



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101209923 B

(45) 授权公告日 2012. 10. 03

(21) 申请号 200710160593. 8

(22) 申请日 2007. 12. 27

(30) 优先权数据

0602810-4 2006. 12. 27 SE

(73) 专利权人 山特维克知识产权股份有限公司

地址 瑞典桑德维肯

(72) 发明人 埃里克·厄斯托尔斯

(74) 专利代理机构 中原信达知识产权代理有限
责任公司 11219

代理人 田军锋 郑立

(51) Int. Cl.

C04B 35/599 (2006. 01)

C04B 35/50 (2006. 01)

(56) 对比文件

CN 85101384 A, 1987. 05. 20, 摘要、权利要求
书、说明书第 2、6 页、表 1.

审查员 赵建华

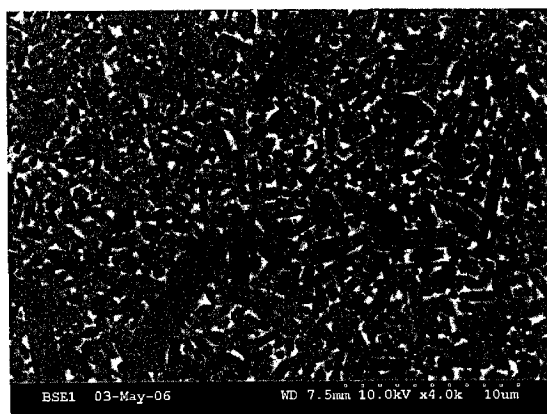
权利要求书 1 页 说明书 6 页 附图 2 页

(54) 发明名称

用于要求良好的抗缺口磨损性的应用的陶瓷
材料及其制成的切削工具

(57) 摘要

本发明涉及一种陶瓷材料, 由 β -塞隆 ($\text{Si}_{6-z}\text{Al}_z\text{O}_z\text{N}$)、多型体 12H、晶间无定形或者部分结晶相构成, 并且含有钇, 其中 z 值为 $0.7 < z < 1.5$ 。这种陶瓷材料可用作切削刀片, 用以加工超耐热合金, 并且它具有良好的抗缺口性、可接受的后刀面磨损性和足够的韧性。



1. 一种陶瓷材料,包括 β -塞隆 $\text{Si}_{6-z}\text{Al}_z\text{O}_z\text{N}$ 、多型体 12H、晶间无定形或者部分结晶相,并且含有钇,其特征在于:

- 晶间相的量,作为在 SEM 图片中属于晶间相的面积相对于图片的总面积测量的,在 5 和 15%之间,

- z 值为 $0.7 < 1.5$,

- 多型体 12H 的量,作为在 34° 的 2Θ 值时,在 Cu-K α x 射线衍射图中 12H 的峰值高度与在 33° 的 2Θ 值时,在同一衍射图中 β -塞隆的峰值高度之间的比值测量的,在 2 和 20%之间,并且

- 钇的含量为 3.5-5wt%。

2. 根据权利要求 1 的陶瓷材料,其中钇的含量为 3.9-4.5wt-%。

3. 根据权利要求 1 的陶瓷材料,其中 z 值为 0.7-1.3,并且 12H 多型体的量在 5 和 20%之间。

4. 根据权利要求 1 的陶瓷材料,其中 z 值为 $1.2 < 1.5$,并且 12H 多型体的量在 2 和 15%之间。

5. 一种用于成屑金属加工的切削刀片,由根据权利要求 1-4 所述的材料制成。

6. 根据权利要求 5 的切削刀片,具有由 TiN、Ti(C, N)、 Al_2O_3 或者 (Ti, Al)N 形成或者其任意组合形成的涂层。

用于要求良好的抗缺口磨损性的应用的陶瓷材料及其制成的切削工具

技术领域

[0001] 本发明涉及一种适合于加工镍基和钴基材料的陶瓷氮化硅基的材料,这种材料有时被称为具有良好的抗缺口磨损性、可接受的后刀面磨损性和足够的韧性的超耐热合金(HRSA)。

背景技术

[0002] 由于陶瓷材料较高的热硬性,因此用于切削刀具应用的陶瓷材料适合于加工在高温下具有较高硬度、高拉伸强度以及较低热扩散性的工件材料,并且对于有时称为超耐热合金(HRSA)的自硬化材料(诸如,例如一些类型的镍基和钴基的材料)而言特别是如此。

[0003] 用于切削刀具的很多氮化硅基材料都是利用氧化铝(Al_2O_3)作为烧结助剂进行制造。铝和氧具有分别取代氮化硅晶体结构中的硅和氮的能力,从而形成所谓的塞隆(硅铝氧氮)陶瓷,这种陶瓷由Si-Al-O-N构成,有时还利用阳离子 Me^{m+} 进行稳定,其中Me可以从大量的(稀土)金属和镧系元素中选择,这些元素具有适当的离子半径($r < 1.0\text{\AA}$),例如Y、Yb、Dy、Lu、Li、Ca、Mg、Sc等。

[0004] 已经检测到了很多塞隆相,并且已经对其进行了表征,例如参见Izhevskiy V A, Genova L A, Bressiani J C和Aldinger F的文章“Progress in SiAlON ceramics”(J. Eur. Ceram. Soc. 20, 2275-2295(2000)),但是切削刀具材料中所用的主要相仍然是 α -塞隆相, $\text{R}_x\text{Si}_{12-(m+n)}\text{Al}_{(m+n)}\text{O}_n\text{N}_{(16-n)}$ ($1.0 < m < 2.7$; $n < 1.2$),其中R是离子半径 $< 1.0\text{\AA}$ 的上述金属或者镧系元素中的一种,和 β -塞隆: $\text{Si}_{6-z}\text{Al}_z\text{O}_z\text{N}_{8-z}$ ($0 < z < 4.2$)。

[0005] 在烧结时,所用的原材料,通常为氮化硅、氧化铝和AlN或者一些塞隆“多相”(或“多型体”),例如12H、21R等的混合物,与金属或镧系元素的氧化物,一起形成了过渡熔体, α 和 β -塞隆相,并且可能是其它相,例如(如果Y用作上述的金属离子R的话)YAG、黄长石、B相、12H等从过渡熔体中结晶出来。在烧结之后,在晶粒之间保留了晶间相。所产生的晶间相的量受到所用的原材料的成分以及烧结条件的影响。

[0006] 除了稳定 α -塞隆相,金属离子还用作在烧结时形成塞隆晶体的催化剂,并且促进通常呈 β 相的细长塞隆晶粒的形成,但是也产生了 α -塞隆相的细长晶粒,参见Fang-Fang X、Shu-Lin W、Nordberg L-O和Ekström T的文章“Nucleation and Growth of the Elongated α -SiAlON”(J. Eur. Ceram. Soc. 17(13) 1631-1638(1997))。还显然的是,所用的金属离子的选择影响无定形相的性质,参见Fang-Fang X、Shu-Lin W、Nordberg L-O和Ekström T的文章“Nucleation and Growth of the Elongated α -SiAlON”(J. Eur. Ceram. Soc. 17(13) 1631-1638(1997));Sun E Y、Becher P F、Plucknett K P、Hsueh C-H、Alexander K B和Waters S B的文章“Microstructural Design of Silicon Nitride with Improved Fracture Toughness II: Effects of Yttria and Alumina Additives”(J. Am. Ceram. Soc. 81(11) 2831-2840(1998));Hong Z L、Yoshida H、Ikumura Y、Sakuma T、Nishimura T和Mitomo M的文章“The effect of additives on sintering behavior

and strength retention in silicon nitride with RE-disilicate”(J. Eur. Ceram. Soc. 22, 527-534(2002)); Becher P F、Waters S B、Westmoreland C G、Riester L 的文章“Compositional Effects on the Properties of Si-Al-RE-Based Oxynitride Glasses (RE = La、Nd、Gd、Y or Lu)”(J. Am. Ceram. Soc. 85(4), 897-902(2002))。β-塞隆相 $\text{Si}_{6-z}\text{Al}_z\text{O}_z\text{N}_{8-z}$ 中的 z 值影响烧结材料中的硬度、韧性和晶粒尺寸分布, 参见 Ekström T、Nygren M 的文章“SiAlON ceramics”(J. Am. Ceram. Soc. 75(2), 259-276(1992))。Z 值涉及的是在 Si_3N_4 晶格中溶解的 Al 和 O 的量。可从开始的材料的成分计算出理论 z 值。可利用 X 射线衍射分析测量出在烧结之后的 β-塞隆相的实际 z 值。测得的 z 值总是稍微低于计算出的 z 值, 这是因为晶间相含有比 β-塞隆相更多的氧和铝。

[0007] GB-A-2157282 公开了一系列的适合用于金属切削刀具的塞隆材料, 这些材料具有和不具有 α-塞隆、耐熔添料, 例如 TiN 和 SiC, 具有或者不具有晶体 AlN 等, 但是总是含有“多型体”塞隆相。

[0008] US5370716 公开了一种用于高温合金和铸铁的高速加工的切削刀具的陶瓷材料, 其组分为 β-塞隆 ($\text{Si}_{6-z}\text{Al}_z\text{O}_z\text{N}_{8-z}$, 其中 $1 < z < 3$) 和晶间相。

[0009] US5965471 公开了一种用于耐热合金的高速加工的烧结陶瓷材料, 这种材料包括塞隆晶粒和 0.2-20v/o 的晶间相。至少 80v/o 的所述塞隆相为具有 1-1.5 的 z 值的 β-塞隆。这种陶瓷材料具有高于 1530 的维氏硬度 HV1, 并且它通过气压烧结而被生产出来。

发明内容

[0010] 本发明的目的在于提供一种用于加工金属、优选为超耐热合金的、具有最优成分的金属切削刀具的氮化硅基陶瓷材料, 它具有良好的耐缺口磨损性、可接受的后刀面磨损性以及足够的韧性。

[0011] 本发明的一个方面提供了一种陶瓷材料, 包括 β-塞隆 $\text{Si}_{6-z}\text{Al}_z\text{O}_z\text{N}$ 、多型体 12H、晶间无定形或者部分结晶相, 并且含有钇, 其特征在于:

[0012] - 晶间相的量, 作为在 SEM 图片中属于晶间相的面积相对于图片的总面积测量的, 在 5 和 15% 之间,

[0013] - z 值为 $0.7 < z < 1.5$,

[0014] - 多型体 12H 的量, 作为在 34° 的 2Θ 值时, 在 Cu-K α x 射线衍射图中 12H 的峰值高度与在 33° 的 2Θ 值时, 在同一衍射图中 β-塞隆的峰值高度之间的比值测量的, 在 2 和 20% 之间, 并且

[0015] - 钇的含量为 3.5-5wt%。

附图说明

[0016] 图 1 示出根据本发明的塞隆材料的 X 射线衍射图案, 其中 β 指的是 β 塞隆、12H 为多型体 12H($6\text{AlN} \cdot \text{SiO}_2$), 并且 Si 标出与作为内部标准添加的硅的峰值;

[0017] 图 2 是根据本发明的塞隆材料的背向散射模式下的放大 4000 倍的 SEM (扫描电子显微镜) 显微照片, 其中灰色晶粒为 β-塞隆, 或者在极少数情形中为 12H 多型体, 并且较亮区域为晶间相。

具体实施方式

[0018] 本发明提供一种基于 β -塞隆 ($\text{Si}_{6-z}\text{Al}_z\text{O}_z\text{N}$)、多型体 12H、晶间无定形或者部分结晶相,并且含有 3.5-5wt%、优选为 3.9-4.5wt-% 的钇的陶瓷材料。 β -塞隆相具有 $0.7 < z < 1.5$ 的 z 值。晶间相的量在 5 和 15% 之间。考虑到背景,多型体 12H 的量,如在 34° (a) 的 2θ 值时, $\text{CuK}\alpha$ 峰在 x 射线衍射图中的峰值高度与在 33° (b) 的 2θ 值时, β -塞隆峰在同一衍射图中的峰值高度之间的比值测量的,在 2 和 20% 之间。另外,这种材料可含有重量百分比达 3% 的 YAG、B 相和 / 或黄长石。

[0019] 这种材料特别有用于加工超耐热合金 (HRSA) 的切削刀片。这种切削刀片可具有 TiN、Ti(C, N)、 Al_2O_3 或者 (Ti, Al)N 形成的或者其组合形成的涂层。

[0020] 根据本发明的塞隆材料由粉末冶金方法,例如碾磨、压制和烧结制造出来。将适当比例的氮化硅、氧化铝、氧化钇和氮化铝或者多相体 21R 粉末碾磨,并压制为刀片坯体。将刀片坯体置于烧结托盘上,而不是嵌入粉末基床中,并且将其单独地熔化,并且然后在气压烧结炉中烧结。烧结最后阶段应当在氮气压力下,在 $1700-1900^\circ\text{C}$ 的温度下进行。

[0021] 在烧结之后,将坯体研磨成具有期望形状和尺寸的、用于金属切削的刀片。如本领域已知的,这种刀片可选地具有 TiN、Ti(C, N)、 Al_2O_3 或者 (Ti, Al)N 或者其任意组合形成的涂层。

[0022] 在本发明的一个示例性实施例中, z 值为 $0.7-1.3$, 优选为 $0.7 < z < 1$, 并且 12H 多型体的量在 5 和 20% 之间, 优选为 6-15%。

[0023] 在本发明的一个示例性实施例中, z 值为 $1.2 < z < 1.5$, 优选为 $1.25 < z < 1.45$, 并且 12H 多型体的量在 2 和 15% 之间, 优选为 2-12%。

[0024] 实例

[0025] 使用塞隆碾磨介质,在水中根据表 1a 中的成分的粉末原材料 B、C、F 和 H (除了材料 E 和 G) 进行碾磨,它们为可商用的塞隆切削刀具。组分 C 和 H 具有相同的原材料成分,但是碾磨程度不同。组分 H 经受更加强烈的碾磨,这增加了浆液的氧含量。将有机粘结剂混合到浆液中,然后通过喷射干燥,使浆液形成颗粒。

[0026] 将粉末单轴地冷压,以形成坯体,然后将坯体在 650°C 的温度下熔化。然后,在 1810°C 的最大烧结温度下,在氮气压力下烧结熔化的坯体。对烧结体进行研磨,形成 ISO RPGX120700T01020 型刀片。

[0027] 关于孔隙度,利用金相学方法分析材料。X 射线衍射被用于确定 z 值,并且 12H 多型体的量被确定为在 34° 的 2θ 角度时,12H 的 $\text{CuK}\alpha$ x 射线衍射峰的高度与在 33° 时, β -塞隆峰的高度的比值,见图 1。

[0028] 图 2 是塞隆材料 C 的背向散射模式下的放大 4000 倍的 SEM (扫描电子显微镜) 显微照片。灰色区域为 β -塞隆和 12H 多型体,白色区域为晶间相。相对于图片的总面积,如属于晶间相的面积测量的,晶间相的量为 10%。

[0029] 表 1a 组分, wt-% 原材料

[0030]

材料	Si_3N_4	Al_2O_3	21R-F	Y_2O_3	TiN
B	58.35	7.90	14.54	4.24	16.3

C	68.62	9.28	17.11	4.99	0
E	N/A	N/A	N/A	(7% Yb)	0
F	68.86	15	10.69	4.99	0
G	N/A	N/A	N/A	N/A	0
H	68.62	9.28	17.11	4.99	0

[0031] 表 1b 组分和性质, 烧结材料

[0032]

材料	测量的 z 值	Wt-% β - 塞隆 ⁵⁾	%12H ¹⁾	Wt-% α - 塞隆 ⁵⁾	Y wt-%	孔隙度 ²⁾	晶间相, % ³⁾
B	0.94	N/A ⁴⁾	20	-	3.64	A02/B00	9
C	0.9	N/A ⁴⁾	15	-	3.93	A02/B00	14
E	0.59	70	0	30	7 (Yb)	A00/B00	11
F	1.4	100	0	-	3.93	A04/B00	10
G	1.7	100	0	-	3.5	A02/B00	13
H	1.3	N/A ⁴⁾	5	-	3.93	A02/B00	14

[0033] 1) 在 34° 的 2 Θ 值时, 12H 峰在 x 射线衍射图中的高度与在 33° 的 2 Θ 值时, β - 塞隆峰在同一衍射图中的高度的比值测得的。

[0034] 2) 根据孔隙度的金相学确定的 ISO 4505 标准。

[0035] 3) 在 SEM 图片中属于晶间相的面积与图片总面积比值测得的。

[0036] 4) 因为不能定量地测量出 12H 的百分比, 因此不能确定 β - 塞隆的比例。

[0037] 5) 可由 X 射线衍射方法探测到的, 在试样中结晶材料的比例表达的。

[0038] 实例 1

[0039] 使用 225m/min 的速度、0.1mm/ 转的进给和 2.5mm 的切削深度, 在 Inconel 718 中进行纵向车削操作, 对根据表 1 中的组分 B、C 和 F 的刀片进行测试。使用了冷却剂。在几个测试循环中运行刀片, 其中, 一个测试循环相当于 30 秒的加工时间。进行了两次测试运行, 每次利用一套新的刀片, 并且记录每个刀片直至有 1mm 的缺口磨损或者 0.5mm 的后刀面磨损深度 (VB) 时所承受的循环数目。作为两次测试运行的平均值的所实现的寿命 (按分钟计) 示于表 2 中。变型 C 显示出在抗后刀面磨损和缺口磨损方面具有明显的优点。变型 B 在组分上与变型 C 基本相同, 但是添加了 TiN, 它显示出显著的缺口磨损, 这也是变型 B 的寿命长度的限制因素。

[0040] 表 2

[0041]

材料	平均寿命长度 (min)
B	1.5
C	3.5

F	2.75
---	------

[0042] 实例 2

[0043] 使用 280m/min 的速度、0.2mm/rev 的进给和 2.5+2.5mm 的切削深度, 在 Inconel 718 中进行对台肩的双端面车削操作, 对根据表 1 中的组分 B、C、F 和 G 的刀片进行测试。使用了冷却剂。在几个测试循环中运行刀片, 其中, 一个测试循环相当于所述的端面车削操作。进行三次测试运行, 每次利用一套新的刀片。记录每个刀片直至出现刀刃断裂或者 1.0mm 或更大的后刀面磨损深度 (VB) 时所承受的循环数目。作为所有三次测试运行的平均值的结果示于表 3 中。材料 C 再次地, 以及具有组分 H 的材料在测试材料中表现得最好。

[0044] 表 3

[0045]

材料	平均寿命长度 (循环数)
B	6.3
C	13.7
F	7
G	9.7
H	15.3

[0046] 实例 3

[0047] 使用 250m/min 的速度、0.2mm/rev 的进给和 2.5+2.5mm 的切削深度, 在 Inconel 718 中对台肩进行双端面车削操作, 对根据表 1 中的组分 B、C、F 和 G 的刀片进行测试。使用了冷却剂。在测试循环中运行刀片, 其中, 一个测试循环相当于所述的端面车削操作。进行三次测试运行, 每次利用一套新的刀片。记录每个刀片直至出现切削刃断裂或者 1.0mm 或更大的后刀面磨损深度 (VB) 时所承受的循环数目。作为所有三次测试运行的平均值的结果示于表 4 中。

[0048] 材料 C, 具有 0.9 的 z 值的 β -塞隆具有非常接近材料 E 的性能, 材料 E 是商业可获得的、具有大约 0.6 的 z 值的 α/β 塞隆, 一般预期材料 E 具有比材料 C 显著更高的韧性

[0049] 表 4

[0050]

材料	平均寿命长度 (循环数)
C	9.7
E	10
F	6

G	8.7
---	-----

[0051] 实例 4

[0052] 使用 225m/min 的速度、0.124mm/rev 的进给和 1.5mm 的切削深度,在 Inconel 718 中进行纵向车削操作,对根据表 1 中的组分 C 和 E 的刀片进行测试。使用了冷却剂。在测试循环中运行刀片,其中,一个测试循环相当于 30 秒的加工时间。进行三次测试运行,每次利用一套新的刀片,并且记录每个刀片直至出现 0.5mm 的缺口磨损长度或者后刀面磨损深度 (VB) 时所承受的循环数目。作为测试运行的平均值的结果示于表 5 中。变型 C 显示出比变型 E 更长的寿命。

[0053] 表 5

[0054]

材料	平均寿命长度 (min)
C	3.75
E	3.2

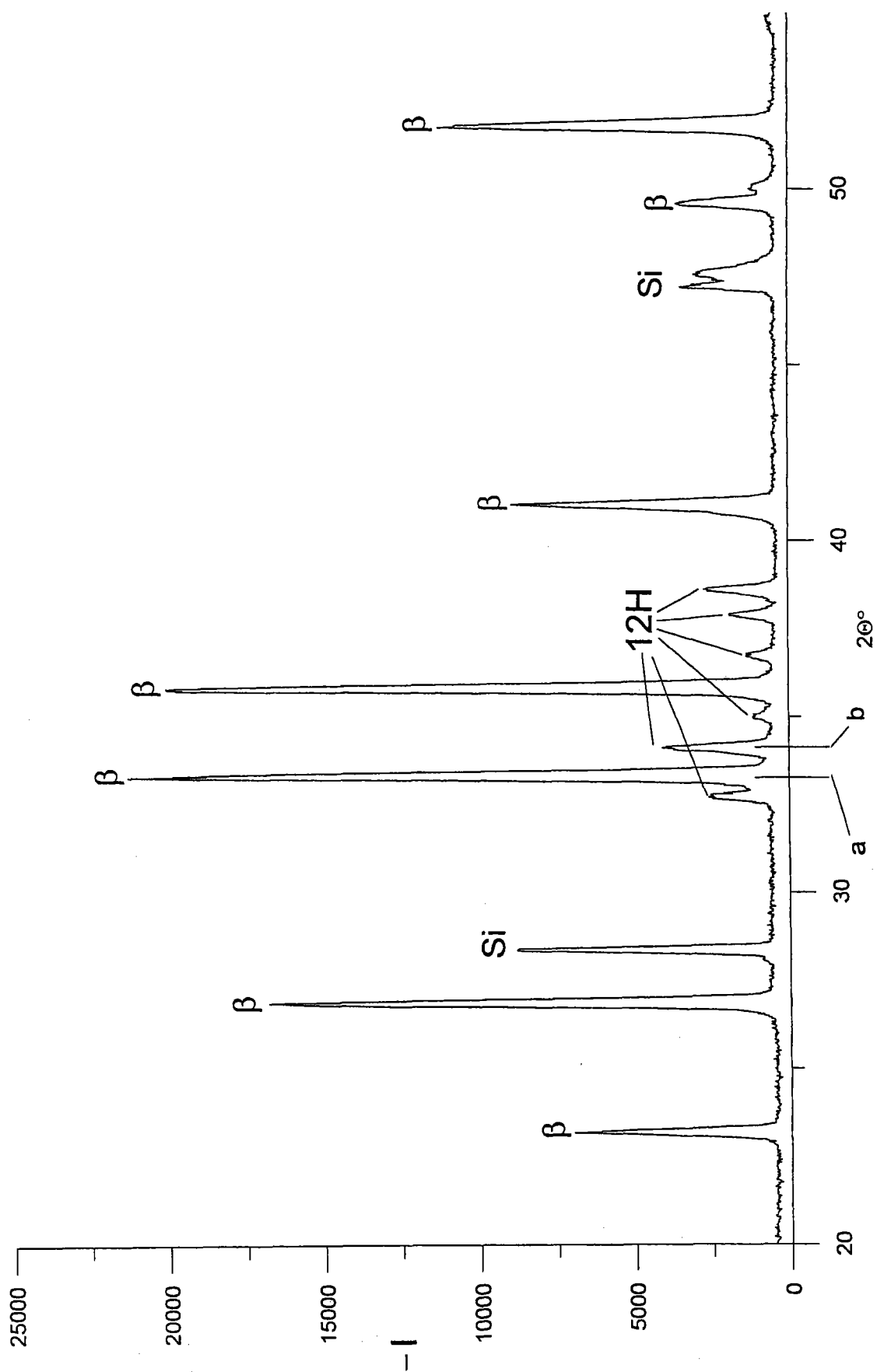


图1

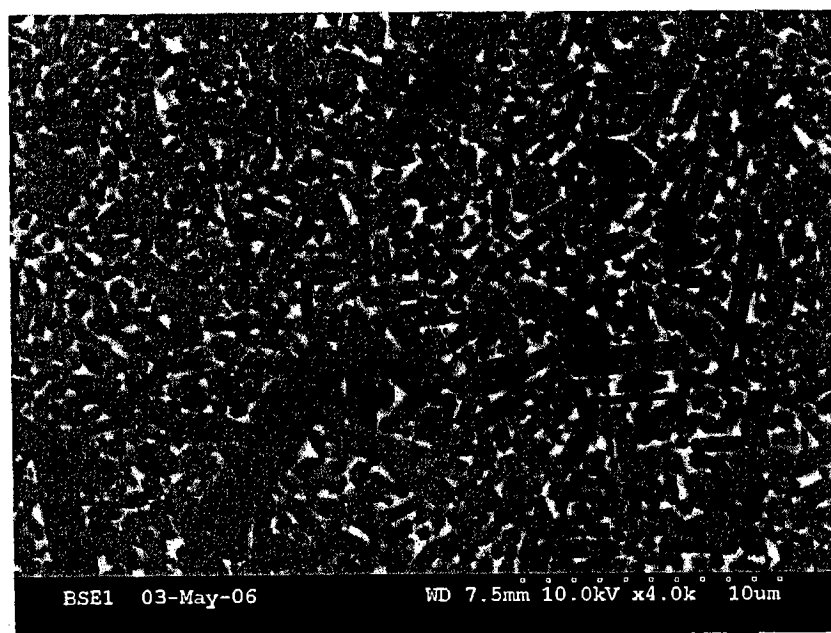


图2