

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2010-12552

(P2010-12552A)

(43) 公開日 平成22年1月21日(2010.1.21)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
B 2 3 B 51/00 (2006.01)	B 2 3 B 51/00 M	3 C 0 3 7
C 2 2 C 29/08 (2006.01)	C 2 2 C 29/08	

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2008-174410 (P2008-174410)	(71) 出願人	000006264
(22) 出願日	平成20年7月3日 (2008.7.3)		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
		(74) 代理人	100076679
			弁理士 富田 和夫
		(74) 代理人	100139240
			弁理士 影山 秀一
		(72) 発明者	谷内 俊之
			茨城県常総市古間木1511番地 三菱マ
			テリアル株式会社筑波製作所内
		Fターム(参考)	3C037 AA09 FF06 FF08

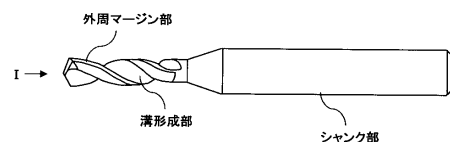
(54) 【発明の名称】耐折損性に優れた超硬合金製ミニチュアドリル

(57) 【要約】

【課題】半導体装置のプリント基板の高速穴あけ加工等に用いた場合にも、すぐれた耐折損性を発揮する超硬合金製ミニチュアドリルを提供する。

【解決手段】超硬合金製ミニチュアドリルにおいて、面心立方構造のCoの(111)面ピークの強度を $I_{fcc}(111)$ 、また、稠密立方構造のCoの(101)面ピークの強度を $I_{hcp}(101)$ とした時、上記 $I_{hcp}(101)$ および $I_{fcc}(111)$ によって定まるhcp変態率が、外周マージン部は、hcp変態率 ≥ 0.2 、また、切刃エッジ部は、hcp変態率 ≤ 0.1 をそれぞれ満たす。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

溝形成部とシャンク部からなり、少なくとも前記溝形成部は、結合相形成成分として Co 4～16 質量%および硬質相形成成分として炭化タングステンを含有する超硬合金製ミニチュアドリルにおいて、

微小部 X 線回折装置により、外周マージン部、切刃エッジ部を構成する超硬合金表面の X 線回折パターンを測定した場合、面心立方構造の Co の (111) 面ピークの強度を $I_{fcc}(111)$ とし、また、稠密六方構造の Co の (101) 面ピークの強度を $I_{hcp}(101)$ とし、

さらに、面心立方構造の Co との含量に占める稠密六方構造の Co の含有割合を、

hcp 変態率 =

$$I_{hcp}(101) / \{I_{fcc}(111) + I_{hcp}(101)\}$$

で表した時に、

外周マージン部については、 hcp 変態率 ≥ 0.2 、

また、切刃エッジ部については、 hcp 変態率 ≤ 0.1 、

をそれぞれ満たすことを特徴とする、耐折損性に優れた超硬合金製ミニチュアドリル。

【請求項 2】

前記溝形成部が、結合相および硬質相形成成分として、

Cr, V, Ta, Nb, Ti および Zr のうちのいずれか 1 種または 2 種以上を合計で 0.1～3 質量%さらに含有する、請求項 1 記載の耐折損性に優れた超硬合金製ミニチュアドリル。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、超硬合金製ミニチュアドリルの、特に、Co を主成分とする結合相が、ドリル部位に応じて優れた靱性と耐クラック性を有し、例えば、半導体装置のプリント基板の高速穴あけ加工に用いた場合に、優れた耐欠損性を発揮する超硬合金製ミニチュアドリルに関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来、一般に、半導体装置のプリント基板の穴あけ加工等に用いられる超硬合金製ミニチュアドリルとして、例えば図 1 に概略拡大正面図で示される通り先端面を切刃面（以下、先端切刃面という）とし、かつ 0.1～1.2 mm の外径を有する溝形成部と、シャンク部とからなり、さらに前記溝形成部は、図 2 に示される断面形状を有すると共に、少なくとも溝形成部は、結合相形成成分としての Co を 4～16 質量%（以下、単に%で示す）含有し、あるいは、さらに Cr, V, Ta, Nb, Ti および Zr のうちのいずれか 1 種または 2 種以上を合計で 0.1～3% 含有し、また、硬質相形成成分としての炭化タングステン（以下、WC で示す）を含有した微細組織の超硬合金からなるミニチュアドリルが知られている。

【0003】

さらに、上記の超硬合金製ミニチュアドリルは、原料粉末として、いずれも 0.1～3 μm の範囲内の所定の平均粒径を有する WC 粉末、炭化クロム（以下、 Cr_3C_2 で示す）粉末、炭化バナジウム（以下、VC で示す）粉末、および Co 粉末を用い、これら原料粉末を所定の配合組成に配合し、湿式混合し、乾燥した後、押出しプレスにて所定の直径の長尺状成形体とし、この長尺状成形体を、1.3～13.3 Pa の真空雰囲気中、1350～1480℃ の範囲内の所定の温度に昇温し、この昇温温度に 1～2 時間保持後、雰囲気を、例えば Ar を導入して 4.9～14.7 MPa の加圧雰囲気とし、前記昇温温度および加圧雰囲気の条件下に 15～60 分間保持した後、少なくとも 1200℃ までを 50～100℃/min の冷却速度で冷却することにより、Cr (Cr_3C_2) および/または V (VC) が Co 中に固溶してなる結合相と WC 相の硬質相を主たる構成相とする超硬合

10

20

30

40

50

金からなる所定の直径の長尺状加圧焼結体を形成し、この加圧焼結体から図 1、図 2 に示される形状に研削加工することにより製造されることも知られている。

【特許文献 1】特開昭 61-12847 号公報

【特許文献 2】特開平 6-81072 号公報

【特許文献 3】特許第 4019365 号明細書

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

近年、電子機器の小型軽量化等に伴ってプリント基板の穴径が極小化しており、それに対応できる極細径の超硬合金製ミニチュアドリルが求められている。さらに、穴あけ加工の省力化、低コスト化に対する要求から、穴あけ機の高性能化と相俟って、穴あけ加工が高速で行われる傾向にある。

しかし、従来の超硬合金製ミニチュアドリル、特に、ドリル径が $\phi 0.3\text{mm}$ 以下のミニチュアドリルを高速穴あけ加工に用いると、靱性および耐クラック性不足が原因で、ドリルの折損が発生し易くなり、比較的短時間で使用寿命に至るのが現状である。

【課題を解決するための手段】

【0005】

そこで、本発明者らは、特に、高速穴あけ加工を行う際に発生しやすい超硬合金製ミニチュアドリルの折損について、鋭意研究を行った結果、次のような知見を得た。

【0006】

(a) 超硬合金製ミニチュアドリルの折損は、まず、切刃エッジ部にチップングが発生し、その結果、穴あけ加工時のドリル回転抵抗が高まり、その後、外周マージン部にクラックが導入・進展することにより、ねじ切れるように折損が発生すること。

【0007】

(b) 超硬合金の結合相を構成する Co 相は、その結晶構造として、面心立方結晶構造（以下、fcc で示す）の Co（以下、Co・fcc で示す）および稠密六方結晶構造（以下、hcp で示す）の Co（以下、Co・hcp で示す）という二つの結晶構造を有するが、超硬合金製ミニチュアドリルの切刃エッジ部のチップングの発生は、結合相の構成成分である Co の、Co・hcp の含有割合（以下、hcp 変態率という）を一定値以下に低く抑えることにより抑制され、これとは逆に、外周マージン部のクラックの導入・進展は、hcp 変態率を一定値以上に高くコントロールすることにより抑制できること。

【0008】

(c) 結合相の Co の hcp 変態率は、その部位を加工する砥石の粒度、加工条件、取り代あるいはブラスト処理等で調整できること。

【0009】

(d) 通常、焼結後の超硬合金中の Co 相は fcc 単相を示すが、これは高温準安定相であって、粗研削により表面は安定相の hcp 相に変態する。

ところで、Co を hcp 相に変態させることによって、圧縮残留応力が誘起されるようになり、その結果として、クラックの導入・進展が抑制され、耐欠損性が向上するようになる。

しかし、その一方、Co を hcp 相に変態させることによって、耐食性が劣化するようになるため、耐チップング性の向上を図るためには、湿式研削やその後の洗浄で、特に、切刃エッジ部が、腐食を受けないようにすることが重要であるが、fcc 相は hcp 相に比して耐食性に優れた相であることから、耐チップング性を向上させるためには、粗研削を行わない、あるいは、粗研削後に仕上げ研削を充分に行うこと等によって、hcp 相を形成させずに、fcc 相をそのまま維持することが重要である。

この場合、仮に、湿式研削、その後の洗浄を施したとしても、fcc 相からなる箇所は、耐食性に優れるためチップングの発生が大きく低減される。

上記のとおり、fcc 相によるチップングの発生の低減、さらに、hcp 相によるクラックの導入・進展の抑制が相俟って、超硬合金製ミニチュアドリルの耐欠損性が大幅に改

10

20

30

40

50

善されることを新たに見出した。

以上、(a)～(d)に示される知見を得たのである。

【0010】

本発明は、上記知見に基づいてなされたものであって、

「(1) 溝形成部とシャンク部からなり、少なくとも前記溝形成部は、結合相形成成分としてC_o4～16質量%および硬質相形成成分として炭化タングステンを含有する超硬合金製ミニチュアドリルにおいて、

微小部X線回折装置により、外周マージン部、切刃エッジ部を構成する超硬合金表面のX線回折パターンを測定した場合、面心立方構造のC_oの(111)面ピークの強度をI_{fcc}(111)とし、また、稠密六方構造のC_oの(101)面ピークの強度をI_{hcp}(101)とし、

さらに、面心立方構造のC_oとの含量に占める稠密六方構造のC_oの含有割合を、

h c p 変態率 =

$$I_{hcp}(101) / \{I_{fcc}(111) + I_{hcp}(101)\}$$

で表した時に、

外周マージン部については、h c p 変態率 ≥ 0.2 、

また、切刃エッジ部については、h c p 変態率 ≤ 0.1 、

をそれぞれ満たすことを特徴とする、耐折損性に優れた超硬合金製ミニチュアドリル。

(2) 前記溝形成部が、結合相および硬質相形成成分として、

C_r, V, T_a, N_b, T_iおよびZ_rのうちのいずれか1種または2種以上を合計で0.1～3質量%さらに含有する、前記(1)記載の耐折損性に優れた超硬合金製ミニチュアドリル。」

を特徴とするものである。

【0011】

以下、本発明について詳細に説明する。

【0012】

(1) C_o

結合相形成成分としてのC_o含有量が4%未満では所望の強度および靱性を確保することができず、一方C_o含有量が16%を超えると急激に軟化し、細径のものではねじれ切れが発生し易くなることから、C_o含有量を4～16%と定めた。

【0013】

(2) C_r, V, T_a, N_b, T_i, Z_r

結合相あるいは硬質相形成成分として、上記の各成分を添加含有させることができるが、結合相を形成するC_o中に固溶した状態で硬質相を形成するWC相の成長を著しく抑制して、WC相の粒径を微細化し、超硬合金を微粒組織とする作用があるが、この作用は、C_r, V, T_a, N_b, T_iおよびZ_rのうちのいずれか1種または2種以上の合計含有量が0.1%未満では不充分となり、一方、その合計含有量が3%を超えると、これらの成分が粗大な炭化物として析出し、強度および靱性を低下させるようになる。

また、上記の各成分は、含有量合計が0.1～3%の場合には、その一部が、硬質相形成成分であるWと複合炭化物を形成し、あるいはさらに、それぞれの成分の炭化物からなる微細な硬質相を均一に分散析出させ、強度および靱性の向上に寄与する。

したがって、上記各成分の1種または2種以上の含有量合計を0.1～3%と定めた。

【0014】

(3) 切刃エッジ部、外周マージン部のX線回折ピークの強度比(h c p 変態率)

本発明では、超硬合金製ミニチュアドリルの折損が、切刃エッジ部におけるチップングの発生及びこれに続く外周マージン部へのクラックの導入とクラックの進展により発生するとの知見に基づき、微小部X線回折装置により、超硬合金製ミニチュアドリルについてのX線回折パターンを測定し、面心立方構造のC_oの(111)面ピークの強度をI_{fcc}(111)とし、また、稠密六方構造のC_oの(101)面ピークの強度をI_{hcp}(101)とし、

10

20

30

40

50

さらに、面心立方構造のCoとの含量に占める稠密六方構造のCoの含有割合を、

hcp変態率＝

$$I_{hcp}(101) / \{ I_{fcc}(111) + I_{hcp}(101) \}$$

で表した時に、

切刃エッジ部については、hcp変態率 ≤ 0.1 を満足するようにCoの結晶構造を定め、Co・hcpの含有割合(hcp変態率)を低く抑えることによりチップングの発生を防止している。hcp変態率が、0.1を超えると、耐食性に劣るhcp相により切刃エッジ部にチップングが生じるようになることから、hcp変態率を0.1以下とすることが必要であり、好ましくは、 $0 \leq hcp \text{ 変態率} \leq 0.08$ である。

また、外周マージン部については、hcp変態率 ≥ 0.2 を満足するようにCoの結晶構造を定め、Co・hcpの含有割合(hcp変態率)を一定値以上に高くコントロールして、クラックの導入とクラックの進展を抑制した。hcp変態率が、0.2未満であると、変態に伴う圧縮残留応力の誘起が不十分なため、クラックが導入・進展しやすくなることから、hcp変態率を0.2以上とすることが必要であり、好ましくは、 $0.3 \leq hcp \text{ 変態率} \leq 0.5$ である。

10

【0015】

超硬合金製ミニチュアドリルに対して、例えば、以下のような処理を施すことにより、切刃エッジ部、外周マージン部のhcp変態率が上記数値範囲内の超硬合金製ミニチュアドリルを得ることができる。

まず、ドリル径加工終了後で、フルート・リリーフ加工前のミニチュアドリルを準備する。このミニチュアドリルのドリル部外周を回転させながら、粒度#600のSiC砥粒を用いてエアブラスト処理を施す。その後、十分に洗浄した後、フルート・リリーフ加工とポイント加工を施すが、切刃エッジ部の仕上加工にあたっては、粒度#1200のダイヤモンド砥石を使用して、30 μ m以上の取代を確保するようにする。

20

【0016】

また、切刃エッジ部、外周マージン部のhcp変態率は、その表面を、CuK α 線を用いたX線回折によって求めることができる。

例えば、本発明の超硬合金製ミニチュアドリル5の切刃エッジ部のX線回折パターンを図3に、また、外周マージン部のX線回折パターンを図4に示すが、図3において、回折角 $2\theta 44$ 度の位置にCo・fcc(111)のピーク(ピーク強度 $I_{fcc}(111)$)が現れ、また、回折角 $2\theta 41 \sim 42$ 度の位置にCo・hcp(101)のピーク(ピーク強度 $I_{hcp}(101)$)が現れていないことがわかる。

30

そして、上記ピーク強度 $I_{fcc}(111)$ および $I_{hcp}(101)$ の値から、本発明の超硬合金製ミニチュアドリル5の切刃エッジ部のhcp変態率を計算すると、

hcp変態率＝

$$I_{hcp}(101) / \{ I_{fcc}(111) + I_{hcp}(101) \}$$

$$= 0 / \{ 571 + 0 \}$$

$$= 0$$

となり、本発明の超硬合金製ミニチュアドリル5の切刃エッジ部は、hcp変態率は小さい値(=0)であり、耐チップング性が高められたものとなっている。

40

【0017】

また、本発明の超硬合金製ミニチュアドリル5の外周マージン部のX線回折パターンを示す図4において、回折角 $2\theta 44 \sim 45$ 度の位置にCo・fcc(111)のピーク(ピーク強度 $I_{fcc}(111)$)が現れ、また、回折角 $2\theta 41 \sim 42$ 度の位置にCo・hcp(101)のピーク(ピーク強度 $I_{hcp}(101)$)が現れており、これらのピーク強度から、外周マージン部のhcp変態率を計算すると、

hcp変態率＝

$$I_{hcp}(101) / \{ I_{fcc}(200) + I_{hcp}(101) \}$$

$$= 151 / \{ 453 + 151 \}$$

$$= 0.25$$

50

となり、本発明の超硬合金製ミニチュアドリル5の外周マージン部は、h c p 変態率は高い数値を示し、圧縮残留応力の作用によって、クラックの導入と進展が抑えられていることがわかる。

【発明の効果】

【0018】

本発明の超硬合金製ミニチュアドリルは、少なくとも溝形成部の結合相を構成するC oの結晶構造を、外周マージン部についてはh c p 変態率が0.2以上、また、切刃エッジ部についてはh c p 変態率が0.1以下の結晶構造のもので形成しているので、切刃エッジ部は耐チップング性が高められ、また、外周マージン部はクラックの導入と進展が抑えられるため、その結果、例えば、半導体装置のプリント基板の高速穴あけ加工に用いた場合にも、優れた耐欠損性を長期に亘って発揮するのであるから、穴あけ加工の省エネ化、低コスト化に十分満足に対応することができるものである。

10

【発明を実施するための最良の形態】

【0019】

つぎに、本発明の超硬合金製ミニチュアドリルについて、実施例により具体的に説明する。

【実施例】

【0020】

原料粉末として、いずれも0.5~6・高フ範囲内の所定の平均粒径を有するW C粉末、C o粉末、C r₃ C₂粉末、V C粉末、T a C粉末、N b C粉末、T i C粉末およびZ r C粉末を、表1に示される割合に配合し、ボールミルで72時間湿式混合し、減圧乾燥し、さらにワックスと溶剤を加えて1時間混和した後、押出しプレスにて直径：4.4mmの長尺状成形体とし、これらの長尺状成形体を、1.3Pa(1×10⁻²T o r r)の真空雰囲気中、7℃/分の昇温速度で1380~1480℃の範囲内の所定の温度に昇温し、この温度に1時間保持して焼結した後、前記昇温温度に保持したまま、A rを導入して雰囲気を圧力：6MP aの加圧雰囲気として1時間保持し、その後60℃/分の冷却速度で急冷するH I P処理を施すことにより、いずれも直径が3.5mmの長尺状の加圧焼結体を製造した。

20

【0021】

これらの加圧焼結体から研削加工にて溝形成部の外径がそれぞれ表1に示される寸法(この場合、いずれもシャンク部の外径は3.2mm、全長は38mm)に成形する際に、切刃エッジ部および外周マージン部に対しては、粒度#600のS i C砥粒を用いたエアブラスト処理および粒度#1200のダイヤモンド砥石を用いた30μm以上の仕上研削加工処理を行い、図1、図2に示される形状をもった本発明の超硬合金製ミニチュアドリル1~9(以下、実施例1~9という)を製造した。

30

【0022】

比較のため、前記の加圧焼結体から研削加工にて溝形成部の外径がそれぞれ表1に示される寸法(この場合、いずれもシャンク部の外径は3.2mm、全長は38mm)に成形することにより、図1、図2に示される形状をもった比較例の超硬合金製ミニチュアドリル1~6(以下、比較例1~6という)を製造した。

40

【0023】

ついで、上記実施例1~9および比較例1~6の超硬合金製ミニチュアドリルの、それぞれの切刃エッジ部および外周マージン部の組成を分析したところ、表2に示される結果を示した。

さらに上記各超硬合金製ミニチュアドリルの切刃エッジ部表面および外周マージン部表面の結合相のC oをC u K α線を用いてX線回折したところ、いずれも回折角：2θで、44~45度((111)面)にC o・f c cを示すピークが現れると共に、41~42度((101)面)にもC o・h c pを示すピークが現れた。

それぞれの結晶格子面のピーク強度I f c c(111)およびI h c p(101)を測定し、これらの値から、それぞれについてのh c p変態率を求めた。この値を同じく表2

50

に示す。

なお、実施例 5 について測定した切刃エッジ部表面の X 線回折パターンを図 3 に、また、同じく測定した外周マージン部表面の X 線回折パターンを図 4 に示す。

【0024】

つぎに、上記実施例 1～9 および比較例 1～6 の超硬合金製ミニチュアドリルについて、ガラス層とエポキシ樹脂層の交互 8 層積層板からなる厚さ：1.6 mm のプリント基板を 6 枚重ねたものに表 3 に示される条件および試験本数：20 本にて高速穴あけ加工試験を行い、ミニチュアドリルの溝形成部外径寸法に 10 % の摩耗が生じるまでの穴あけ加工数を測定した。これらの測定結果を表 3 にそれぞれ平均値で示した。

【0025】

【表 1】

種 別	配 合 組 成 (質量%)								溝形成部の外径 (mm)
	Co	Cr ₃ C ₂	VC	TaC	NbC	TiC	ZrC	WC	
実施例 1	4	—	—	0.10	0.10	—	—	残	1.20
実施例 2	6	0.30	—	0.30	—	—	—	残	0.55
実施例 3	6	—	0.60	—	—	—	—	残	0.35
実施例 4	8	0.60	0.30	—	—	—	—	残	0.35
実施例 5	8	1.00	—	—	—	—	—	残	0.30
実施例 6	10	—	—	1.00	0.20	—	—	残	0.30
実施例 7	12	1.00	—	—	0.80	—	—	残	0.20
実施例 8	14	—	—	—	1.00	1.00	0.80	残	0.25
実施例 9	16	—	—	1.00	0.20	1.00	0.80	残	0.25
比較例 1	4	—	—	0.10	0.10	—	—	残	1.20
比較例 2	6	—	0.60	—	—	—	—	残	0.35
比較例 3	8	1.00	—	—	—	—	—	残	0.30
比較例 4	10	—	—	1.00	0.20	—	—	残	0.30
比較例 5	12	1.00	—	—	0.80	—	—	残	0.20
比較例 6	16	—	—	1.00	0.20	1.00	0.80	残	0.25

【0026】

【表 2】

種 別	切刃エッジ部			外周マージン部		
	ピーク強度(cts)		hcp 変態率	ピーク強度(cts)		hcp 変態率
	Ifcc(111)	Ihcp(101)		Ifcc(111)	Ihcp(101)	
実施例1	685	16	0.02	692	206	0.23
実施例2	591	19	0.03	393	262	0.4
実施例3	625	54	0.08	463	196	0.3
実施例4	418	24	0.05	747	188	0.2
実施例5	571	0	0	453	151	0.25
実施例6	603	48	0.07	661	364	0.36
実施例7	513	57	0.1	480	475	0.5
実施例8	651	28	0.04	365	699	0.67
実施例9	361	0	0	770	413	0.35
比較例1	778	142	0.15*	713	322	0.31
比較例2	551	140	0.20*	775	557	0.42
比較例3	554	29	0.05	605	108	0.15*
比較例4	346	31	0.08	601	78	0.11*
比較例5	584	205	0.26*	395	25	0.06*
比較例6	324	146	0.31*	302	0	0*

(注)表中の*を付した数値は、本発明で定めたhcp変態率から外れることを示す。

【 0 0 2 7 】

【表 3】

種 別	穴あけ加工条件		平均 穴あけ 加工数 (穴)
	回転数 ($\times 10^4$ rpm)	送り (mm/min)	
実施例1	8	1.2	4000
実施例2	12	1.8	4400
実施例3	12	1.8	4200
実施例4	16	2.4	3800
実施例5	16	2.4	3900
実施例6	16	3.0	4100
実施例7	20	3.0	3600
実施例8	20	3.0	3700
実施例9	20	3.0	4000
比較例1	実施例1に同じ		1200
比較例2	実施例2に同じ		1050
比較例3	実施例3に同じ		950
比較例4	実施例5に同じ		800
比較例5	実施例7に同じ		800
比較例6	実施例9に同じ		750

比較例1～6は、折損が原因で寿命に至るまでの
穴あけ加工数(穴)を示す。

【0028】

表3の結果から明らかなように、本発明の超合金製ミニチュアドリル(実施例1～9)は、少なくとも溝形成部の結合相を構成するCoのhcp変態率を、外周マージン部は0.2以上、また、切刃エッジ部は0.1以下としているので、耐チップング性が高められると同時にクラックの導入と進展が抑えられ、優れた耐欠損性を長期に亘って発揮するものである。

しかるに、比較例の超合金製ミニチュアドリル(比較例1～6)では、外周マージン部のhcp変態率が0.2未満あるいは切刃エッジ部のhcp変態率が0.1を超えている

ため、チッピング発生あるいはクラックの進展によって、超合金製ミニチュアドリルがねじ切れるように折損を発生し、使用寿命が極めて短いものとなっている。

【0029】

以上のとおり、本発明の超合金製ミニチュアドリルは、例えば、半導体装置のプリント基板の高速穴あけ加工に用いた場合にも、優れた耐欠損性を長期に亘って発揮するのであるから、穴あけ加工の省エネ化、低コスト化に十分満足に対応することができるものである。

【図面の簡単な説明】

【0030】

【図1】 ミニチュアドリルの概略拡大正面図を示す。

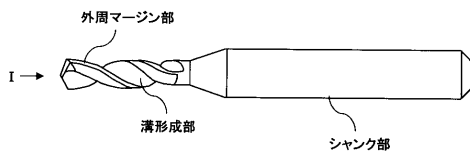
10

【図2】 ミニチュアドリル先端部をI方向から見た拡大図である。

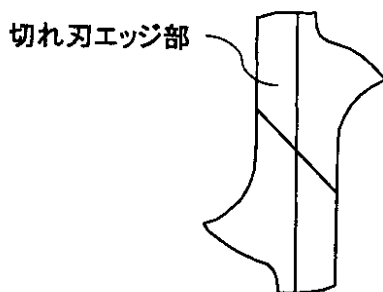
【図3】 実施例5について測定した切刃エッジ部表面のX線回折パターンを示す。

【図4】 実施例5について測定した外周マージン部表面のX線回折パターンを示す。

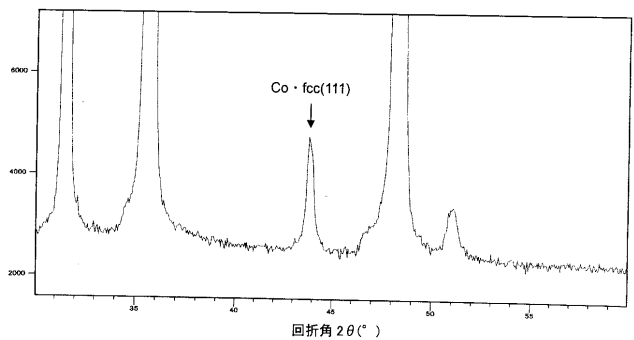
【図1】



【図2】



【図3】



【図4】

