

明 細 書

発明の名称：ドリル

技術分野

[0001] 本発明はドリルに関し、特にハンドドリルやボール盤等を使用して人力で穴をあける際に好適に使用されるドリルに関する。

背景技術

[0002] 近年、マシニングセンターなどの工作機械に使用されるドリルについては、工作機械が無人で加工が行われる全自動機が主流となってきたことから、全自動機に対応するドリルが数多く開発され販売されている。

しかし、ハンドドリルやボール盤等の穴あけ時に作業者の力が必要な装置に使用されるドリルについては、積極的な研究開発が行われることがなく、数十年に亘って同じ様な形状のドリルが用いられているのが現状である。

[0003] これらハンドドリルやボール盤等で使用されるドリルは、作業者の腕の力を利用して穴あけを行うため、切削抵抗が大きいと穴あけが困難となる。しかし、従来このようなドリルについては、ドリル自体の強度や剛性を確保することが先決であると考えられており、加えてドリルを購入した作業者が自分の好みにドリルを研磨して使用していたという実状もあって、ドリルメーカーにおいて切削抵抗を低減させるための研究は殆どなされていなかった。

[0004] 一般に、ドリルの切削抵抗を低減させるための方法として、切刃にシンニングを施してチゼル幅を狭くする方法が知られている。（例えば、下記特許文献1参照）

従来のシンニングは、ドリル中心部からヒール部にかけて行われる（図16（a）参照）、或いはドリル中心部の狭い範囲のみに行われる（図16（b）参照）のが普通であった。尚、図16（a）（b）においてシンニング部にハッチングを施し、シンニングにより形成された切刃を（S1）で示す。

このようなシンニングを施したドリルは、シンニング無しのドリル（図1

6 (c) 参照) と比べると切削抵抗の低減効果はあるものの、ハンドドリルやボール盤等の人力による穴あけ作業に使用する場合、切削抵抗の低減が充分とは言えず、作業者の腕力にかかる負担が大きい。

[0005] 本出願人は下記特許文献2において、高硬度の鋼板を使用した自動車の車体のスポット溶接部を剥離するために好適に用いられるドリルを提案している。

このドリルは、回転軸対称に2枚の切刃を有し、先端部にシンニングが施されているドリルであって、チゼル幅が0.05～0.3mmであり且つシンニングがドリル先端側から見た場合において両切刃の刃先を結んだ直線に対して1～4°傾いた角度で施されているものである。

このドリルによれば、チゼル幅が狭く且つシンニングが上記角度で形成されていることにより、従来のドリルに比べると、切削時のスラスト抵抗が小さく、作業者が加える力が少なくて済む。

しかしながら、このドリルは、高硬度の鋼板に対応するためにシンニングにより形成されるすくい角を90°より大きく設定している。そのため、中心部の切削力が弱く、ハンドドリルでの穴あけ作業時においてワークが中心から外周刃にかかるまでの間はかなりの力が必要となる。また、チゼル幅が非常に狭いために、使用時に先端が欠けてしまう虞があり、特に粉末高速度鋼を材料とするドリルでは、脆くなるために一層先端が欠け易くなる。

[0006] また、下記特許文献3及び4にも夫々シンニングを施したドリルが記載されている。

特許文献3に記載されたドリルは深穴加工用のものであり、シンニングポケット（シンニング面により画成される凹所）に十分な容量を与えて切屑を円滑に排出することを目的として、シンニング切刃の長さを長くしたものである。

特許文献4に記載されたドリルはプリント基板用小径ドリルであり、ガラス繊維を含む樹脂基板に穴あけするために、超硬合金製ドリルの欠けを防ぐための一般的なシンニングが施されているものである。

また、下記特許文献 1 に記載されたドリルは、X 形シンニングを有するツイストドリルである。

- [0007] しかしながら、特許文献 1、3 及び 4 に記載されたドリルはいずれもシンニングが施されているが、そのシンニングは切削抵抗の減少を目的としたものではない。そのため、シンニングによって切削抵抗が減少することはなく却って増加する場合もあり、ハンドドリル等の人力を利用して穴あけをするためのドリルとして満足できる良好な切れ味を得ることはできない。

先行技術文献

特許文献

- [0008] 特許文献1：特開 2 0 0 0 - 2 7 1 8 1 1 号公報
特許文献2：特開 2 0 0 6 - 8 8 2 6 7 号公報
特許文献3：特開平 7 - 4 0 1 1 9 号公報
特許文献4：特開平 7 - 1 6 4 2 2 8 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0009] 本発明は、上記したような従来技術の問題点を解決すべくなされたものであって、切削抵抗を大幅に低減することができ、ハンドドリルやボール盤等を使用した人力による穴あけ作業を容易に行うことが可能であるドリルを提供するものである。

課題を解決するための手段

- [0010] 請求項 1 に係る発明は、回転軸対称に形成された 2 つの切刃を有し、先端部にシンニングが施されているドリルであって、前記切刃が、ドリル先端側から見たとき、チゼルエッジからドリル外周側に向けて曲線を含む形状に延びるシンニング切刃と、前記シンニング切刃の端部からドリル外周端まで延びる主切刃とからなり、前記シンニング切刃により形成されたシンニング面が、ドリル正面側から見たとき、ドリル軸芯方向に対して傾斜した略放物線状に形成されていることを特徴とするドリルに関する。

- [0011] 請求項 2 に係る発明は、前記シンニング面の最深部に沿って延びる線をドリル先端方向に延長した延長線が、ドリル正面側から見たとき、ドリル先端中心部と交わずにドリルのヒール側又は切刃側にずれていることを特徴とする請求項 1 記載のドリルに関する。
- [0012] 請求項 3 に係る発明は、前記ずれの幅が、ドリル直径の 10% 以内であることを特徴とする請求項 2 記載のドリルに関する。
- [0013] 請求項 4 に係る発明は、前記延長線が、ドリルのヒール側にずれていることを特徴とする請求項 2 又は 3 記載のドリルに関する。
- [0014] 請求項 5 に係る発明は、前記延長線が、ドリルの切刃側にずれていることを特徴とする請求項 2 又は 3 記載のドリルに関する。
- [0015] 請求項 6 に係る発明は、前記シンニング面の最深部に沿って延びる線をドリル先端方向に延長した延長線が、ドリル正面側から見たとき、ドリル先端中心部と交わることを特徴とする請求項 1 記載のドリルに関する。
- [0016] 請求項 7 に係る発明は、前記シンニング切刃のチゼルの直下を含む部分にすくい角が形成されていることを特徴とする請求項 2 乃至 4 いずれかに記載のドリルに関する。
- [0017] 請求項 8 に係る発明は、前記シンニング切刃のチゼルの直下近傍であって且つ直下を含まない部分にすくい角が形成されていることを特徴とする請求項 2, 3, 5, 6 いずれかに記載のドリルに関する。
- [0018] 請求項 9 に係る発明は、前記主切刃により形成されたすくい角 θ_1 と、前記シンニング切刃により形成されたすくい角 θ_2 がチゼルの直下を除いて、 $\theta_1 > \theta_2 > 0^\circ$ を満たすことを特徴とする請求項 1 乃至 8 いずれかに記載のドリルに関する。

発明の効果

- [0019] 請求項 1 に係る発明によれば、従来のドリルに比べて切削抵抗を大幅に低減することができ、ハンドドリルや手動のボール盤等を使用した人力による穴あけ作業を容易に行うことが可能なドリルを提供することができる。また、切削抵抗が低減されることで、穴あけ精度が向上し、穴あけ時間が短縮す

るため作業効率が向上する。更にドリルの寿命を大幅に延ばすことも可能となる。

[0020] 請求項 2 に係る発明によれば、シンニング面の最深部に沿って延びる線をドリル先端方向に延長した延長線が、ドリル正面側から見たとき、ドリル先端中心部と交わずにドリルのヒール側又は切刃側にずれていることから、チゼルから切刃にかけて（一部ヒール部にも）或いはチゼル直下を除いてチゼル近傍から切刃にかけて、明確なすくい部を形成することができる。これによって切れ味が飛躍的に向上する。

[0021] 請求項 3 に係る発明によれば、前記ずれの幅がドリル直径の 10% 以内であることから、より確実に切削抵抗を小さくすることができて優れた切れ味を得ることが可能となる。

[0022] 請求項 4 に係る発明によれば、前記延長線がドリルのヒール側にずれていることから、チゼルから切刃にかけて（一部ヒール部にも）明確なすくい部を形成することができる。これによってチゼル部から切刃部にかけて明確な切刃が形成され、切れ味が飛躍的に向上する。

また、ドリル先端がワークに当たった瞬間からドリルの回転によって得られる切削力が生まれ（これは、ドリル先端にもすくいがあるため、例えばエアードリルの回転のみでも、ドリルがワークに当たった瞬間からすくい角分の分力が発生し、この分力はワーク側に作用するため）、作業者がドリルに押し付ける力が小さくて済む。

また、すくい角は比較的大きくなり、前記延長線がドリルの切刃側にずれた場合や前記延長線がドリル先端中心部と交わる場合に比べて、切削力が最も大きくなる。

[0023] 請求項 5 に係る発明によれば、前記延長線がドリルの切刃側にずれていることから、チゼル直下を除いて、チゼル近傍から切刃にかけて明確なすくいが得られる。チゼル直下にはすくいが無いが、チゼル幅は、前記延長線がヒール側にずれた場合（場合 1）よりも狭くなり、前記延長線がドリル先端中心部と交わる場合（場合 2）と略同じとなり、加えて、シンニング部が大き

くとれるため、切削抵抗が減少し、チゼル直下にすくい無くとも、上記2つの場合（場合1，2）と同等以上の切れ味を得ることができる。

[0024] 請求項6に係る発明によれば、シンニング面の最深部に沿って延びる線をドリル先端方向に延長した延長線が、ドリル正面側から見たとき、ドリル先端中心部と交わることから、チゼル直下を除いて、チゼル近傍から切刃部にかけて明確な切刃が形成され、切れ味が飛躍的に向上する。また、チゼル幅が最小となるため、切削抵抗は却って減少し、前記延長線がヒール側にずれた場合と同様の切削力が得られる。

[0025] 請求項7に係る発明によれば、シンニング切刃のチゼルの直下を含む部分にすくい角が形成されていることから、チゼル直下から切刃にかけてワークと接する部分全てにすくい角が形成され、その全てが切刃として作用するため、切削力が大きくなるという利点がある。（後記図12（a）参照）

[0026] 請求項8に係る発明によれば、前記シンニング切刃のチゼルの直下近傍であって且つ直下を含まない部分にすくい角が形成されていることから、チゼル直下を除き、ワークと接する部分が切刃として作用する。これによって、シンニング切刃のチゼルの直下を含む部分にすくい角が形成されている場合（場合3）に準ずる切削力が得られるが、チゼル先端部が狭くなるため、チゼル先端部の切削抵抗が減少し、場合3と同等の切れ味を得られる。（後記図12（b）（c）参照）

また、場合3と比較すると、シンニング部の幅を大きくとれる利点がある。そのため、ワークの材質やドリル径に応じてシンニング位置を変更して対応することができる、例えば、比較的硬い材質や太目のドリル径に対してはシンニング位置を切刃側に寄せて対応し、軟らかい材質や細目のドリル径に対してはヒール寄りにして対応する、等の工夫をすることができる。

[0027] 請求項9に係る発明によれば、主切刃により形成されたすくい角 θ_1 と、シンニング切刃により形成されたすくい角 θ_2 がチゼルの直下を除いて、 $\theta_1 > \theta_2$ を満たすことにより、見掛け上のすくい角が小さくなってワークに食い込む量が少なくなり、ハンドドリルなど人力でワークに押し付ける場合であっ

ても容易に切れるようになる。また、 $\theta_2 > 0^\circ$ とすることにより、 θ_2 を 0° からマイナスとした場合の不具合（切削抵抗が増加して切れ味が悪くなる）が生じない。

図面の簡単な説明

[0028] [図1]本発明の第一実施形態に係るドリルを示す図であって、（a）は上面図（ドリルを先端側から見た図）、（b）は先端部の正面図である。

[図2]本発明に係るドリルを図1（b）よりも若干左方向から見た図である。

[図3]逃げ角を定義する図である。

[図4]シンニング形成時にドリルを砥石に当てる角度を示す図である。

[図5]シンニングの角度を示す図である。

[図6]（a）はシンニング部に直角な断面を示す図、（b）は（a）の断面部位（A－A断面）を示す図である。

[図7]すくい面の縁部形状の別の例を示す図である。

[図8]本発明に係るドリルの別の例（スポット溶接剥離用ドリル）（第二実施形態）を示す先端部の正面図である。

[図9]本発明の第三実施形態のドリルを示す図であって、（a）は上面図（ドリルを先端側から見た図）、（b）は先端部の正面図である。

[図10]本発明の第四実施形態のドリルを示す図であって、（a）は上面図（ドリルを先端側から見た図）、（b）は先端部の正面図である。

[図11]本発明の第五実施形態のドリルを示す図であって、（a）は上面図（ドリルを先端側から見た図）、（b）は先端部の正面図である。

[図12]本発明に係るドリルをチゼルに沿って縦方向（ドリル長さ方向）に切断した断面図であって、（a）は第三実施形態のドリル、（b）は第四実施形態のドリル、（c）は第五実施形態のドリルである。

[図13]本発明に係るドリルにおけるシンニング切刃の創成用の砥石形状の例を示す図であり、砥石の回転端部（外周縁部）を示している。

[図14]本発明に係るドリルにおけるシンニング切刃の創成用の砥石形状の例を示す図であり、砥石の回転端部（外周縁部）を示している。

[図15]実施例及び比較例のドリルの試験方法を示す図である。

[図16]従来のドリルの上面図（ドリルを先端側から見た図）である。

発明を実施するための形態

[0029] 以下、本発明に係るドリルの好適な実施形態について、図面を参照しながら説明する。

図1は本発明に係るドリルの第一実施形態を示す図であって、(a)は上面図（ドリルを先端側から見た図）、(b)は先端部の正面図である。

[0030] 本発明に係るドリルは、回転軸対称に形成された2つの切刃を有し、先端部にシンニングが施されている。

切刃は、ドリル先端側から見たとき、チゼルエッジからドリル外周側に向けて曲線を含む形状に延びるシンニング切刃(1)と、シンニング切刃(1)の端部からドリル外周端まで延びる主切刃(2)とからなる。尚、図示例において、主切刃(2)は、シンニング切刃(1)の端部からドリル外周端まで直線状に延びているが、曲線状に延びていてもよいし、直線状部分と曲線状部分とを含む線状に延びていてもよい。これは本発明の全ての実施形態に共通する。

図中、(3)は逃げ面、(4)はチゼル、(5)は主切刃(2)により形成されたすくい面、(6)はシンニングにより形成された新たなすくい面、(W)はチゼル幅である。

[0031] 第一実施形態のドリルは、主切刃(2)の延びる方向における切刃長さが、主切刃(2)の長さを(A)、シンニング切刃(1)の長さを(B)としたとき、 $0 < A \leq B$ を満たしている。

シンニング切刃(1)の長さ(B)を、主切刃(2)の長さ(A)と同じかそれ以上に設定することにより、後述する実施例及び比較例に示す如く、 $A > B$ である従来のドリルに比べて切削抵抗を大幅に低減することが可能となる場合がある。

但し、本発明においては、後述する実施形態（図9、図11参照）に示すように、 $A > B$ としてもよい。

[0032] 第一実施形態のドリルでは、切刃長さ全長（ $A+B$ ）に占めるシンニング切刃（１）の長さ（ B ）の割合（ $B/(A+B)$ ）が大きいほど切削抵抗が低減されるため、できるだけシンニング切刃（１）の長さ（ B ）を長くして主切刃（２）の長さ（ A ）を短くすることが好ましい。しかし、主切刃（２）の長さ（ A ）が０になると、開けた穴の面精度が低下するため、 $0 < A$ とする必要がある。好ましくは、ドリル半径（ R ）に対して $R \times 0.1 \leq A$ を満たすように設定する。

[0033] 図２は第一実施形態のドリルを正面より若干左方向から見た図である。

主切刃（２）により形成されたすくい角（ θ_1 ）と、シンニング切刃（１）により形成されたすくい角（ θ_2 ）は、 $\theta_1 > \theta_2 > 0^\circ$ を満たす。但し、チゼル（４）の直下のみで $\theta_2 \doteq 0^\circ$ （ほぼ 0° に近い $\theta_2 < 0^\circ$ ）となる。

シンニング切刃（１）により形成されたすくい角（ θ_2 ）が、主切刃（２）により形成されたすくい角（ θ_1 ）より小さいということは、シンニングを施すことにより見掛け上のすくい角が小さくなる（緩くなる）ことを意味する。

すくい角が大きい（きつい）とワークに食い込む量が多くなり、工作機械など動力源を使用してドリルを回転させる場合には問題ないが、ハンドドリルなど人力でワークに押し付ける場合は負荷に対して人力が負けてしまい、結果として切れないということになる。

本発明では、 $\theta_1 > \theta_2$ を満たすようにシンニング切刃（１）を形成することにより、見掛け上のすくい角が小さくなってワークに食い込む量が少なくなり、ハンドドリルなど人力でワークに押し付ける場合であっても容易に切れるようになる。

[0034] $\theta_2 > 0^\circ$ とするのは、シンニング切刃（１）により形成されたすくい角（ θ_2 ）が 0° からマイナスになると逆に切削抵抗が増加し、却って切れ味が悪くなるためである。因みに、従来のドリルでは、中心部にすくいがあると刃先が欠け易くなるという理由から、すくい角がマイナスになるようなシンニングが施されている。

[0035] ドリルの振れ角はドリルの種類によって様々であるが、概ね 30° 前後に設定されている。しかし、この角度では切削抵抗が大きいためにハンドドリルなどの人力での穴あけ作業においては不向きである。

振れ角を小さくすることによりすくい角を小さくして切削抵抗を低減する方法もあるが、振れ角を変えてドリルを製作するよりも従来の振れ角を変えずに本発明の如くシンニングのみで見掛けのすくい角を変える方法は極めて簡単に行うことができるという大きな利点がある。

[0036] 主切刃（２）により形成された刃先角（ α_1 ）と、シンニング切刃（１）により形成された刃先角（ α_2 ）は、 $\alpha_1 < \alpha_2 < 90^\circ$ を満たす。（尚、 α_1 、 α_2 について図６参照）

[0037] ここで、すくい角と刃先角について補足説明する。

ドリルが本来持っているすくい角（シンニング形成前のすくい角）では、刃先角が鋭すぎて、刃先が楔のようにワークに鋭く食い込むため、切削抵抗が大きくなる。

シンニングを行うことにより、すくい角が減少して刃先角が増大し、これによって切れ味が向上する（切削抵抗が減少する）。特に、本発明に係るドリルに施されるシンニングによれば、作業者の腕力に適した緩やかなすくい角と大きめの刃先角が創成されることとなる。

[0038] 逃げ角（ β ）は $0^\circ < \beta < 8^\circ$ を満たすように設定する。好ましくは $0^\circ < \beta \leq 4^\circ$ を満たすように設定する。

一般的には、逃げ角を大きくとり、すくい角を大きくすることで、鋭利な刃先を形成することにより、鋭い切れ味が得られると考えられており、市販のドリルは共通してこのような形状を有している。

しかし、逃げ角もすくい角同様に大きくすると刃先が鋭くなってワークに食い込む量が多くなり、ハンドドリルなど人力でワークに押し付ける場合は切れなくなる。

本発明では逃げ角（ β ）を $0^\circ < \beta \leq 4^\circ$ と小さく設定することにより、ワークに食い込む量が少なくなり、ハンドドリルなど人力でワークに押し付

ける場合であっても容易に切れるようになる。

[0039] ここで、逃げ角 (β) は下記 (イ) 又は (ロ) により定義される。

(イ) 半径 50 mm 以上の砥石外周部の砥石水平中心線上に、ドリル先端部の中心を合わせ、ドリル先端部の切刃部を砥石水平中心線と平行 (= 水平) に当て、ドリル後端部を、ドリル先端部を中心に砥石水平中心線より下降させたときの砥石水平中心線とドリル中心軸線のなす角度。(図 3 (a) 参照)

(ロ) 砥石側面 (垂直平面) の砥石水平中心線上に、ドリル先端部の中心を合わせ、ドリル先端部の切刃部を砥石水平中心線と平行 (= 水平) に当て、ドリル後端部を、ドリル先端部を中心に砥石水平中心線より下降させたときの砥石水平中心線とドリル中心軸線のなす角度。(図 3 (b) 参照)

[0040] 但し、(イ) と (ロ) とでは、図 3 (a) に示す砥石半径と、ドリル中心から切刃部までの距離: $1/2W$ (W : 心厚) とにより生まれる角度分 (砥石半径 50 mm において心厚 (W) が 2 mm の場合、約 0.573° 、半径 100 mm においては約 0.286° 、半径 150 mm においては約 0.191°) 程度の違いが生じる。

そのため、(イ) で求める場合、この差分を加えたものを逃げ角とすることが好ましい。つまり、逃げ角は下式の通りに求めることが好ましい。

(イ) (図 3 (a)) の場合: 逃げ角 $= \beta + \tan^{-1} \left((1 - \cos(\sin^{-1} 0.5W/R)) R \div 0.5W \right)$

(ロ) (図 3 (b)) の場合: 逃げ角 $= \beta$

例えば、逃げ角 3° で半径 (R) 50 mm の砥石で研磨する、直径 10 mm、心厚 2 mm のドリルの実際の逃げ角は約 3.573° となる。

[0041] チゼル幅 (W) (図 1 (a) 参照) は、ハンドドリルなど人力でワークに押し付ける場合であっても容易に切れるようにするために小さく設定することが好ましい。具体的には、ドリル直径の 10% 以下に設定することが好ましい。例えば、ドリル直径 ϕ が 2 ~ 13 mm の場合、チゼル幅 (W) はドリル直径の増減に応じて 0.1 ~ 0.8 mm の範囲で増減させて設定する。

[0042] 本発明では、シンニングの角度を従来のドリルに比べて小さく設定する。

従来のシンニングは、ドリル自体の強度・剛性を優先するために、シンニング形成時にドリルを砥石に当てる角度（ θ ）を大きめにしていた。（図4（a）参照）

角度（ θ ）を極力少なくし、砥石の研削面接線上にドリルの中心を近づけると、ドリル中心部のウェブと呼ばれる部分の抵抗を受けなくなるため、切削抵抗は大幅に減少する。（図4（b）参照）

[0043] そこで、本発明においては、シンニングの角度を下記（I）及び（II）を満たすように設定することが好ましい。

（I）シンニングを行う砥石の垂直中心線に対してドリル中心軸線のなす角度（図4の θ ）が $0 \sim 20^\circ$

（II）シンニングを行う砥石の幅方向の中心線に対してドリル中心軸線のなす角度が $20 \sim 35^\circ$ （図5参照）

但し、上記（II）のシンニングの角度の範囲は、先端角 118° 、振れ角 30° の場合に求められたものであり、必ずしも全てのドリルに対して好適とはいえない。理論上は、上記（II）のシンニングの角度の上限値は、ドリルの刃先と平行な位置（＝先端角）の $1/2$ の角度（ 118° の場合は 59° ）までの範囲に設定することができる。

[0044] 次に、シンニングの形状について説明する。

図6（a）はドリルのシンニング部に直角な断面（図6（b）のA-A断面）を示す図である。

図6（a）に示す例では、シンニングにより形成されたすくい面（6）の縁部（主切刃（2）により形成されたすくい面（5）との境界部）は、シンニングの半径（ R_2 ）によって円弧状に形成されている。尚、（ R_1 ）はドリル溝部の半径である。

図示のように、主切刃（2）により形成されたすくい角（ θ_1 ）と、シンニング切刃（1）により形成されたすくい角（ θ_2 ）は、 $\theta_1 > \theta_2 > 0^\circ$ を満たす。

また、主切刃（２）により形成された刃先角（ α_1 ）と、シンニング切刃（１）により形成された刃先角（ α_2 ）は、 $\alpha_1 < \alpha_2 < 90^\circ$ を満たす。

[0045] 本発明において、すくい面の縁部形状は、円弧状に限らず、円弧と直線を組み合わせた形状であってもよい。（図７参照）

本発明者らは、すくい面の縁部形状が円弧状の場合（図６（ａ））と、円弧と直線を組み合わせた形状の場合（図７）とが、同等の切れ味を有し、切削抵抗に違いが無いことを実験により確認している。

[0046] 本発明に係るドリルは、図８に示すような形状を有する、スポット溶接剥離用ドリル（以下、第二実施形態と称す）であってもよい。尚、図８において、図１に示すドリルと同じ構成要素については同じ符号を付している。

第二実施形態のドリルも、主切刃（２）の延びる方向における切刃長さは、主切刃（２）の長さを（Ａ）、シンニング切刃（１）の長さを（Ｂ）としたとき、 $0 < A \leq B$ を満たしている。より好ましくは、ドリル半径（Ｒ）に対して $R \times 0.1 \leq A$ を満たすように設定する。

また、主切刃により形成されたすくい角（ θ_1 ）と、シンニング切刃により形成されたすくい角（ θ_2 ）が、 $\theta_1 > \theta_2 > 0^\circ$ を満たすことが好ましい。

更に、主切刃により形成された刃先角（ α_1 ）と、前記シンニング切刃により形成された刃先角（ α_2 ）が、 $\alpha_1 < \alpha_2 < 90^\circ$ を満たすことが好ましい。

加えて、逃げ角（ β ）が $0^\circ < \beta \leq 4^\circ$ を満たすことが好ましい。

[0047] 本発明に係るドリルは、シンニング切刃（１）により形成されたシンニング面（８）が、ドリル正面側から見たとき、ドリル軸芯方向（Ｃ）に対して傾斜した略放物線状（略Ｕ字状）に形成されている（図２、図８参照）。

傾斜の方向は、図示の通り、ドリル先端側から基端側に向かうにつれ、シンニング切刃（１）側から主切刃（２）側へと移行する方向（正面視にて左斜め下方向）である。

傾斜の角度（ γ ）は、 $20 \sim 35^\circ$ の範囲（例えば 27.5° ）に設定する。この角度設定は、上述したように、シンニングを行う砥石の幅方向の中心線に対してドリル中心軸線のなす角度が $20 \sim 35^\circ$ （図５参照）となる

ように設定することにより行うことができる。シンニングを行う際に、ドリル長手方向の中心軸に対して砥石の中心（図1（a）の一点鎖線（L）参照）を傾ける角度は、ドリルの振れ角を考慮して、振れ角 -10° ～振れ角 $+10^{\circ}$ の範囲に設定することが好ましい。但し、理論上はこの角度は振れ角 -10° ～切刃側の先端角の $1/2$ までに設定できる。

これらの構成（シンニング切刃の形状、傾斜の方向、傾斜の角度）は、本発明の全ての実施形態のドリルに共通する構成である。

[0048] 図9は本発明の第三実施形態のドリルを示す図であって、（a）は上面図（ドリルを先端側から見た図）、（b）は先端部の正面図である。

第三実施形態のドリルも、シンニング切刃（1）により形成されたシンニング面（8）が、ドリル正面側から見たとき、ドリル軸芯方向（C）に対して傾斜した略放物線状（略U字状）に形成されている（図9（b）参照）。

シンニング切刃（1）により形成されたシンニング面（8）の最深部（シンニングにより削り取られた最も深い部分）に沿って延びる線をドリル先端方向に延長した延長線（D）は、ドリル正面側から見たとき、ドリル先端中心部（7）と交わずにドリルのヒール側にずれている。

ずれ量（d）は、ドリル直径の10%以内であることが好ましい。10%を超えると、切削抵抗が増加して切れ味が低下するためである。

[0049] シンニング切刃（1）のチゼル（4）の直下を含む部分にはすくい角が形成されている。図9（a）において、すくい角を形成しているすくい面を符号（10）で示している。

チゼル（4）の直下を含む部分においてすくい角が形成されていることにより、チゼル（4）の直下にはチゼルと平行な方向の幅がチゼル幅（W）より狭い部分（9）が形成されている。（図12（a）参照）

[0050] 第三実施形態のドリルは、主切刃（2）の延びる方向における切刃長さが、主切刃（2）の長さを（A）、シンニング切刃（1）の長さを（B）としたとき、 $A > B$ となっている。

主切刃（2）により形成されたすくい角（ θ_1 ）と、シンニング切刃（1）

により形成されたすくい角 (θ_2) は、 $\theta_1 > \theta_2 > 0^\circ$ を満たしている。チゼル (4) の直下においても同様である。

[0051] 図 10 は本発明の第四実施形態のドリルを示す図であって、(a) は上面図 (ドリルを先端側から見た図)、(b) は先端部の正面図である。

第四実施形態のドリルも、シンソング切刃 (1) により形成されたシンソング面 (8) が、ドリル正面側から見たとき、ドリル軸芯方向 (C) に対して傾斜した略放物線状 (略 U 字状) に形成されている (図 10 (b) 参照)。

シンソング切刃 (1) により形成されたシンソング面 (8) の最深部に沿って延びる線をドリル先端方向に延長した延長線 (D) は、ドリル正面側から見たとき、ドリル先端中心部 (7) と交わらずにドリルの切刃側にずれていく。

ずれ量 (d) は、ドリル直径の 10% 以内であることが好ましい。10% を超えると、切削抵抗が増加して切れ味が低下するためである。

[0052] シンソング切刃 (1) のチゼル (4) の直下近傍であって且つ直下を含まない部分にはすくい角が形成されている。より具体的には、シンソング切刃 (1) のチゼル (4) の直下よりも主切刃 (2) 側にすくい角が形成されている。図 10 (a) において、すくい角を形成しているすくい面を符号 (10) で示している。

[0053] 第四実施形態のドリルは、主切刃 (2) の延びる方向における切刃長さが、主切刃 (2) の長さを (A)、シンソング切刃 (1) の長さを (B) としたとき、 $0 < A \leq B$ を満たしている。

主切刃 (2) により形成されたすくい角 (θ_1) と、シンソング切刃 (1) により形成されたすくい角 (θ_2) は、 $\theta_1 > \theta_2 > 0^\circ$ を満たす。但し、チゼル (4) の直下のみで $\theta_2 \simeq 0^\circ$ (ほぼ 0° に近い $\theta_2 < 0^\circ$) となる。

[0054] 図 11 は本発明の第五実施形態のドリルを示す図であって、(a) は上面図 (ドリルを先端側から見た図)、(b) は先端部の正面図である。

第四実施形態のドリルも、シンソング切刃 (1) により形成されたシンソ

ソグ面が、ドリル正面側から見たとき、ドリル軸芯方向 (C) に対して傾斜した略放物線状 (略 U 字状) に形成されている (図 11 (b) 参照)。

ソグ面 (1) により形成されたソグ面 (8) の最深部に沿って延びる線をドリル先端方向に延長した延長線 (D) は、ドリル正面側から見たとき、ドリル先端中心部 (7) と交わっている。

[0055] ソグ面 (1) のチゼル (4) の直下近傍であって且つ直下を含まない部分にはすくい角が形成されている。より具体的には、ソグ面 (1) のチゼル (4) の直下よりも主切刃 (2) 側にすくい角が形成されている。図 11 (a) において、すくい角を形成しているすくい面を符号 (1) で示している。

[0056] 第五実施形態のドリルは、主切刃 (2) の延びる方向における切刃長さが、主切刃 (2) の長さを (A)、ソグ面 (1) の長さを (B) として、

たとき、 $A > B$ となっている。

主切刃 (2) により形成されたすくい角 (θ_1) と、ソグ面 (1) により形成されたすくい角 (θ_2) は、 $\theta_1 > \theta_2 > 0^\circ$ を満たす。但し、チゼル (4) の直下のみで $\theta_2 \approx 0^\circ$ (ほぼ 0° に近い $\theta_2 < 0^\circ$) となる。

[0057] 上記第三～第五実施形態のドリルはいずれも、上記第一実施形態及び第二実施形態のドリルと同様に、ソグ面 (1) が、ドリル正面側から見るとき、ドリル軸芯方向 (C) に対して傾斜した略放物線状 (略 U 字状) に形成されているという特徴を有している。

これにより、 $0 < A \leq B$ を満たさなくとも、チゼルに掛かる負荷が減少し、チゼル幅を狭くすることが可能となる。具体的には、ソグ面 (1) 後のチゼル幅は、ドリル直径の 3～5% 程度まで狭くすることが可能となる。そのため、切削抵抗が減少して優れた切れ味を得ることができ、人力で行う穴あけ加工にとって絶大な効果を発揮する。

[0058] 以下、本発明に係るドリルにおけるソグ面 (1) の創成用の砥石形状について説明する。図 13～図 14 は砥石形状の例を示す図であり、砥石の回転端部 (外周縁部) を示している。

砥石は、回転端部に1つ以上の曲率半径をもった砥石とする。

砥石の曲率半径の1つを R_1 とし、この R_1 を主に切刃部に掛かるシンニング切刃創成用の半径とする。次に R_1 と隣り合って R_1 と滑らかに繋がる曲面を形成する曲率半径 R_2 を、主にヒール部に当たるように設ける。

[0059] この R_1 と R_2 の2つの曲率半径の組み合わせを基本に、ドリルの直径及び芯厚の比率に応じて、図13に示すように、 R_1 と R_2 の大小関係（ $R_1 = R_2$ 、 $R_1 < R_2$ 、 $R_1 > R_2$ ）を変更したり、太いドリルに対応するために R_1 と R_2 の間により大きい R_3 を設けたり、砥石幅に対して大きな曲率半径を収束させるために砥石コーナーに小さい R_4 、 R_5 を形成する。

また、上記1つ以上の曲率半径を組み合わせた砥石を使用することもできる。

更に、図14に示すように、R部の間に直線部を含ませたり、側面に傾斜をつけたりして、シンニングを施してもよい。

実施例

[0060] 以下、本発明に係るドリルの実施例及び比較例のドリルについての試験結果を示すことにより、本発明の効果をより明確なものとする。但し、本発明は以下の実施例に何ら限定されるものではない。

[0061] 1. 主切刃の長さ（A）とシンニング切刃の長さ（B）との関係に基づく試験

＜試験1：主切刃の長さ（A）とシンニング切刃の長さ（B）との関係＞

直径 $\phi 10\text{ mm}$ （半径 $R = 5\text{ mm}$ ）のドリルに対して表1に示す6種類の異なるB寸法のシンニングを行い、実施例及び比較例のドリルを作製した。ドリルの逃げ角は全て 4° に設定し、チゼル幅は全て 0.5 mm とした。

[0062]

[表1]

	A (mm)	B (mm)
実施例 1	0.5	4.5
実施例 2	1.0	4.0
実施例 3	2.0	3.0
実施例 4	2.5	2.5
比較例 1	3.0	2.0
比較例 2	4.0	1.0

[0063] 上記実施例及び比較例のドリルを充電式ドリルドライバー（Panasonic社製）に取り付けて、同一作業者が人力で金属板（材質SS400、厚さ9mm）に対して外周刃が沈むまで（図15参照）、切削を行った。

作業者が各ドリルによる切削作業の容易さを以下の基準で評価した。評価結果を表2に示す。

<評価基準>

◎・・・軽い。（切削に殆ど力を要さない。）

○・・・比較的軽い。（切削に少し力を要する。）

×・・・重い。（切削に大きな力を要する。）

[0064] [表2]

	評価
実施例 1	◎
実施例 2	◎
実施例 3	◎
実施例 4	○
比較例 1	×
比較例 2	×

[0065] 表2に示すように、実施例のドリル（ $0 < A \leq B$ ）は、比較例のドリル（ $A > B$ ）に比べて容易に切削することができた。つまり切削抵抗が小さかった。特に、実施例1～3のドリル（ $0 < A < B$ ）は切削抵抗が非常に小さかった。

[0066] <試験2：他社製品等との比較1>

表3に示す4種類のドリル（直径φ8.5mm）を用意した。実施例5の

ドリルは本発明に係るドリル（図1参照）であり、比較例3～5のドリルは夫々図16（a）～（c）に示す形状を有するものである。

[表3] [0067]

製品名等	形状
実施例 5	本発明品
比較例 3	イシハシ精工社製 コバルト正宗ドリル
比較例 4	三菱マテリアル神戸製作 汎用ドリル
比較例 5	比較例4のドリルに自社でシネングを施したもの
	図16（a）
	図16（c）
	図16（b）

[0068] 上記実施例5、比較例3～5のドリルを充電式ドリルドライバー（Panasonic社製）に取り付けて、同一作業者が人力で金属板（材質SS400、厚さ9mm）に対して切削を行った。

ドリル先端から外周刃までの約70%の長さがワークに沈んだ時点で一旦切削を停止し、穴の形状を確認した後、更に外周刃が沈むまで切削を続行した。各ドリルについての評価結果を表4及び表5に示す。尚、穴形状を確認した理由は、作業中に切削抵抗が変化すると穴形状が円錐形になりにくいためである。

[表4] [0069]

穴形状	外周刃がワークに沈むまでのドリル挙動
実施例 5	円錐形 滑らかに回転し、外周刃が沈むまで暴れなかった。
比較例 3	五角形 途中からガタガタ暴れ出し、外周刃が沈むまで続いた。
比較例 4	三角形 途中からガタガタ暴れ出し、外周刃が沈むまで続いた。
比較例 5	三角形 途中からガタガタ暴れ出し、外周刃が沈むまで続いた。

[表5] [0070]

実施例 5	非常に軽い。綺麗な連続切粉が出る。
比較例 3	比較的軽い。綺麗な連続切粉が出る。
比較例 4	重い。しばらく断続切粉が出る。
比較例 5	やや重い。綺麗ではないが連続切粉が出る。

[0071] 表4、5から明らかなように、実施例のドリルは、比較例のドリルに比べて切削抵抗が小さく且つ変動が少なく、切削を軽いたで容易に行うことがで

き、切削時には綺麗な連続切粉が出る。

尚、自動車部品や電気部品など一部品を大量に製造する現場においては、機械の自動化・無人化によって、ドリルに巻きつく塵がある連続切粉は敬遠されている。そのため、ドリルメーカーは連続切粉が出ない自動機械に適したドリルの開発を優先して行ってきた。しかし、ハンドドリルが使用される現場（鉄道車両の臓装等）や手動ボール盤が使用される現場においては、業者が切粉を除去すればよいいため、連続切粉が出ても切れ味が向上することにより作業効率が向上する。また、切粉がドリル溝に沿って排出されることにより、深穴用のドリルとして切粉詰まりの減少がなくなる。

[0072] <試験 3：他社製品等との比較 2>

表 6 に示す 4 種類のドリル（直径φ 6.5 mm）を用意した。実施例 6 のドリルは本発明に係るドリル（図 1 参照）であり、比較例 6～8 のドリルは夫々図 1 6（a）～（c）に示す形状を有するものである。尚、ドリル直径φを 6.5 mm とした理由は、ドリル先端が後述する金属板（厚さ 3 mm）を貫通する前に、外周刃が金属板に達するようにするためである。

[0073] [表 6]

	製品名等	形状
実施例 6	本発明品	図 1
比較例 6	イシハシ精工社製 コバルト正宗ドリル	図 1 6（a）
比較例 7	三菱マテリアル神戸ス社製 汎用ドリル	図 1 6（c）
比較例 8	比較例 7 のドリルに自社でシフェンツを施したもの	図 1 6（b）

[0074] 上記実施例 6、比較例 6～8 のドリルを取り付けたボール盤（北川鉄工所製）を使用して、同一業者が金属板（材質 SUS 304、厚さ 3 mm、幅 60 mm、長さ 320 mm）に対して貫通穴をあける作業を行った。作業は連続して行い、ドリルが使用不可（穴あけ不可）となったと業者が判断した時点で終了し、あけた穴の数によりドリルの耐久性を評価した。結果を表 7 に示す。

[0075]

[表7]

結果	実施例 6	比較例 6	比較例 7	比較例 8
100穴をあけた後に軽微な摩耗が見られたが、切削抵抗は初期と殆ど変わらないため穴あけを続行した。200穴をあけた時点で磨耗は少し増えたが穴けは全く切削抵抗も変わらないうため続行した。300穴をあけた時点で軽微な欠けと磨耗の進行が見られたため、まだ切れる感触ではあったが穴あけを終了した。				
98穴をあけた後、外周及びセンズに欠けが見られ、切削抵抗が大きくなったため、100穴で穴あけを終了した。				
24穴をあけた時点で、外周及びセンズに欠け及び大きな磨耗が見られたため穴あけを終了した。				
30穴をあけた時点で、外周及びセンズに欠け及び大きな磨耗が見られたため穴あけを終了した。				

[0076] 表7から明らかなように、実施例のドリルは、SS材より難切削材である

SUS304に対して比較例のドリルを大きく上回る耐久性を有している。

[0077] <試験4：自社の他の発明品との比較>

表8に示す3種類のドリル（直径φ8.2mm）を用意した。実施例7の

ドリルは本発明に係るドリル（図8参照）であり、比較例9のドリルは特願

2010-203777号（本出願人の先願）に記載されたドリル、比較例

10のドリルは前記特許文献2に記載されたドリルである。尚、材質による

性能の違いは殆どない。実施例6のドリルは、センズを入れる砥石とド

リル軸心の傾き角は27.5°（20〜35°の中間値）とし、砥石の接線

に沿ってドリルのセンズの行った（センズ角度（図4参照）θ=0

）。

[0078] [表8]

	チゼル幅	振れ角	材質
実施例 7	0.5mm	3.0°	SKH59
比較例 9	0.38mm	3.2°	SKH56
比較例 10	0.3mm	3.2°	粉末高速度鋼

[0079] フーク（ダイハツ・ムーブの交換パネル（高張力鋼板））に対して上記3

種類のドリルで穴をあけ、切れ味と耐久性を確認した。穴あけは、折損を避

けるために貫通穴とはせずに同程度の深さまで行った。

先ず、上記３種類のドリルを用いて１穴ずつ穴あけを行い、ドリルの切れ味を確認した。結果を表９に示す。

[0080] [表9]

	切れ味
実施例 7	非常に良く切れた。
比較例 9	非常に良く切れた。
比較例 10	良く切れたが、３種類の中では一番力が必要であった。

[0081] 上記実施例 7、比較例 9～10 のドリルを使用して穴あけ作業を行った。作業は連続して行い、ドリルが使用不可（穴あけ不可）となったと作業者が判断した時点で終了し、あけた穴の数によりドリルの耐久性を評価した。結果を表 10 に示す。

[0082] [表10]

	耐久性
実施例 7	50 穴をあけた後も大きな力を必要とせずに穴あけ可能な状態であった。
比較例 9	15 穴をあけた時点で大きな力を必要とすると感じたため終了した。
比較例 10	3 穴までは良く切れたが、徐々に切れ味が低下し、6 穴をあけた時から非常にきつくなり、9 穴で大きな力を必要とすると感じたため終了した。

[0083] 表 10 から明らかなように、実施例 7 のドリルは比較例 9、10 のドリルとは異なり切れ味と耐久性の両方を兼ね備えていることが分かった。また、各ドリルの先端を拡大観察してみると、比較例 9、10 のドリルはチゼルエッジが大きく磨耗していたのに対し、実施例 6 のドリルは穴あけ数が多いにも関わらず、チゼルエッジの磨耗が少なく、刃先全体が同じように磨耗していることが確認された。実施例 7 のドリルはチゼル幅が最も広いため作業者のドリルを押す力が分散され、比較例 9、10 のドリルに比べてチゼルエッジが磨耗しにくく数多くの穴あけが可能になったと推測できる。また、チゼル幅を広くしても狭いものと同等の切削力が得られたのは切削に適正なすくい角を有しているためであると考えられる。

[0084] 2. シンニングの形状に基づく試験

上記試験 1 ～ 4 において、 $0 < A \leq B$ を満たすドリルは満たさないドリル ($A > B$) に比べて切れ味が優れていることが確認された。しかし、本願発明者らは更なる追加試験を行った結果、 $0 < A \leq B$ を満たさないドリルであっても、特定形状（請求項 1 に特定される形状）のシンニング面を有するドリルであれば優れた切れ味が得られる場合があることを発見した。

以下、追加試験の結果を示す。

[0085] 尚、上記実施例 1 ～ 7 のドリルは全て特定形状（請求項 1 に特定される形状）のシンニング面を有しており、比較例 1 ～ 10 のドリルは全て当該特定形状のシンニング面を有していない。

この点に関し、上記試験 1 で使用したドリル（実施例 1 ～ 4 及び比較例 1, 2）について補足説明する。

試験 1 においては、主に $A : B$ の寸法比の設定を目的として、1 種類のドリルに対して 5 種類の寸法のシンニングを形成した。シンニングは、主に 4.5 mm のシンニング寸法が可能な砥石、具体的には図 13 の (2) の形状のものを作成して行った。

チゼル幅は全て 0.5 mm としたため、シンニング切刃の長さ (B) の調整は、図 4 の (a) (b) に記した θ の変更により行った。

その結果、実施例 1 ～ 4 はドリルの溝部に深く当たる図 4 (b) の様な状態でシンニングを形成したのに対し ($\theta < 20^\circ$)、比較例 1, 2 は比較的浅く当たる図 4 (a) に近い状態で形成せざるを得なかった。（そのため結果的に $\theta > 20^\circ$ となってしまった）

これにより、実施例 1 ～ 4 は上記特定形状（請求項 1 に特定される形状）のシンニング面を有するものとなったのに対し、比較例 1, 2 は、ドリル先端側から見たときの形状が図 16 (b) に近い円弧形状となり、シンニング切刃により形成されたシンニング面が、ドリル正面側から見たときドリル軸芯方向に対して傾斜した略放物線状とはならず、単なる円弧に近い形状となり、しかもドリル軸芯方向に対して傾斜した形状とは認められなかった。

[0086] <試験 5：追加試験 1>

(1) ドリル径の設定
作業現場の実情に即して、ドリル径をネジの下穴径である以下の 3 種類に設定した。

- 1. M4：φ 3. 3 mm
- 2. M5：φ 4. 2 mm
- 3. M6：φ 5. 2 mm

[0087] (2) 実施例ドリルの製作及び試験

上記 3 種類の径に対し、表 11 に示す 3 条件で実施例 8～10 のドリルを製作した。

[0088] [表11]

	ドリル径 (mm)	ドリル形状	チゼル幅 (W)
実施例 8	φ 3. 3	図 9、図 12 (a)	0. 23 mm
実施例 9	φ 4. 2	図 11、図 12 (c)	0. 32 mm
実施例 10	φ 5. 2	図 10、図 12 (b)	0. 34 mm

[0089] 上記実施例 8～10 のドリルを使用し、ワーク (SUS304 鋼板：厚さ

3 mm×100 mm×50 mm) に対してボール盤 (北川工業社製、型式 KFS-410 (320 rpm/60 Hz で使用) を用いて 1 つ穴をあける穴あけ試験を行い、穴あけに要する時間を測定し、切粉形状を観察した。結果を表 12 に示す。

[0090] [表12]

ドリル	実施例 8	実施例 9	実施例 10
穴あけ時間 (秒)	14. 6	16. 7	21. 4
切粉形状	長いカール状	長いカール状	長いカール状

[0091] 上記実施例 8～10 のドリルを使用し、上記ボール盤による穴あけ試験後

、同じワークに対して、エアードリル (ハンドドリル) (ターチエエ社製、MODEL AT12M 無負荷回転数：1200 rpm) を用いた穴あけ試験を行った。ワークは万力を使用して垂直に固定し、実施例 8～10 のドリルを水平にしてワークに対し直角方向に穴あけを行った。(水平方向の穴あけは、

垂直方向と比べて体重がかけられない分、作業者の腕力に負うところが大きい為、切削力（切れ味）が数値に現れやすい。） エアードリルを駆動するエア圧は6～8 kg/mm²とした。尚、作業者の腕力によって切削時間が変わるため、各ドリルについて穴あけを3回ずつ行い、平均値を算出した。また切粉形状も観察した。結果を表13に示す。

[0092] [表13]

		1	2	3	平均
実施例8	時間（秒）	10.9	8.1	7.6	8.87
	切粉形状	カール状			
実施例9	時間（秒）	9.6	12.2	10.1	10.63
	切粉形状	カール状			
実施例10	時間（秒）	16.5	12.9	15.4	14.93
	切粉形状	カール状			

[0093] （3）比較例ドリルの製作及び試験

上記3種類の径に対し、表14に示す3条件で比較例11～13のドリルを製作した。

[0094] [表14]

	ドリル径（mm）	ドリル形状
比較例11	φ3.3	特開平7-164228号公報（公報1）に記載のドリル
比較例12	φ4.2	特開2000-271811号公報（公報2）に記載のドリル
比較例13	φ5.2	特開平7-40119号公報（公報3）に記載のドリル

[0095] （3-1）比較例11のドリルについて

比較例11のドリルは、シンニングに曲線を含むφ3.175mm以下のドリルであるため、現実的に直径が最も近いφ3.3mmのドリルを元に製作し、実施例8の試験結果と比較した。比較例11のドリルのその他の寸法（公報1参照）を以下に示す。

- ・チゼル幅：0.15mm
- ・削除部傾斜角 α ：60°
- ・削除部軸方向長さd：1.21mm

- ・すくい角： -10°

[0096] (3-2) 比較例12のドリルについて

比較例12のドリルは、シンニングに $+5 \sim 15^{\circ}$ のすくい角を有するドリルである。 $\phi 4.2$ mmのドリルを元に製作し、実施例9の試験結果と比較した。比較例12のドリルのその他の寸法（公報2参照）を以下に示す。

- ・チゼル幅：0.19 mm
- ・すくい角： $+5^{\circ}$

[0097] (3-3) 比較例13のドリルについて

比較例13のドリルは、シンニング部（シンニング切刃）が切刃部（主切刃）より長いという特徴を有するため、 $\phi 5.2$ mmのドリルを元に製作し、シンニング部の長さが長くなるシンニングが切刃よりの形状である実施例10の試験結果と比較した。比較例13のドリルのその他の寸法（公報3参照）を以下に示す。

- ・チゼル幅：0.22 mm
- ・L1：0.86 mm
- ・L2：1.83 mm
- ・ $L2/L1 = 2.13$ （ $L2 = 1.3 \times L1 \sim 3.0 \times L1$ を満たす）
- ・すくい角： -5°

[0098] 比較例11～13のドリルについて、当初はチゼル幅を実施例のドリルと同程度に設定したが、切れ味が非常に悪い為、ドリル径の4～5%に設定したものを再度製作した。

比較例11～13のドリルは、ワークがステンレス鋼であることを考慮すると、2回以上連続して穴あけができる保証がないため、ボール盤→ハンドドリルの順に1穴ずつあけた時間を測定した。（ハンドドリルでの穴あけにおいて切刃が折損する可能性が高いため、先にボール盤で穴あけすることで刃先のダメージを減らすように考えた。）

[0099] 比較例11～13のドリルを使用し、実施例8～10の試験と同様にボール盤を使用した穴あけ試験を行い、穴あけに要する時間を測定し、切粉形状

を観察した。結果を表 1 5 に示す。

[0100] [表15]

ドリル	比較例 1 1	比較例 1 2	比較例 1 3
穴あけ時間 (秒)	4 5. 4	4 2. 3	5 6. 3
切粉形状	粉状+抜け際糸状	粉状+途中カール状	粉状+抜け際カール状

[0101] 上記実施例 8 ～ 1 0 のドリルを使用し、上記ボール盤による穴あけ試験後、実施例 8 ～ 1 0 の試験と同様にエアドリル（ハンドドリル）を使用した穴あけ試験を行い、穴あけに要する時間を測定し、切粉形状を観察した。結果を表 1 6 に示す。

[0102] [表16]

		1	2	3	平均
比較例 1 1	時間 (秒)	4 3. 0	4 6. 1	4 5. 5	4 4. 8 7
	切粉形状	粉状			
比較例 1 2	時間 (秒)	3 2. 3	3 4. 4	3 5. 9	3 4. 2
	切粉形状	粉状+抜け際少しカール状			
比較例 1 3	時間 (秒)	5 3. 1	5 6. 3	6 8. 2	5 9. 2
	切粉形状	粉状			

[0103] (4) 比較

実施例と比較例の試験結果（穴あけ時間（秒））を、同じ径のドリル同士で比較した。結果を表 1 7 に示す。

[0104] [表17]

ドリル径 ϕ 3. 3 mm		
	実施例 8	比較例 1 1
ボール盤	1 4. 6	4 5. 4
エアドリル (平均)	8. 8 7	4 4. 8 7
ドリル径 ϕ 4. 2 mm		
	実施例 9	比較例 1 2
ボール盤	1 6. 7	4 2. 3
エアドリル (平均)	1 0. 6 3	3 4. 2
ドリル径 ϕ 5. 2 mm		
	実施例 1 0	比較例 1 3
ボール盤	2 1. 4	5 6. 3
エアドリル (平均)	1 4. 9 3	5 9. 2

[0105] 表 1 7 に示す如く、実施例のドリルは、比較例のドリルに比べて 2 ～ 3 倍以上の速度で穴あけができることが確認された。

実施例のドリルのシンニング位置による穴あけ時間の差（実施例 8 ～ 1 0 の差）は、ドリル径の増加に伴って穴あけ時間が微増していることから、殆ど無いと考えられる。

ボール盤に比べて、エアードリル（ハンドドリル）の穴あけ時間が短いのは、ボール盤を最低回転数（3 2 0 r p m / 6 0 H z）に設定したためと考えられる。（ドリル径 ϕ 3 . 3 ～ 5 . 2 m m を考慮すれば倍以上の回転数が適切と思われるが、試験中のドリルの折損を避けるために最低回転数で行った。）

比較例のドリルは、一部の結果を除き（比較例 1 1 の 2 回目と 3 回目が逆転）、穴あけの回をおう毎に時間が増加する傾向がみられ切れ味の低下が感じられたが、実施例のドリルはこのような傾向はなく切れ味の低下は感じられなかった。

実施例のドリルではカール状の切粉が排出されたのに対し、比較例のドリルでは粉状の切粉が排出されたことから、実施例のドリルが比較例のドリルより切れ味が優れていることが分かる。

[0106] <試験 6：追加試験 2>

上記追加試験 1 の終了後、実施例 8 ～ 1 0 のドリル及び比較例 1 1 ～ 1 3 のドリルをそのまま使用し、これらドリルを上記ボール盤に取り付けて上記追加試験 1 と同じワークに複数の貫通穴を連続してあけた。切削中の音や抵抗の変化に注意しながら、ドリルの切刃を随時確認し、切削に支障がでる程の損傷（欠けや磨耗など）が切刃に生じた時点で穴あけを中止し、それまでにあけた貫通穴の数を数えた。また切粉の形状を観察した。尚、実施例 8 ～ 1 0 のドリルは切削に支障がでる程の損傷が生じる前に、使用したワークの大きさの関係で穴あけを中止した（穴あけスペースが無くなった） 実施例ドリルの試験結果を表 1 8 に示し、比較例ドリルの試験結果を表 1 9 に示す。

[0107] [表18]

	実施例 8	実施例 9	実施例 10
貫通穴数	366以上	288以上	264以上
試験状況	290穴から若干音が大きく感じたため、確認すると片側シンニング部に小さな欠けが見られたが、切削に支障が無い為続行した。366穴あけ後、再確認すると、同一箇所の欠けが大きくなっていたが、エアードリルに装着して22.7秒で貫通穴をあけることができた。	250穴位から若干音が大きく感じたため、確認すると片側シンニング部に小さな欠けが見られたが、切削に支障が無い為続行した。288穴あけ後、再確認すると、同一箇所の欠けが大きくなり加えて両側の外周刃に欠けが発生していたが、エアードリルに装着して31.8秒で貫通穴をあけることができた。	264穴あけ後、確認するとチゼルの摩耗以外は全体に欠けも無く、まだまだ使用可能な状態であった。エアードリルに装着して21.3秒で貫通穴をあけることができた。
切削音	殆ど無し	殆ど無し	チゼルの摩耗に伴い、220穴目以降位から先端が当たるときに少し擦れ音が出るようになったが、それ以外は殆ど音がしなかった。
切粉形状	ドリルの溝形状に沿ったサインカーブを横に伸ばしたような長いカール状	ドリルの溝形状に沿ったサインカーブを横に伸ばしたような長いカール状	サインカーブと類似する長いカール状

[0108]

[表19]

	比較例 1 1	比較例 1 2	比較例 1 3
貫通穴数	2 1	6 6	6 7
試験状況	2 1 穴で切れ難くなったため確認すると、チゼル部が欠落していたため中止。	穴数が 5 0 位から切れ味が大きく低下したが無理矢理継続し、6 6 穴にて切れ難くなったため確認すると、シンニング部の摩耗と外周切刃の欠けが生じていたため中止。	6 0 穴位から急に切れ味が大きく低下したため確認すると、チゼル部の摩耗が大きいため音が相当大きくなった 6 7 穴で中止。
切削音	終始カリカリというようなステンレス独特の音がした。	3 0 穴くらいからカリカリというような音が出だし、6 6 穴目では相当大きな音となった。	当初からカリカリというような音がし、6 7 穴目では相当大きな音となった。
切粉形状	粉状	粉状	粉状

[0109] 表 1 8 及び表 1 9 に示す如く、実施例のドリルは、比較例のドリルに比べて少なくとも約 4 倍（実施例 1 0 と比較例 1 3 の対比）～約 1 7 倍（実施例 8 と比較例 1 1 の対比）の数の穴あけができることが確認された。

実施例のドリルのシンニング位置による差（実施例 8 ～ 1 0 の差）は、殆ど無いと考えられる。

実施例のドリルではサインカーブと類似する綺麗なカール状の切粉が排出された。このような形状の切粉はアルミニウムに対しては良く見られるが、ステンレスに対しては殆ど見られないことから、切れ味が非常に優れていることが分かる。一方、比較例のドリルでは粉状の切粉が排出され、実施例のドリルが比較例のドリルより格段に切れ味が優れていることが分かる。

産業上の利用可能性

[0110] 本発明に係るドリルは、ハンドドリルやボール盤等を使用した手動の穴あけ作業に用いられるドリルとして好適に使用される。

符号の説明

- [0111] 1 シンニング切刃
 2 主切刃
 3 逃げ面

- 4 チゼル
- 5 主切刃により形成されたすくい面
- 6 シンニングにより形成されたすくい面
- 7 ドリル先端中心部
- 8 シンニング切刃により形成されたシンニング面
- 9 チゼルと平行な方向の幅がチゼル幅より狭い部分
- 10 すくい角を形成しているすくい面
- A 主切刃の長さ
- B シンニング切刃の長さ
- C ドリル軸芯方向
- D シンニング面の最深部に沿って延びる線をドリル先端方向に延長した延長線
- d ずれ量
- R ドリル半径
- θ_1 主切刃により形成されたすくい角
- θ_2 シンニング切刃により形成されたすくい角
- α_1 主切刃により形成された刃先角
- α_2 シンニング切刃により形成された刃先角
- β 逃げ角
- γ シンニング面の傾斜角度
- R_1 主切刃によるすくい面を形成する半径
- R_2 シンニングによるすくい面を形成する半径
- W チゼル幅
- θ シンニング形成時にドリルを砥石に当てる角度

請求の範囲

- [請求項1] 回転軸対称に形成された2つの切刃を有し、先端部にシンニングが施されているドリルであって、
- 前記切刃が、ドリル先端側から見たとき、チゼルエッジからドリル外周側に向けて曲線を含む形状に延びるシンニング切刃と、前記シンニング切刃の端部からドリル外周端まで延びる主切刃とからなり、
- 前記シンニング切刃により形成されたシンニング面が、ドリル正面側から見たとき、ドリル軸芯方向に対して傾斜した略放物線状に形成されていることを特徴とするドリル。
- [請求項2] 前記シンニング面の最深部に沿って延びる線をドリル先端方向に延長した延長線が、ドリル正面側から見たとき、ドリル先端中心部と交わらずにドリルのヒール側又は切刃側にずれていることを特徴とする請求項1記載のドリル。
- [請求項3] 前記ずれの幅が、ドリル直径の10%以内であることを特徴とする請求項2記載のドリル。
- [請求項4] 前記延長線が、ドリルのヒール側にずれていることを特徴とする請求項2又は3記載のドリル。
- [請求項5] 前記延長線が、ドリルの切刃側にずれていることを特徴とする請求項2又は3記載のドリル。
- [請求項6] 前記シンニング面の最深部に沿って延びる線をドリル先端方向に延長した延長線が、ドリル正面側から見たとき、ドリル先端中心部と交わることを特徴とする請求項1記載のドリル。
- [請求項7] 前記シンニング切刃のチゼルの直下を含む部分にすくい角が形成されていることを特徴とする請求項2乃至4いずれかに記載のドリル。
- [請求項8] 前記シンニング切刃のチゼルの直下近傍であって且つ直下を含まない部分にすくい角が形成されていることを特徴とする請求項2, 3, 5, 6いずれかに記載のドリル。
- [請求項9] 前記主切刃により形成されたすくい角 θ_1 と、前記シンニング切刃

により形成されたすくい角 θ_2 がチゼルの直下を除いて、 $\theta_1 > \theta_2 > 0^\circ$ を満たすことを特徴とする請求項 1 乃至 8 いずれかに記載のドリル。