランド部 7 の外周壁面 8 との交点 Q と軸線 O を結ぶ直線 N とがなす挟角 θ' に対して 70 % とした実施例 (BM) を 100 %

10

20

30

40

50

とした場合に、この挟角、の割合 / を 80% を超える 83% とした比較例と、50% を下回る 48% とした比較例との、CAE 解析によるトルクに対する相対剛性の結果を図 14 に、クーラント穴の出口流量相対比較の結果を図 15 に、それぞれ示す。

【0054】

この結果より、挟角、の割合 / を上記範囲よりも大きな 83% としたものでは、クーラントの流量は実施例より 65% 以上も増大しているものの、剛性が 8% 以上低下しており、剛性不足によって穴明け加工時に折損を生じるおそれがある。一方、逆に挟角、の割合 / を上記範囲よりも小さな 48% としたものでは、剛性は実施例と略変わらないのに拘わらず、クーラントの流量は 64% 以上も低下しており、十分な潤滑、冷却効果を得ることができなくなる。

10

【符号の説明】

【0055】

1 ドリル本体

3 切刃部

4 切屑排出溝

5 先端逃げ面

6 切屑排出溝 4 の溝壁面

6 A 前溝壁面

6 B 後溝壁面

7 ランド部

8 外周壁面

8 A マージン部

8 C 外周逃げ面

9 切刃

10 クーラント穴

10 A 前穴壁面

10 B 後穴壁面

10 C 外周穴壁面

O ドリル本体 1 の軸線

T ドリル回転方向

A 前穴壁面 10 A と前溝壁面 6 A との間隔

B 後穴壁面 10 B と後溝壁面 6 B との間隔

C 外周穴壁面 10 C と外周壁面 8 (外周逃げ面 8 C) との間隔

D 切刃 9 の外径

E 軸線 O とクーラント穴 10 との間隔

F クーラント穴 10 の軸線 O に対する径方向の幅

G クーラント穴 10 の周方向の最大幅

軸線 O に直交する断面において、前穴壁面 10 A と後穴壁面 10 B とがなす挟角

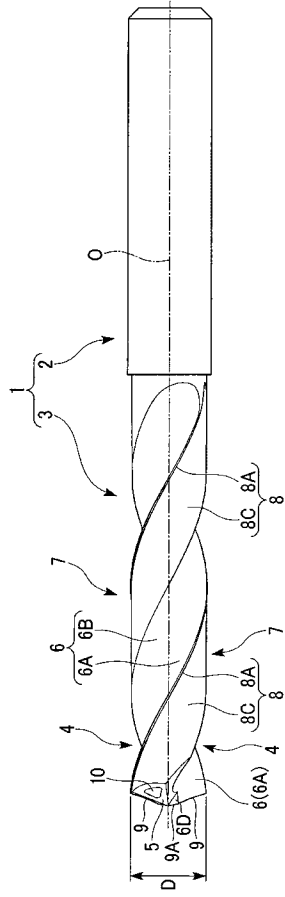
軸線 O に直交する断面において、前溝壁面 6 A と外周壁面 8 との交点 P と軸線 O を結ぶ直線 M、後溝壁面 6 B と外周壁面 8 との交点 Q と軸線 O を結ぶ直線 N とがなす挟角

20

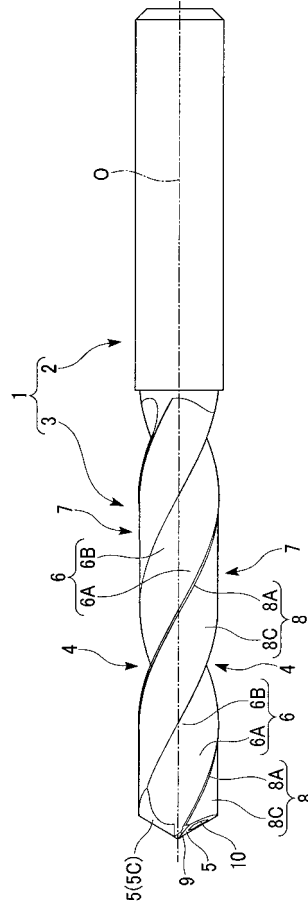
30

40

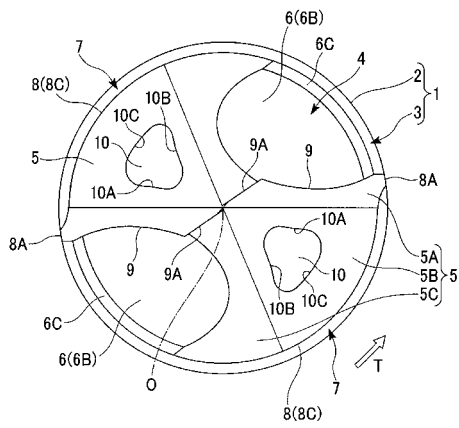
【 図 1 】



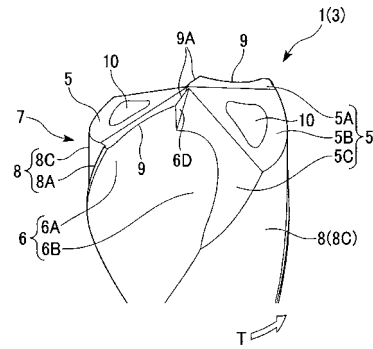
【 図 2 】



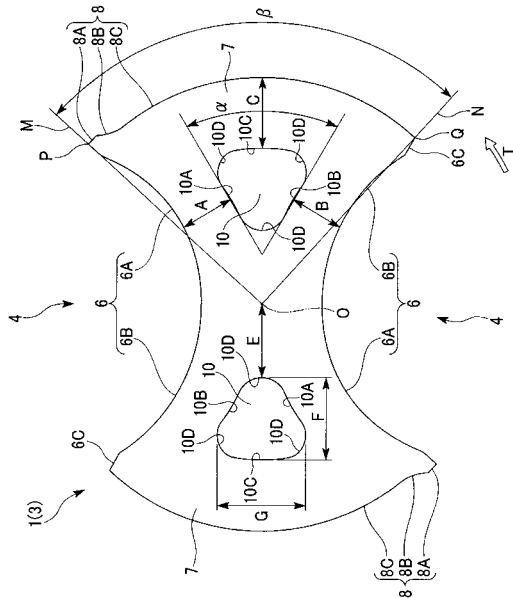
【 図 3 】



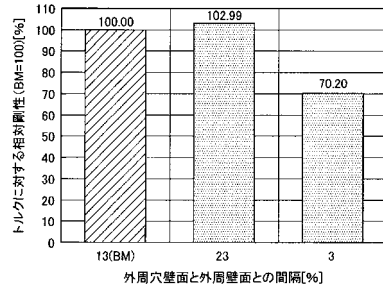
【 図 4 】



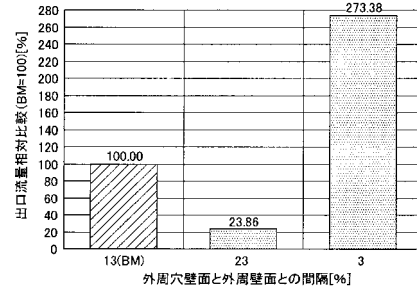
【図5】



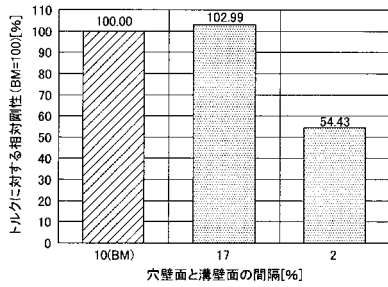
【図6】



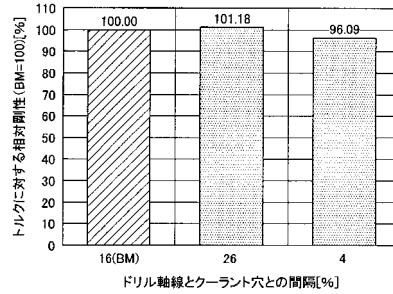
【図7】



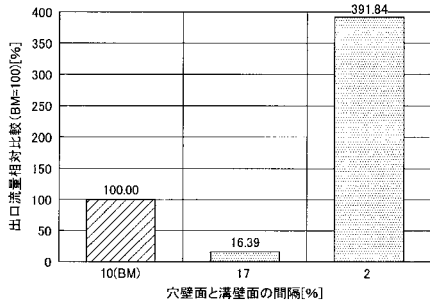
【図8】



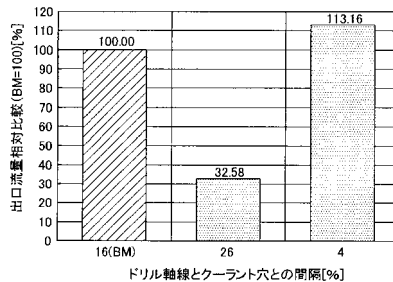
【図10】



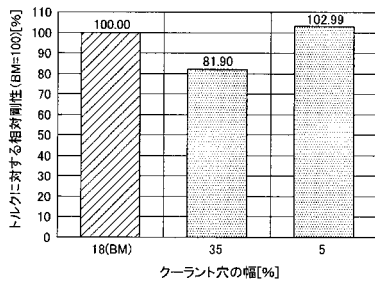
【図9】



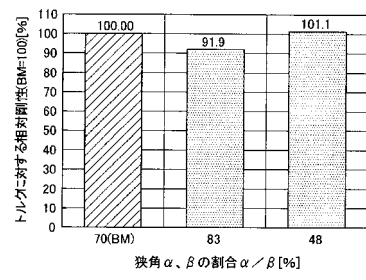
【図11】



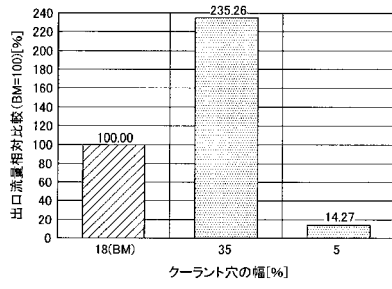
【図 1 2】



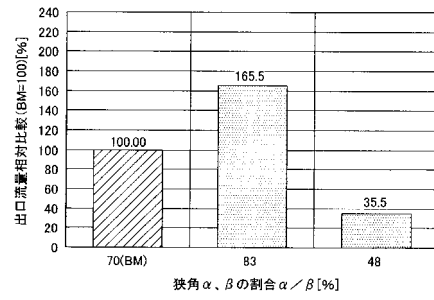
【図 1 4】



【図 1 3】



【図 1 5】



フロントページの続き

(72)発明者 東 裕之

岐阜県安八郡神戸町大字横井字中新田1528番地 三菱マテリアル株式会社 岐阜製作所内

(72)発明者 松田 信行

岐阜県安八郡神戸町大字横井字中新田1528番地 三菱マテリアル株式会社 岐阜製作所内

審査官 中村 泰二郎

(56)参考文献 特表2006-510494(JP,A)

特開昭63-062604(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B23B 51/06, 51/00, 51/02