

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
C23C 14/34 (2006.01)
C22F 1/18 (2006.01)



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200480041991.2

[43] 公开日 2007年6月20日

[11] 公开号 CN 1985021A

[22] 申请日 2004.12.20

[21] 申请号 200480041991.2

[30] 优先权

[32] 2003.12.22 [33] US [31] 60/531,813

[86] 国际申请 PCT/US2004/042734 2004.12.20

[87] 国际公布 WO2005/064037 英 2005.7.14

[85] 进入国家阶段日期 2006.8.22

[71] 申请人 卡伯特公司

地址 美国马萨诸塞州

[72] 发明人 克里斯托弗·A·米卡卢克

路易斯·E·休伯

P·托德·亚历山大

[74] 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

代理人 宋莉 贾静环

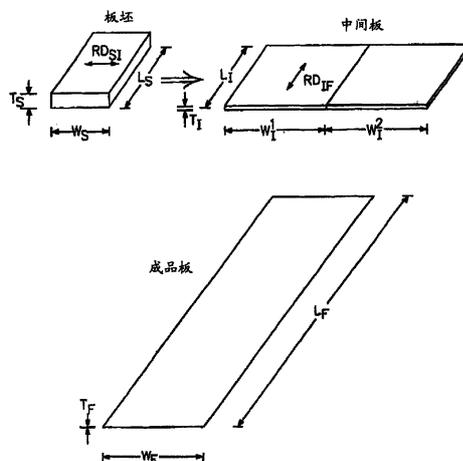
权利要求书4页 说明书27页 附图8页

[54] 发明名称

高完整性溅射靶材及其批量制造方法

[57] 摘要

公开了一种制造金属板和溅射靶的方法。此外，进一步公开了由本发明方法制得的产品。本发明优选提供一种在金属产品表面具有减少的或最少纹路的产品，该产品具有许多优点。



1. 一种制造溅射靶的方法，包括：
提供含有至少一种金属的板坯；
第一轧制所述板坯以形成中间板，其中所述第一轧制包括多个轧制道次；
将所述中间板分割成多个子批次板；和
第二轧制至少一个所述子批次板以形成金属板，其中所述第二轧制包括多个轧制道次，且其中所述第二轧制的每个所述轧制道次给予约0.2或更大的真实应变压压下量。
2. 权利要求1所述方法，其中由所述第二轧制给予的真实应变压压下量为由所述第一轧制给予的真实应变压压下量的约0.25~约2.0。
3. 权利要求1所述方法，其中由所述第二轧制给予的真实应变压压下量为由所述第一轧制给予的真实应变压压下量的约0.5~约1.5。
4. 权利要求1所述方法，其中所述第一轧制包括由轧机间隙设置的改变所限定的轧制制度。
5. 权利要求1所述方法，其中所述第二轧制的最终轧制道次给予的真实应变压压下量等于或大于其它任何轧制道次所给予的真实应变压压下量。
6. 权利要求1所述方法，其中所述至少一种金属为铌、钽或其合金。
7. 权利要求1所述方法，其中所述至少一种金属为铜或钛或其合金。
8. 权利要求1所述方法，进一步包括对所述板坯进行退火。
9. 权利要求8所述方法，其中所述退火是在真空或惰性条件下在约70⁰~约1500⁰C的温度下进行约30分钟~约24小时。
10. 权利要求1所述方法，进一步包括对所述板坯提供两个平整在约0.02英寸范围内的相对轧制面。
11. 权利要求1所述方法，其中所述板坯由电子束熔接和铸造形成。
12. 权利要求1所述方法，其中所述板坯通过锻造锭形成。
13. 权利要求1所述方法，其中所述板坯具有约3~约6英寸的厚度、约9~约11英寸的宽度和约18~约48英寸的长度。
14. 权利要求1所述方法，其中所述中间板具有约0.75~约1.5英寸的厚度。
15. 权利要求1所述方法，其中所述中间板具有大于所述板坯长度约10%或更少的长度。

16. 权利要求 1 所述方法, 进一步包括对所述中间板进行退火。
17. 权利要求 16 所述方法, 其中所述退火是在真空或惰性条件下在约 700 ~ 约 1500°C 的温度下进行约 30 分钟 ~ 约 24 小时。
18. 权利要求 1 所述方法, 其中所述第二轧制的至少一个所述轧制道次在相对于所述第一轧制的至少一个所述轧制道次的横向上。
19. 权利要求 1 所述方法, 其中所述第二轧制的所述轧制道次为多向。
20. 由权利要求 1 所述方法形成的金属板。
21. 权利要求 20 所述的金属板, 其中所述电子管金属板具有 20 微米或更小的平均粒径。
22. 权利要求 20 所述的金属板, 其中所述电子管金属板具有 18 微米或更小的平均粒径。
23. 权利要求 20 所述的金属板, 其中所述电子管金属板具有 15 微米或更小的平均粒径。
24. 权利要求 20 所述的金属板, 其中该颗粒的 95% 具有小于 100 微米的直径。
25. 权利要求 20 所述的金属板, 其中该颗粒的 99% 具有小于 100 微米的直径。
26. 权利要求 20 所述的金属板, 其中该颗粒的 95% 具有小于 50 微米的直径。
27. 权利要求 20 所述的金属板, 其中该颗粒的 99% 具有小于 50 微米的直径。
28. 权利要求 20 所述的金属板, 其中该颗粒的 95% 具有小于 25 微米的直径。
29. 权利要求 20 所述的金属板, 其中该颗粒的 99% 具有小于 25 微米的直径。
30. 权利要求 20 所述的金属板, 其中所述电子管金属板基本没有表面纹路。
31. 权利要求 20 所述的金属板, 其中表面区域包含溅射或化学腐蚀后少于 75% 的光泽斑点。
32. 权利要求 20 所述的金属板, 其中表面区域包含溅射或化学腐蚀后少于 50% 的光泽斑点。
33. 权利要求 20 所述的金属板, 其中表面区域包含溅射或化学腐蚀后少于 25% 的光泽斑点。
34. 权利要求 20 所述的金属板, 其中表面区域包含溅射或化学腐蚀后少于 10% 的光泽斑点。
35. 权利要求 20 所述的金属板, 其中表面区域包含溅射或化学腐蚀后少于 5% 的光泽斑点。
36. 权利要求 20 所述的金属板, 其中表面区域包含溅射或化学腐蚀后少于 1

%的光泽斑点。

37. 权利要求 20 所述的金属板, 其中所述电子管金属板具有基本没有织构带的织构。

38. 权利要求 20 所述的金属板, 其中所述电子管金属板在其整个厚度上具有均匀织构。

39. 权利要求 20 所述的金属板, 其中所述电子管金属板具有在其表面上的主(111)、或主(100)或混合(111)(100)织构和/或在其整个厚度上的转置主(111)、转置主(100)或混合转置(111)(100)织构。

40. 权利要求 20 所述的金属板, 其中在贯穿板厚上测量的极取向(Ω)上的总变化小于 50/mm, 由如下测量:

选择参考极取向;

采用扫描取向图像显微术对具有厚度的所述板或其部分的横截面以增量进行扫描, 以在整个所述厚度上以增量获得多个颗粒的实际极取向;

确定所述参考极取向和所述板或其部分中多个颗粒的实际极取向之间的差值;

在整个所述厚度上测量的每个颗粒处分配来自所述参考极取向的取向误差;

确定在整个所述厚度上每个测量增量的平均取向误差;

通过确定在贯穿所述厚度上每个测量增量的所述平均取向误差的二阶导数来获得织构带, 小于 50/mm。

41. 权利要求 40 所述的金属板, 其中极取向(Ω)中总变化小于 25/mm。

42. 权利要求 40 所述的金属板, 其中极取向(Ω)中总变化小于 10/mm。

43. 权利要求 40 所述的金属板, 其中在贯穿板厚度上测量的极取向(Ω)中总变化小于 5/mm。

44. 权利要求 20 所述的金属板, 其中在贯穿板厚度上测量的织构弯曲(Λ)的数量加工深度小于 5/mm, 由如下测量:

选择参考极取向;

采用扫描取向图像显微术对具有厚度的所述板或其部分的横截面以增量进行扫描, 以在整个所述厚度上以增量获得多个颗粒的实际极取向;

确定所述参考极取向和所述板或其部分中多个颗粒的实际极取向之间的差值;

在整个所述厚度上测量的每个颗粒处分配来自所述参考极取向的取向误差;

确定在整个所述厚度上每个测量的增量的平均取向误差;

通过确定在贯穿所述厚度上每个测量的增量的所述平均取向误差的二阶导数来获得织构带, 小于 5/mm。

45. 权利要求 44 所述的金属板, 其中织构弯曲(Δ)的数量加工深度小于 4/mm。

46. 权利要求 44 所述的金属板, 其中在贯穿板厚上测量的织构弯曲(Δ)的数量加工深度小于 2/mm。

47. 权利要求 44 所述的金属板, 其中穿过板厚测量的织构弯曲(Δ)的数量加工深度小于 1/mm。

48. 由权利要求 20 所述金属板成形的溅射部件。

49. 权利要求 20 所述的溅射部件, 其中成形包括旋转成形、剪切成形、旋压、深冲压或液压成形。

50. 权利要求 40 所述的溅射部件, 其中所述溅射部件具有 20 微米或更小的平均粒径。

51. 权利要求 40 所述的溅射部件, 其中所述溅射部件具有 20 微米或更小的平均粒径, 且在形成所述溅射部件后不退火。

高完整性溅射靶材及其批量制造方法

本申请基于35U.S.C.119(e)要求于2003年12月22日提交的美国临时专利申请No.60/531,831为优先权,其作为参考在此全部引入。

背景技术

本发明涉及金属坯段、板坯、棒和溅射靶。更特别地,本发明涉及一种制造具有均匀细粒尺寸、均匀微观结构且没有表面纹路(marbleizing)的金属的方法,该金属用于制造溅射靶和其它物体。

钽已经作为用于在先进集成电路微电子器件中使用的铜互连(interconnect)的主要扩散阻挡(diffusion barrier)材料出现。在这种微电子器件的制造程序中,钽或氮化钽阻挡层通过物理气相沉积(PVD)(一种沿用已久的方法)来沉积,由此通过高能等离子体腐蚀源材料(术语为“溅射靶”)。等离子区离子的轰击和穿透进入溅射靶的晶格使得原子从溅射靶表面喷出,该原子然后沉积在基底顶上。溅射沉积膜的质量受包括溅射靶的化学和冶金均匀性的许多因素影响。

近些年,研究工作已集中在开发提高纯度、减小粒径并控制钽溅射靶材料结构的方法上。例如,美国专利 No. 6,348,113(Michaluk 等)和美国专利申请 No.2002/0157736(Michaluk)和 2003/0019746(Ford 等)描述了通过变形和退火操作的特定组合在钽材料或钽溅射靶部件中获得选择的粒径和/或优选取向的金属加工方法,这些文件作为参考在此引入。每个引用的出版物详述了适合于制造仅仅一个或少量钽溅射靶或部件的方法工艺;特别地,这些出版物涉及钽的批量处理。从小工件制造溅射靶部件的一些优点是冷加工可以用小型轧机和压机完成,材料容易在工作站(work station)内及之间移动和处理,而且可以用一致的变形操作牢固地控制制成零件的尺寸。然而,小量制造方法的缺点包括固有的高可变成本,其包括人工和营运成本。

美国专利 No. 6,348,113(Michaluk 等)中公开了一种适于制造大批次大量具有微结构和织构均匀性的高纯钽溅射靶的方法。尽管高容量制造方法与批量处理相比具有重大的成本收益,但它们通常不能通过标准且可重复变形顺序获得精密的尺寸公差。由于其大的、非均质的颗粒结构,高纯度钽锭和重轧制板坯(heavy rolling

slab)的机械响应性高度易变。在高纯重板坯上施加预定且一致的轧制压下量(rolling reduction)制度可导致每个压下道次(pass)板厚的发散,并最终将生产规格过量变化的板产品。由于这种特性,从重板坯轧制成钽板的传统方法是通过取决于板的宽度和规格的特定量来减小轧机间隙,然后增加轻微的精轧道次以获得典型地为靶厚约 $\pm 10\%$ 的量规公差。

轧制理论规定每轧制道次的大压下量必须实现在整个部件厚度上应变的均匀分布,这种均匀的应变分布有益于获得均匀退火响应和在成品板(finished plate)中微细、均匀微结构。当将高容积(high volume)钽板坯加工成板时,尺寸代表阻碍采取大的轧制压下量能力的主要因素,因为大压下量(如真实应变压下量(true strain reduction))可为比轧机所能处理的多的咬合(bite)。在板坯或板厚度最大处开始轧制是尤其正确的(true)。例如,4"厚板坯的0.2真实应变压下量需要0.725"压下量道次。采取这种大咬合所需的分离力将大于传统生产轧机的能力。相反,在0.40"板上的0.2真实应变压下量仅等于0.073"轧制压下量,其完全处于许多制造轧机的能力内。影响钽轧制压下量速率的另一个因素是板宽。对于每道次、板规格和轧制给定的辊隙,宽板比窄板经历每个轧制道次较小的压下量。

由于加工大块钽不能单独依靠大轧制压下量以使板坯变成板,应变不可能均匀分布在整个板厚上。结果,产品并不均匀地响应退火,如文献(例如 Michaluk 等,“Correlating Discrete Orientation and Grain Size to the Sputter Deposition Properties of Tantalum”, JEM, 1月, 2002年; Michaluk 等,“Tantalum 101: The Economics and Technology of Tantalum”, Semiconductor Inter., 7月, 2000年,两者都作为参考在此引入)中报道的钽板中微结构和织构不连续性的存在所证明的。退火的钽板的冶金和织构均匀性通过如美国专利 No. 6,348,113 中教导的将中间退火操作引入到加工中而得到提高。然而,在钽板加工过程中引入一个或多个中间退火操作也将减少给予最终产品的总应变。这依次将减轻板的退火响应,且因此限制在钽产品中获得微细平均粒径的能力。

发明人认为,大块钽的机械响应的可变性预期会随着冷加工数量的增加而减少。变形加工用来破坏存在于大块钽锭或轧制板坯中的大颗粒结构,由此在通过冷加工减少钽规格时,在高纯钽机械性能中的批次内(intra-lot)或批次间(inter-lot)可变性得到集中。因此,发明人已发现在轧制钽过程中超越的临界变形点(CDP),其中机械响应中可变性充分降低。此外,在紧密控制用于高容量生产钽中所有轧制板坯的起始尺寸时,CDP与轧制板材的具体规格相关。超过CDP轧制的所有生产

材料的响应据信是一致且可预知的。

钽中纹路结构的存在或出现已被视为对钽溅射靶材和部件的性能和可靠性有害。发明人仅在近期已发现,可以在钽和其它金属中发现两种不同类型的纹路:沿着腐蚀的钽靶或部件的溅射表面观察到的纹路,和在钽靶或部件制造(as-fabricated)表面周围观察到的纹路。在腐蚀的钽溅射靶中,纹路由在基体材料糙面精整(由多面溅射腐蚀颗粒产生)周围的暴露的抗溅射(100)织构带(作为光泽区域出现)的混合物形成。在溅射腐蚀表面形成纹路的倾向通过加工以在钽靶厚度上具有均匀织构的钽溅射靶或部件最小化或在其中消除,如美国专利 No. 6,348,113 中公开的。美国专利 No. 6,462,339(Michaluk 等)中公开了用于量化钽溅射靶材料和部件的织构均匀性的分析方法,其作为参考在此引入。2004年2月18日提交的美国专利申请 No. 60/545,617 中公开了用于量化条带的另一种分析方法,且作为参考在此引入。

表面纹路可以沿着锻造钽材或溅射元件的制造表面在光(light)溅射(如焊穿试验)之后或通过含有氢氟酸、浓缩烷基化物、或发烟硫酸和/或硫酸的溶液中或其它合适刻蚀溶液中的化学刻蚀得到解决。在退火的钽板中,表面纹路作为大的隔离的斑和/或退色区域的网状物出现在酸洗轧制表面的顶上。发明人还确定钽的纹路表面可以通过从每个表面研磨或刻蚀材料的 0.025"来去除;然而,消除表面纹路的途径在经济上不理想。现有技术既不能解决钽中表面纹路,也没有教导减少或消除这种现象的手段。

因此,需要制造基本没有表面纹路的钽(或其它金属)溅射靶材料或部件。进一步需要适合于批量生产基本没有表面纹路溅射靶的制造方法。

发明内容

因此,本发明的一个特征是提供一种基本没有表面纹路的电子管金属(或其它金属)材料或溅射部件。

本发明的另一个特征是提供一种批量制造金属材料或溅射部件的方法,该金属材料或溅射部件具有平均粒径约为 20 μm 或更小的微细、均匀微结构,并在贯穿金属材料或溅射部件的厚度上具有均匀的织构(texture)。

本发明的另一个特征是提供一种批量制造金属材料或溅射部件的方法,该金属材料或溅射部件在一个生产批次的产品中具有一致的化学、金属学和织构特性。

本发明的另一个方面是提供一种批量制造金属材料或溅射部件的方法,该金

属材料或溅射部件在多个生产批次的产品中具有一致的化学、金属学和织构特性。

本发明的另一个特征是提供一种批量制造金属(如钽)材料或溅射部件的方法, 该金属材料或溅射部件在多个生产批次的产品中具有一致的化学、金属学和织构特性。

本发明的另一个特征是提供一种金属材料(如钽), 其具有适合于形成如 Ford 的美国专利申请 No. 2003/0019746 中公开的包括溅射部件和溅射靶的部件的微结构和织构特性, 该专利申请文件作为参考在此引入。

本发明的进一步的特征是提供一种包括成型溅射部件和溅射靶的成型金属(如钽)部件, 该金属部件具有平均粒径为约 20 微米或更小的微细、均匀的微结构, 并在贯穿成型部件、溅射部件或溅射靶的厚度上具有均匀织构, 其在成形后无需退火而充分地保留均匀化金属材料的金属学和织构上的特性。

本发明其它的特征和优点将部分地在随后的说明书中阐述, 部分地将通过说明书显而易见, 或可以通过实践本发明而获知。本发明的目的和其它优点将借助于说明书和所附权利要求中特别指出的要素和组合来实现和获得。

为了实现这些和其它优点, 且依据本发明的目的, 如在此具体表达和概述的, 本发明涉及一种制备溅射靶的方法。该方法包括: 提供含有至少一种金属(如至少一种电子管金属)的板坯和对该板坯的第一轧制以形成中间板, 其中该第一轧制包括一个或多个轧制道次。该方法进一步包括将该中间板分割成多个子批次(sub-lot)板; 和对至少一个子批次板的第二轧制以形成金属板, 其中该第二轧制包括一个或多个轧制道次, 且其中第二轧制的每个轧制道次给予大于约 0.2 的真实应变压下量。本发明进一步涉及由该方法制备的产品, 包括溅射靶和其它部件。该轧制步骤可以是冷轧、温轧或热轧步骤。

应当理解, 以上概述和随后详细说明都仅仅是示范性和说明性的, 并用于对要求保护的本发明提供进一步解释。

在此引入并构成申请一部分的附图说明了本发明的一些实施方式, 并和说明书一起用来解释本发明的原理。

附图说明

图 1 为涉及板坯、中间板和成品板的尺寸的图。

图 2(a)~(f)是退火的钽板横截面的显微照片, 显示了平均粒径约为 18 微米的均匀颗粒结构。

图 3(a)~(b)是退火的钽板横截面的反极图(IPF)定位图(orientation map), 显示了基本没有织构带的均匀混合(111)(100)织构。

图 4 是显示有表面纹路的蚀刻钽板的照片。

图 5 是根据本发明加工的没有表面纹路的蚀刻钽板的照片。

具体实施方式

本发明涉及用于多种技术中的方法和金属制品, 包括薄膜领域(如溅射靶和起到这种靶作用的其它部件等)。部分地, 本发明涉及制备具有所需特征(如织构、粒度等)的金属材料的方法, 并进一步涉及该产品本身。特别的, 描述了制造溅射靶的方法, 且该方法包括提供含有至少一种金属的板坯。该板坯经过第一轧制形成中间板, 其中该第一轧制可以包括多个轧制道次。该方法进一步包括将该中间板分割成多个子批次板, 并使一个或多个子批次板经过第二轧制形成金属板, 其中该第二轧制可以包括多个轧制道次, 且其中第二轧制的每个轧制道次给予一个约 0.1 或更大, 优选约 0.15 或更大, 甚至更优选约 0.2 或更大的真实应变压下量。该第二轧制的最终轧制道次可以给予等于或大于其它轧制道次所给予的真实应变压下量的真实应变压下量。该第二轧制的至少一个轧制道次可以在相对于第一轧制的至少一个轧制道次的横向上。该第二轧制的轧制道次可以是多向的。该轧制步骤可以是冷轧或温轧或热轧或这些轧制步骤的各种组合。真实应变的定义为 $e = \ln(t_i/t_f)$, 其中 e 为真实应变或真实应变压下量, t_i 为初始板厚, t_f 为最终板厚, \ln 为该比值的自然对数。

此外, 本发明涉及制备具有足够尺寸的高纯度钽板(或其他类型的金属板)以产生多个溅射靶坯或部件的方法。优选地, 该金属(如钽)具有微细、均匀的微结构。例如, 该金属如电子管金属可以具有约为 20 微米或更小, 如 18 微米或更小, 或 15 微米或更小的平均粒径, 和具有基本没有(100)织构带的织构。为了本发明, 在整个本发明申请中讨论的钽金属仅为示例性目的, 实现本发明可以等同地应用包括其它电子管金属和其它金属的其它金属。

该方法首先包括将钽锭加工成适合变形加工的矩形。该钽锭可以是市售的。该钽锭可以根据 Michaluk 等的美国专利 No.6,348,113 的教导来制备, 该专利作为参考在此引入。该方法也可以包括直接将高纯度钽金属铸造成适合变形加工的形态, 或可以通过电子束熔接形成板坯。该矩形具有足够的尺寸和体积以产生多个溅射靶坯。该矩形还必须具有足够的厚度以允许在获得在加工过程中的加工(如冷

加工)必须量以获得合适退火响应并避免形成表面纹路。例如,具有5英寸乘10.25英寸的面积再乘以大于30英寸的长度的矩形是合适的。该矩形可以任选在保护性环境中进行一次或多次热处理(如退火)以获得应力释放、部分再结晶或完全再结晶。

接下来,加工该矩形以制备具有平整且平行的轧制面的轧制板坯或棒。优选轧制面以不受污染或不将杂质金属嵌入表面的方式加工。机加工方法如磨铣或快速切削是使得轧制面平整且平行的优选方法。可以使用其它方法如blanchard碾磨或抛光,可以使用随后的清洗操作如重酸洗(heavy pickling)以从所有表面上去除约0.001",从而去除任何嵌入的杂质。在这一点上,并严格地仅作为例子,机加工板坯可以具有约3~约6英寸的厚度,约9~约11英寸的宽度和约18~约48英寸的长度。优选该机加工板坯具有4.5英寸的厚度、10.25英寸的宽度和30英寸的长度,具有平整在0.020英寸范围内的轧制面,优选两个相对轧制面。对本发明来说也可以使用其它尺寸。

然后,可以清洗该机加工板坯,以去除表面顶上的任何杂质如油和/或氧化物残渣。如在美国专利6,348,113中说明的氢氟酸、硝酸和去离子水的酸洗溶液可以满足需要。然后,该板坯可以在真空或惰性气体中在700~1500°C或850~1500°C的温度下退火约30分钟~约24小时,更优选,在约1050~约1300°C的温度下退火2~3小时,以实现应力释放、或部分或完全再结晶,而没有过量的非均匀颗粒生长或二次再结晶。

然后,轧制(如冷轧、温轧或热轧)每个板坯以生产所需规格和尺寸的板,以依据如下标准产生多个溅射靶坯。轧制该板坯以形成具有处于该板坯和所需成品板之间厚度的中间板。例如,该中间板可具有约0.75~约1.5英寸的厚度。该中间板的厚度,使得在从中间规格到完成的轧制中所给予真实应变为在将板坯轧制成中间规格所给予全部真实应变的约0.1或更大,优选约0.15或更大,或0.2或更大,如约0.25~约2.0,且优选约0.5~约1.5。该第二轧制的最终轧制可以给予等于或大于其它任何轧制道次所给予的真实应变压下量。例如,对将4.5"板坯冷轧成具有0.360"厚度成品板表示全部真实应变压下量为2.52;从1.125"厚度的中间板轧制成的成品板具有的从中间规格轧制到成品板所给予的真实应变为从板坯轧制成中间板所给予真实应变的0.63。类似地,从0.950"厚度的中间板轧制成的成品板具有的从中间规格轧制成成品所给予真实应变为从板坯轧制成中间板所给予真实应变的0.442。对本发明来说,本发明描述的每个轧制步骤可以是冷轧步骤、温轧

步骤或热轧步骤。此外，每个轧制步骤可以包括一个或多个轧制步骤，其中如果在一个特殊步骤中使用超过一个轧制步骤，则多个轧制步骤可以全部是冷轧、温轧或热轧，或可以是各种冷轧、温轧或热轧步骤的组合。这些术语是本领域技术人员理解的。典型地，冷轧是轧制过程中处于室温或更低的温度，而温轧典型地是在稍微高于室温如高于室温 10°C ~ 约 25°C ，而热轧典型地是高于室温 25°C 或更高。同样，对本发明来说，在任何金属加工(如轧制等)前或后，金属材料可以在每个加工步骤中进行一次或多次(例如，1、2、3 或多次)热处理(如退火)。该热处理可以实现应力释放、或部分或完全再结晶。

在从大板坯轧制成中间板的过程中，每个轧制道次采用大应变压下量以获得中间板的均匀加工经常是不实际也不必需的。将板坯轧制成中间板的一个目的是通过受控并可重复的过程来制备中间形态。该中间形态具有足够尺寸以被切割成一个或多个部分，然后可将这些部分轧制成具有足够尺寸的成品板以产生多个溅射靶坯。优选控制该过程以使得从板坯轧制成中间板的压下量速率在每一个板坯上可以重复，且使得限制板坯宽展量以最优化从板坯的产品产率。如果工件的长度宽展超过允许的限度，那么难以将中间板轧制成目标规格范围并同时获得为最优化产品产率所需的最小宽度。优选地，中间板的长度大于板坯长度的约 10%。

将板坯轧制成中间板的过程以在每个轧制道次采用小的压下量开始。例如参见表 1~24。尽管将板坯轧制成中间板的轧制制度可以限定以把每个道次理想的真实应变压下量作为目标，这样的途径是困难的，而且要花费时间来实施、监测并校验一致性。更优选的途径是使用由轧机间隙设置变化所限定的轧制制度来将板坯轧制成中间板。参见表 1~24。该过程以采用一个或两个“定径道次”以达到预定的轧机间隙设置，然后由每个道次的预定量来减少轧机间隙开始。每个轧制道次中轧机间隙设置的改变可以保持恒定、连续增长、或增量增长。当工件厚度接近中间板的目标厚度时，轧机间隙设置的改变可以根据每个轧机操作工的判断来改变，以获得所需的中间板宽度和厚度范围。

当从板坯轧制成中间板时，必须注意限制工件侧向宽展量。通过采用整平道次(flattening pass)可产生侧向宽展，所以整平道次数量和每个整平道次的给予应变都应该最小化。同时，应该避免工件以一个角度供给进入轧机。期望使用推钢杆将工件供给至轧机。

中间板可以任选在约 $700\sim 1500^{\circ}\text{C}$ 或约 $850\sim 1500^{\circ}\text{C}$ 的温度下退火约 30 分钟 ~ 约 24 小时，更优选，在约 $1050\sim 1300^{\circ}\text{C}$ 的温度下退火 1~3 小时或更长时间，

以实现应力释放、或部分或完全再结晶，而没有过量的非均匀颗粒生长或二次再结晶。也可以使用其它的时间和温度。

将中间板轧制成成品板的首要目的是在每道次中给予足够的真实应变以获得贯穿板厚的均匀应变，其是退火后材料中获得微细而均匀颗粒结构和织构所必需的。特别地，期望在将中间板厚度降低至成品板厚度的每个轧制道次中给予最小0.2的真实应变压下量。为了促进大的轧制压下量，将中间板切割成宽度小于中间板且等于或稍微大于溅射靶坯直径的子批次板。此外，期望大压下量轧制过程中的轧制方向垂直于中间板的轧制方向。然而，可允许从板坯等断面轧制成成品板，或从中间板脉冲轧制(clock rolling)成成品板。

然后，使用具有每道次限定的最小真实应变的轧制制度将每个子批次中间板轧制(如冷轧)成具有所需尺寸的成品板。为了保证每一批加工和产品的一致性，优选预先限定大压下量道次的数量和每个道次允许的真实应变压下量范围(如表1~24所示)。同时，为了防止轧制后的板的过度弯曲，在最后一个轧制道次中给予大于之前的轧制道次所给予的真实应变压下量是有利的。将中间板轧制成最终产品的制度实例如下：厚度范围在0.950~1.00”的中间板批次可以通过每道次0.2~0.225应变四个压下道次和0.2或真实应变压下量为0.2或更大的第五压下道次轧制成0.360”的目标规格。

至于板坯、中间板、子批次板、板、溅射靶和包括铸锭的任何其它部件，这些材料可以具有相对于现有金属的任何纯度。例如，该纯度可以是相对于现有金属的95%或更高，如至少99%、至少99.5%、至少99.9%、至少99.95%、至少99.99%、至少99.995%或至少99.999%。例如，将这些纯度应用于钽金属板坯，其中该板坯为99%纯度的钽及更高纯度。此外，该起初板坯可以具有任何粒度，如2000微米或更小，更优选为1000微米或更小，更优选为500微米或更小，甚至更优选为150微米或更小。

此外，对于起始板坯或典型地制备成板坯的铸锭、和由板坯得到的其他部件如中间板、子批次板来说，该织构可以是任何织构，如在材料如板坯的表面上和/或整个厚度中的主(100)或主(111)织构、或混合(111):(100)织构。优选地，当织构为主(111)或混合(111):(100)织构时，该材料如板坯不具有任何织构带，如(100)织构带。

对于金属来说，优选本发明中受加工金属为电子管金属或难熔金属，但是其它金属也可以使用。可以用本发明加工的该类型金属具体例子包括但不限于钽、

铌、铜、钛、金、银、钴及其合金。

本发明的一个实施方式中，由本发明方法得到的产品优选产生板或溅射靶，其中所有存在颗粒的至少95%为100微米或更小、或75微米或更小、或50微米或更小、或35微米或更小、或25微米或更小。更优选，由本发明方法得到的产品产生板或溅射靶，其中所有存在颗粒的至少99%为100微米或更小、或75微米或更小、或50微米或更小，更优选地为35微米或更小，甚至更优选为25微米或更小。优选地，所有存在颗粒的至少99.5%具有该所需的颗粒结构，和更优选所有存在颗粒的至少99.9%具有这种颗粒结构，其为100微米或更小、或75微米或更小、或50微米或更小，更优选地为35微米或更小，甚至更优选为25微米或更小。高百分比的小粒径的确定优选基于从显示颗粒结构的显微照片中随机选取500个颗粒进行测量。

优选地，该电子管金属板具有其表面上的主(111)、或主(100)或混合(111)(100)织构和/或在其整个厚度上的转置主(111)、转置主(100)或混合转置(111)(100)。

此外，该板(和溅射靶)优选这样制得，其中该产品在板或靶的表面上基本没有纹路。这种基本没有纹路优选表示板或靶表面的25%或更少的表面区域没有纹路，更优选板或靶表面的20%或更少、15%或更少、10%或更少、5%或更少、3%或更少、1%或更少的表面区域没有纹路。典型地，该纹路为含有与主织构不同的织构的斑纹或大条带区域。例如，当主(111)织构存在时，斑纹或大条带区域的形式纹路典型地为在板或靶表面上且可以在整个板或靶厚度上的(100)织构区域。这种斑纹或大条带区域通常可以认为是具有板或靶整个表面区域的至少25%表面区域的斑纹，且对于板或靶的表面上的单个斑纹，表面区域可甚至更大，如5%或1%、2%、3%、4%、5%或更高。无疑可存在大于一个的限定板或靶表面上纹路的斑纹。使用美国专利申请No.60/545,617中上述提及的非破坏性条带测试，本发明可以定量地确定这个。此外，板或靶可以具有1%或更少如0.60~0.95%的条带(%条带区域)。本发明用于减少显示出纹路的单个斑纹的尺寸和/或减少产生纹路的全部斑纹的数量。因此，本发明使受纹路影响的表面区域最小，并减少出现的纹路斑纹数量。通过减少板或靶表面上的纹路，该板或靶无需经受进一步板或靶的加工和/或进一步退火。另外，不需要去除板或靶的顶面以去除纹路影响。因此，通过本发明，需要较少的板或靶的物理加工，因此产生劳动成本以及对于材料损失的节约。另外，通过提供较少纹路的产品，该板及更重要的靶可以均匀地受溅射，且不浪费材料。

本发明的金属板可以具有在溅射或化学腐蚀之后具有低于 75% 如低于 50% 或低于 25% 的光泽斑点的表面区域。优选地，该表面区域具有在溅射或化学腐蚀之后低于 10% 的光泽斑点。更优选地，该表面区域具有在溅射或化学反应之后低于 5% 的光泽斑点，且最优选，低于 1% 的光泽斑点。

对本发明来说，该织构也可以是混合织构，如(111):(100)混合织构，且该混合织构优选在整个板或靶的表面和/或厚度上是均匀的。包括如美国专利 No. 6,348,113 中所述的形成薄膜、电容器壳、电容器等的各种用途可以在此实现，并为了避免重复在此引入这些用途等。同样，美国专利 No. 6,348,113 中阐释的用途、粒度、织构和纯度也可在此用于这里的材料，并其全文在此引入。

本发明的金属板可以具有在极取向(pole orientation)(Ω)上的总变化。该极取向上的总变化可以根据美国专利 No. 6,462,339 通过板厚来测量。极取向上总变化的测量方法可以与量化多晶材料织构均匀性的方法相同。该方法可包括选择参考极取向，采用扫描取向图像显微术对具有厚度的材料或其部分的横截面以增量进行扫描，以在整个厚度上以增量获得多个颗粒的实际极取向，确定参考极取向和该材料或其部分中多个颗粒的实际极取向之间的差值，在整个厚度上测量的每个颗粒处分配来自参考极取向的取向误差，并确定在整个厚度上每个测量的增量的平均取向误差；通过确定在贯穿厚度上每个测量的增量的平均取向误差的二阶导数来获得织构带。使用上述方法，在贯穿板厚上测量的本发明金属板的极取向总变化可以小于约 50/mm。优选地，根据美国专利 No. 6,462,339，在贯穿本发明板厚上测量的极取向总变化小于约 25/mm，更优选小于约 10/mm，最优选小于约 5/mm。

本发明金属板可以具有根据美国专利 No. 6,462,339 在贯穿板厚上测量的织构弯曲(inflexion)的数量加工深度(scalar severity)(Λ)。该方法可以包括选择参考极取向，采用扫描取向图像显微术对具有厚度的材料或其部分的横截面以增量进行扫描，以在整个厚度上以增量获得多个颗粒的实际极取向，确定参考极取向和该材料或其部分中多个颗粒的实际极取向之间的差值，在整个所述厚度上测量的每个颗粒处分配来自参考极取向的取向误差，并确定在整个厚度上每个测量的增量的平均取向误差；通过确定在贯穿厚度上每个测量的增量的平均取向误差的二阶导数来确定织构带。在贯穿板厚上测量的本发明金属板的织构弯曲的数量加工深度可以小于约 5/mm。优选地，根据美国专利 No. 6,462,339 在贯穿板厚上测量的织构弯曲的数量加工深度小于约 4/mm，更优选小于约 2/mm，最优选小于约 1/mm。

本发明将通过以下实施例进一步阐明，但这些实施例仅用作本发明的示例。

各表中真实应变(以%表示)可以除以100来转换,以获得上述说明中使用的单位。

实施例1:使用传统锻造步骤成形为板坯的钽锭具有如表1所列举的起始尺寸。每个轧制(milling)步骤前的起始厚度也列举在表1中。每道次所需的真实应变以及所需的道次后(post pass)厚度是每个随后轧制步骤所需的真实应变和道次后厚度。实际道次后厚度和实际轧机伸展(mill stretch)是由轧制步骤产生的测量结果。厚度的减小表明轧制为冷轧步骤。C和D是形成具有指示尺寸板坯的两个不同锭。C-分裂和D-分裂表示中间板被切割成子批次板。然后,这些板中一个随后经受如表1所示的进一步轧制。

实施例2:接受表2中的轧制制度重复实施例1,该表中示出了各种起始厚度和冷轧后厚度的随后减少。

实施例3:在该实施例中,除了表3a和3b中标记的不同之外,其余与实施例1基本相同。分裂1和分裂2表示由中间板形成的子批次板。按照表3a和3b中记载数据表示的那样进行子批次板的单个轧制。在加工中特定点上,中间板经受平整道次,该道次中中间板转动90°,不调整设定,穿过轧制机,以平整金属中任何波纹。该轧制制度得到的数据表示在表3a和3b中。

实施例4:除了标记的差异外,实施例4是按照实施例1程序的另一个实验。

实施例5:实施例5是应依据起始厚度和每道次所需压下量使用设置的实施例。该表示出对于每个压下量和获得的实际厚度的轧机间隙设置。如这些实施例中所示,可以随后形成溅射靶的子批次板可以这样制备,其中优选子批次板的轧制给予约0.1或更大的真实应变压下量,更优选为约0.2或更大的真实应变压下量。

实施例6:表2~24是钽板坯的进一步实施例,这些钽板坯进行这些表中所示的轧制制度。每个表是独立板坯的单独实验。

图1表明在此提及的长度和宽度尺寸。图2(a)~(f)是实施例得到两个成品板的显微照片,显示了均匀而小的粒径。图3是从一个实施例得到的退火成品板的IPF,使用与美国专利No. 6,348,113中相同程序测定的。该IPF显示了没有织构带的均匀的主混合(111):(100)织构。图4是市售板的彩色照片,显示出表面纹路。注意其不均匀外观。另一方面,图5是本发明一个实施例得到的成品板的彩色照片。注意到其均匀外观,且没有显示纹路。

这些权利要求显示了本发明其他实施方式。对本领域技术人员来说,通过考虑本说明书和在此公开的本发明的实践,本发明的其它实施方式是显而易见的。本说明书和实施例仅用于示例性的,本发明的真实范围和精

神由所附权利要求及其等价物来表明。

表 1

起始 LxW	锭#-	起始 厚度	每道次 所需真 实应变	所需 后道 次厚 度	轧机 伸展 补偿	轧机 间隙 设置	实际 道次 后厚 度	实际 轧机 伸展	分离 力 (2500 吨的 %)	实际真实应 变/道次	道次后 尺寸 LxW x t		
27 5/16 x 10 1/2	C	3.6	-0.04	3.46	0.05	3.41	3.517	0.107	54	-0.0233255			
		3.517	-0.04	3.38	0.12	3.26	3.396	0.136	x	-0.0350101			
		3.396	-0.04	3.26	0.12	3.143	3.275	0.132	64	-0.0362804			
		3.275	-0.04	3.15	0.10	3.046	3.174	0.128	63	-0.0313252			
		3.174	-0.04	3.05	0.10	2.949	3.074	0.125	61	-0.032013			
		3.074	-0.04	2.95	0.12	2.838	2.956	0.118	60	-0.0391426			
		2.956	-0.04	2.84	0.13	2.71	2.831	0.121	61	-0.043207			
		2.831	-0.04	2.72	0.12	2.6	2.722	0.122	48	-0.0392631			
		2.722	-0.04	2.62	0.12	2.494	2.604	0.11	53	-0.0443182			
		2.604	-0.04	2.50	0.12	2.379	2.488	0.109	54	-0.0455695			
		2.488	-0.04	2.39	0.14	2.25	2.364	0.114	55	-0.0511241			
		2.364	-0.04	2.27	0.13	2.14	2.25	0.11	53	-0.0494249			
		2.25	-0.078	2.08	0.16	1.92	2.047	0.127	63	-0.0945549			
		2.047	-0.078	1.89	0.16	1.733	1.848	0.115	56	-0.1022713			
		1.848	-0.078	1.71	0.15	1.56	1.677	0.117	60	-0.0970975			
		1.677	-0.078	1.55	0.13	1.42	1.517	0.097	49	-0.1002718			
		1.517	-0.078	1.40	0.10	1.303	1.4	0.097	52	-0.0802625			
				1.4	-0.078	1.29	0.18	1.118	1.285	0.167	50	-0.0857135	30.75 x 27.5 x 1.285
		15 3/8 x 27.5	C-分 裂	1.285	-0.12413	1.135	0.100	1.035	x	x	x	x	
x	-0.13668			0.990	0.100	0.89	x	x	x	x			
x	-0.11892			0.879	0.100	0.779	0.91	x	x	x			
0.91	-0.12851			0.773	0.100	0.673	x	x	x	x			
x	-0.12819			0.680	0.100	0.58	0.7	0.12	x	x			
0.7	-0.1285			0.598	0.100	0.498	0.61	0.112	x	-0.1376214			
0.61	-0.25586			0.463	0.140	0.323	0.47	0.147	x	-0.2607263			
0.47	-0.25162			0.360	0.145	0.215	0.37	0.155	x	-0.2392297	27.5 x(53)		
27 3/8 x 10 1/2	D	3.58	-0.04	3.440	0.03	3.41	3.517	0.107	46	-0.0177544			
		3.517	-0.04	3.379	0.12	3.26	3.392	0.132	67	-0.0361886			
		3.392	-0.04	3.259	0.12	3.143	3.275	0.132	65	-0.0351018			
		3.275	-0.04	3.147	0.10	3.046	3.174	0.128	64	-0.0313252			
		3.174	-0.04	3.050	0.10	2.949	3.074	0.125	62	-0.032013			
		3.074	-0.04	2.953	0.12	2.838	2.959	0.121	63	-0.0381283			
		2.959	-0.04	2.843	0.13	2.71	2.831	0.121	58	-0.0442214			

		2.831	-0.04	2.720	0.12	2.6	2.717	0.117	55	-0.0411017	
		2.717	-0.04	2.610	0.12	2.494	2.604	0.11	47	-0.0424796	
		2.604	-0.04	2.502	0.12	2.379	2.486	0.107	54	-0.0463737	
		2.486	-0.04	2.389	0.14	2.25	2.364	0.114	54	-0.0503199	
		2.364	-0.04	2.271	0.13	2.14	2.244	0.104	55	-0.0520951	
		2.244	-0.078	2.076	0.16	1.92	2.047	0.127	36	-0.0918847	
		2.047	-0.078	1.893	0.16	1.733	1.843	0.11	55	-0.1049806	
		1.843	-0.078	1.705	0.14	1.56	1.677	0.117	61	-0.0943882	
		1.677	-0.078	1.551	0.13	1.42	1.538	0.118	58	-0.0865236	
		1.538	-0.078	1.423	0.12	1.303	1.4	0.097	43	-0.0940106	
		1.4	-0.078	1.295	0.18	1.118	1.288	0.17	x	-0.0833816	
		1.288	-0.078	1.191	0.11	1.079	1.155	0.076	x	-0.1089903	
		1.155	-0.078	1.068	0.08	0.988	1.09	0.102	50	-0.0579226	
		1.09	-0.078	1.008	0.10	0.907	1.017	0.11	x	-0.0693206	41 x 27.5 x 1.017
20.5 x 27.5	D 分 裂	1.017	-0.13	0.893	0.11	0.786	0.896	0.11	52	-0.126672	
		0.896	-0.13	0.787	0.11	0.676	0.781	0.105	52	-0.1373653	
		0.781	-0.13	0.686	0.12	0.561	0.671	0.11	53	-0.151806	
		0.671	-0.13	0.589	0.07	0.516	0.594	0.078	x	-0.1218898	
		0.594	-0.25	0.463	0.19	0.277	0.44	0.163	81	-0.3001046	
		0.44	-0.2	0.360	0.12	0.24	0.371	0.131	x	-0.1705727	

表2

起始 LxW	锭#-	起始 厚度	每道次 所需真 实应变	所需 后道 次厚 度	轧机 伸展 补偿	轧机 间隙 设置	实际 道次 后厚 度	实际 轧机 伸展	分离 力 (2500 吨的 %)	实际真实应 变/道次	道次后尺 寸 LxW x t
		4.605	-0.0205	4.512	0.120	4.392					
		4.51	-0.0205	4.420	0.125	4.295					
		4.42	-0.0205	4.330	0.130	4.200					
		4.33	-0.0205	4.242	0.110	4.132					
		4.24	-0.0205	4.156	0.110	4.046					
		4.16	-0.0205	4.072	0.110	3.962					
		4.07	-0.0205	3.989	0.110	3.879					
		3.99	-0.0205	3.908	0.110	3.798					
		3.91	-0.0205	3.829	0.110	3.719					
		3.83	-0.0205	3.751	0.110	3.641					
		3.75	-0.0205	3.675	0.110	3.565					
		3.68	-0.0205	3.601	0.110	3.491					
		3.60	-0.0205	3.528	0.110	3.418					
27 5/16 x 10 1/2	C	3.6	-0.04	3.46	0.05	3.41	3.517	0.107	54	-0.0233255	
		3.517	-0.04	3.38	0.12	3.26	3.396	0.136	x	-0.0350101	
		3.396	-0.04	3.26	0.12	3.143	3.275	0.132	64	-0.0362804	

		3.275	-0.04	3.15	0.10	3.046	3.174	0.128	63	-0.0313252	
		3.174	-0.04	3.05	0.10	2.949	3.074	0.125	61	-0.032013	
		3.074	-0.04	2.95	0.12	2.838	2.956	0.118	60	-0.0391426	
		2.956	-0.04	2.84	0.13	2.71	2.831	0.121	61	-0.043207	
		2.831	-0.04	2.72	0.12	2.6	2.722	0.122	48	-0.0392631	
		2.722	-0.04	2.62	0.12	2.494	2.604	0.11	53	-0.0443182	
		2.604	-0.04	2.50	0.12	2.379	2.488	0.109	54	-0.0455695	
		2.488	-0.04	2.39	0.14	2.25	2.364	0.114	55	-0.0511241	
		2.364	-0.04	2.27	0.13	2.14	2.25	0.11	53	-0.0494249	
		2.25	-0.078	2.08	0.16	1.92	2.047	0.127	63	-0.0945549	
		2.047	-0.078	1.89	0.16	1.733	1.848	0.115	56	-0.1022713	
		1.848	-0.078	1.71	0.15	1.56	1.677	0.117	60	-0.0970975	
		1.677	-0.078	1.55	0.13	1.42	1.517	0.097	49	-0.1002718	
		1.517	-0.078	1.40	0.10	1.303	1.4	0.097	52	-0.0802625	
		1.4	-0.078	1.29	0.18	1.118	1.285	0.167	50	-0.0857135	30.75 x 27.5 x 1.285
15 3/8 x 27.5	C-分 梨	1.285	-0.12413	1.135	0.100	1.035	x	x	x	x	
		x	-0.13668	0.990	0.100	0.89	x	x	x	x	
		x	-0.11892	0.879	0.100	0.779	0.91	x	x	x	
		0.91	-0.12851	0.773	0.100	0.673	x	x	x	x	
		x	-0.12819	0.680	0.100	0.58	0.7	0.12	x	x	
		0.7	-0.1285	0.598	0.100	0.498	0.61	0.112	x	-0.1376214	
		0.61	-0.25586	0.463	0.140	0.323	0.47	0.147	x	-0.2607263	
		0.47	-0.25162	0.360	0.145	0.215	0.37	0.155	x	-0.2392297	27.5 x(53)
27 3/8 x 10 1/2	D	3.58	-0.04	3.440	0.03	3.41	3.517	0.107	46	-0.0177544	
		3.517	-0.04	3.379	0.12	3.26	3.392	0.132	67	-0.0361886	
		3.392	-0.04	3.259	0.12	3.143	3.275	0.132	65	-0.0351018	
		3.275	-0.04	3.147	0.10	3.046	3.174	0.128	64	-0.0313252	
		3.174	-0.04	3.050	0.10	2.949	3.074	0.125	62	-0.032013	
		3.074	-0.04	2.953	0.12	2.838	2.959	0.121	63	-0.0381283	
		2.959	-0.04	2.843	0.13	2.71	2.831	0.121	58	-0.0442214	
		2.831	-0.04	2.720	0.12	2.6	2.717	0.117	55	-0.0411017	
		2.717	-0.04	2.610	0.12	2.494	2.604	0.11	47	-0.0424796	
		2.604	-0.04	2.502	0.12	2.379	2.486	0.107	54	-0.0463737	
		2.486	-0.04	2.389	0.14	2.25	2.364	0.114	54	-0.0503199	
		2.364	-0.04	2.271	0.13	2.14	2.244	0.104	55	-0.0520951	
		2.244	-0.078	2.076	0.16	1.92	2.047	0.127	36	-0.0918847	
		2.047	-0.078	1.893	0.16	1.733	1.843	0.11	55	-0.1049806	
		1.843	-0.078	1.705	0.14	1.56	1.677	0.117	61	-0.0943882	
		1.677	-0.078	1.551	0.13	1.42	1.538	0.118	58	-0.0865236	
		1.538	-0.078	1.423	0.12	1.303	1.4	0.097	43	-0.0940106	
		1.4	-0.078	1.295	0.18	1.118	1.288	0.17	x	-0.0833816	

20.5 x 27.5	D 分 裂	1.288	-0.078	1.191	0.11	1.079	1.155	0.076	x	-0.1089903	41 x 27.5 x 1.017
		1.155	-0.078	1.068	0.08	0.988	1.09	0.102	50	-0.0579226	
		1.09	-0.078	1.008	0.10	0.907	1.017	0.11	x	-0.0693206	
		1.017	-0.13	0.893	0.11	0.786	0.896	0.11	52	-0.126672	
		0.896	-0.13	0.787	0.11	0.676	0.781	0.105	52	-0.1373653	
		0.781	-0.13	0.686	0.12	0.561	0.671	0.11	53	-0.151806	
		0.671	-0.13	0.589	0.07	0.516	0.594	0.078	x	-0.1218898	
		0.594	-0.25	0.463	0.19	0.277	0.44	0.163	81	-0.3001046	
0.44	-0.2	0.360	0.12	0.24	0.371	0.131	x	-0.1705727			

表 3a

锭#-	起始 厚度	每道次 所需真 实应变	所需 后道 次厚 度	轧机 伸展 补偿	轧机 间隙 设置	实际 道次 后厚 度	实际 轧机 伸展	分离 力 (2500 吨的 %)	实际真 实应变/ 道次	注释	实际减去 的目标
811B 板坯	4.605	-0.0205	4.512	0.120	4.392	4.520	0.128	64	-1.9%		0.008
	4.51	-0.0205	4.420	0.125	4.295	4.410	0.115	75	-2.5%		-0.010
	4.42	-0.0205	4.330	0.130	4.200	4.362	0.162	74	-1.1%		0.032
	4.33	-0.0205	4.242	0.110	4.132	4.292	0.160	78	-1.6%		0.050
	4.292	-0.0205	4.205	0.165	4.040	4.206	0.166	81	-2.0%	调整计划	0.001
	4.206	-0.0205	4.121	0.165	3.956	4.118	0.162	82	-2.1%		-0.003
	4.118	-0.0205	4.034	0.165	3.869	4.024	0.155	77	-2.3%		-0.010
	4.024	-0.0205	3.942	0.160	3.782	3.937	0.155	78	-2.2%		-0.005
	3.937	-0.0205	3.857	0.160	3.697	3.872	0.175	75	-1.7%		0.015
	3.872	-0.0205	3.793	0.162	3.631	3.780	0.149	73	-2.4%		-0.013
	3.780	-0.0205	3.703	0.161	3.542	3.692	0.150	75	-2.4%		-0.011
	3.692	-0.0205	3.617	0.161	3.456	3.604	0.148	75	-2.4%		-0.013
	3.604	-0.0205	3.531	0.161	3.370	3.485	0.115	58	-3.4%	添加平整 道次	-0.046
	3.485	-0.04	3.348	0.161	3.187	3.334	0.147	80	-4.4%		-0.014
	3.334	-0.04	3.203	0.161	3.042	3.192	0.150	79	-4.4%		-0.011
	3.192	-0.04	3.067	0.161	2.906	3.055	0.149	75	-4.4%	添加平整 道次	-0.012
	2.997	-0.04	2.879	0.161	2.718	2.866	0.148	80	-6.4%	平整后起 始规格	-0.013
	2.866	-0.04	2.754	0.161	2.593	2.740	0.147	79	-4.5%		-0.014
	2.740	-0.04	2.633	0.161	2.472	2.615	0.143	77	-4.7%		-0.018
	2.615	-0.04	2.512	0.161	2.351	2.489	0.138	74	-4.9%	添加平整 道次	-0.023
2.489	-0.04	2.391	0.150	2.241	2.365	0.124	65	-5.1%		-0.026	
2.365	-0.04	2.272	0.150	2.122	2.252	0.130	68	-4.9%		-0.020	
2.252	-0.04	2.164	0.150	2.014	2.143	0.129	70	-5.0%		-0.021	

	2.143	-0.04	2.059	0.140	1.919	2.047	0.128	67	-4.6%		-0.012
	2.047	-0.04	1.967	0.140	1.827	1.952	0.125	65	-4.8%	添加平整 道次	-0.015
	1.952	-0.078	1.806	0.140	1.666	1.800	0.134	65	-8.1%		-0.006
	1.800	-0.078	1.665	0.130	1.535	1.667	0.132	65	-7.7%	添加平整 道次	0.002
	1.667	-0.078	1.542	0.130	1.412	1.537	0.125	61	-8.1%		-0.005
	1.537	-0.078	1.422	0.130	1.292	1.417	0.125	66	-8.1%		-0.005
	1.417	-0.078	1.311	0.130	1.181	1.304	0.123	68	-8.3%	添加平整 道次	-0.007
	1.304	-0.078	1.206	0.125	1.081	1.201	0.120	62	-8.2%		-0.005
	1.201	-0.078	1.111	0.125	0.986	1.104	0.118	61	-8.4%		-0.007
	1.104	-0.078	1.021	0.125	0.896	1.016	0.120	63	-8.3%		-0.005
	1.016	-0.078	0.940	0.120	0.820	0.938	0.118	57	-8.0%		-0.002
分裂 1	0.938	-0.12	0.832	0.100	0.732	0.835	0.103	50	-11.6%	19"宽	0.003
811B1	0.835	-0.12	0.741	0.110	0.631	0.737	0.106	46	-12.5%		-0.004
	0.737	-0.12	0.654	0.110	0.544	0.645	0.101	45	-13.3%		-0.009
	0.645	-0.12	0.572	0.100	0.472	0.569	0.097	42	-12.5%		-0.003
	0.569	-0.12	0.505	0.100	0.405	0.497	0.092	42	-13.5%		-0.008
	0.497	-0.12	0.441	0.090	0.351	0.440	0.089	41	-12.2%		-0.001
	0.440	-0.12	0.390	0.090	0.300	0.386	0.086	37	-13.1%	在此规格 时停止	-0.004

表 3b

分裂 2	0.938	-0.2	0.768	0.100	0.668	0.793	0.125	60	-16.8%		0.025
设置计划 并进行	0.768	-0.2	0.629	0.100	0.529	0.648	0.119	57	-20.2%		0.019
811B2	0.629	-0.2	0.515	0.100	0.415	0.529	0.114	54	-20.3%		0.014
	0.515	-0.2	0.421	0.100	0.321	0.434	0.113	53	-19.8%		0.013
	0.421	-0.2	0.345	0.100	0.245	0.351	0.106	50	-21.2%	.351 to .355	0.006

表 4

锭#-	实际 轧机 设置	实际 厚度	实际 轧机 伸展	分离力(2500 吨的%)	注释
811C 板坯	4.400			60	
	4.300			60	
	4.200			74	
	4.100			76	
	4.000			81	
	3.900			77	
	3.800			80	
	3.700			78	

3.600			74	
3.500			75	
3.400			74	添加平整道次
3.300			54	
3.200			65	
3.100			70	
3.000			70	
2.900			70	添加平整道次
2.800			60	
2.700			66	
2.600			63	
2.500			68	添加平整道次
2.400			60	
2.300	2.425	0.125	63	
2.175			64	
2.050	2.179	0.129		添加平整道次
1.950			55	
1.850	1.970	0.120	59	
1.700	1.835	0.135	71	添加平整道次
1.550				
1.400	1.535	0.135	70	
1.250			66	
1.100	1.235	0.135	70	
0.950	1.092	0.142	75	停止和剪切

锭#-	起始厚度	每道次所需真实应变	所需后道次厚度	轧机伸展补偿	计算轧机间隙设置	实际轧机设置	实际厚度	分离力(2500吨的%)	真实应变
分裂 1	1.092	-0.2	0.894	0.100	0.794	0.794	0.930	0.136	66
811C1	0.894	-0.2	0.732	0.100	0.632	0.632	0.797	0.165	65
	0.732	-0.2	0.599	0.100	0.499	0.499	0.621	0.122	60
	0.599	-0.2	0.491	0.100	0.391	0.391	0.510	0.119	56
	0.491	-0.3	0.363	0.100	0.263	0.263	0.390	0.127	64

表 5

锭#-	起始厚度	每道次所需真实应变	所需后道次厚度	轧机伸展补偿	计算轧机间隙设置	实际轧机设置	实际厚度	分离力(2500吨的%)	真实应变
分裂 1	1.092	-0.2	0.894	0.100	0.794	0.794	0.930	-	66
	0.894	-0.2	0.732	0.100	0.632	0.632	0.797	-	65

0.732	-0.2	0.599	0.100	0.499	0.499	0.621	-	60	-25.0%
0.599	-0.2	0.491	0.100	0.391	0.391	0.510	-	56	-19.7%
0.491	-0.3	0.363	0.100	0.263	0.263	0.390	-	64	-26.8%

每道次的赤字	-22.5%	-22.2%	-21.8%	-20.0%	-20.0%	-20.0%	-20.0%	-20.0%	-20.0%	-20.0%	-20.0%
每道次的赤字	-22.5%	-22.2%	-21.8%	-20.0%	-20.0%	-20.0%	-20.0%	-20.0%	-20.0%	-20.0%	-20.0%
每道次的赤字	-22.5%	-22.2%	-21.8%	-20.0%	-20.0%	-20.0%	-20.0%	-20.0%	-20.0%	-20.0%	-20.0%
每道次的赤字	-22.5%	-22.2%	-21.8%	-20.0%	-20.0%	-20.0%	-20.0%	-20.0%	-20.0%	-20.0%	-20.0%
每道次的赤字	-22.5%	-22.2%	-21.8%	-20.0%	-20.0%	-20.0%	-20.0%	-20.0%	-20.0%	-20.0%	-20.0%
厚度	1.120	1.100	1.080	1.060	1.040	1.020	1.000	0.980	0.960	0.940	0.920
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A
轧机间隙 1	0.894	0.881	0.868	0.868	0.851	0.835	0.819	0.802	0.786	0.770	0.753
轧机间隙 2	0.714	0.706	0.698	0.711	0.697	0.684	0.670	0.657	0.644	0.630	0.617
轧机间隙 3	0.570	0.566	0.561	0.582	0.571	0.560	0.549	0.538	0.527	0.516	0.505
轧机间隙 4	0.455	0.453	0.451	0.476	0.467	0.458	0.449	0.440	0.431	0.422	0.413
轧机间隙 5	0.363	0.363	0.363	0.390	0.383	0.375	0.368	0.361	0.353	0.346	0.338

表6
板宽展轧制的典型轧制设置

轧制方向	
宽展	轧制设置
1	4.5
2	4.4
3	4.3
4	4.2
5	4.1
6	4
7	3.9
8	3.8
9	3.7
10	3.6
11	3.5
12	3.4
13	3

14	3.2
15	3.1
16	3
17	2.9
18	2.8
19	2.7
20	2.6
21	2.5
22	2.4
23	2.3
24	2.2
25	2.1
26	2
27	1.9
28	1.8
29	1.7
30	1.65
31	1.51
32	1.36
33	1.23
34	1.1
35	0.97
36	0.84

表7

226163C1

道次	起始尺寸	真实应变	预计结束尺寸	压下量	预计力	实际分离力	轧机伸展	轧机间隙.950	实际轧机伸展	测量的道次后厚度	实际真实应变
1	0.870	-24.00%	0.684	0.186	63	45	0.129	0.555	0.100	0.655	0.28
2	0.684	-22.00%	0.549	0.135	48	37	0.105	0.445	0.083	0.528	0.22
3	0.549	-24.00%	0.432	0.117	45	nd	0.099	0.334	0.082	0.416	0.24
4	0.432	-20.00%	0.354	0.078	34	32	0.081	0.273	0.070	0.343	0.19
5	0.354	-22.00%	0.284	0.070	33		0.080	0.204	0.079	0.283	0.19

操作者错误(进行第4道次两遍)

226163C2

道次	起始尺寸	真实应变	预计结束尺寸	压下量	预计力	实际分离力	轧机伸展	轧机间隙.950	实际轧机伸展	测量的道次后厚度	实际真实应变
1	0.855	-20.00%	0.700	0.155	53	46	0.112	0.588	0.098	0.686	0.22
2	0.700	-20.00%	0.573	0.127	45	40	0.100	0.473	0.082	0.555	0.21
3	0.573	-24.00%	0.451	0.122	46	41	0.101	0.349	0.087	0.436	0.24
4	0.451	-24.00%	0.355	0.096	40	38	0.091	0.264	0.081	0.345	0.23

						22		0.264	0.051	0.315	0.09
5	0.355	-25.00%	0.276	0.078	36	23	0.085	0.191	0.088	0.279	0.12
226163C1 这推荐用于制造 12 英寸盘的 0.250 板											
道次	起始尺寸	真实应变	预计结束尺寸	压下量	预计力	实际分离力	轧机伸展	轧机间隙.950	实际轧机伸展	测量的道次后厚度	实际真实应变
1	0.855	-20.00%	0.700	0.155	53	50	0.112	0.588	0.102	0.69	0.21
2	0.700	-20.00%	0.573	0.127	45	40	0.100	0.473	0.086	0.559	0.21
3	0.573	-24.00%	0.451	0.122	46		0.101	0.349	0.094	0.443	0.23
4	0.451	-24.00%	0.355	0.096	40	40	0.091	0.264	0.076	0.34	0.26
5	0.355	-25.00%	0.276	0.078	36	40	0.085	0.191	0.083	0.274	0.22
									板对板	0.009	

表 8

226163A1

道次	起始尺寸	所需真实应变	预计结束尺寸	压下量	预计力	实际分离力	预计轧机伸展	轧机设置	实际轧机伸展	测量的道次后厚度	实际真实应变
1	0.951	-21.00%	0.771	0.180	58		0.121	0.650	0.092	0.742	0.25
2	0.771	-23.00%	0.612	0.158	53	43	0.113	0.500	0.089	0.589	0.23
3	0.612	-23.00%	0.487	0.126	45	39	0.099	0.387	0.083	0.470	0.23

226163A2

道次	起始尺寸	所需真实应变	预计结束尺寸	压下量	预计力	实际分离力	预计轧机伸展	轧机设置	实际轧机伸展	测量的道次后厚度	实际真实应变
1	0.941	-21.00%	0.763	0.178	58	42	0.120	0.643	0.099	0.742	0.24
2	0.763	-23.00%	0.606	0.157	53	40	0.112	0.494	0.089	0.583	0.24
3	0.606	-23.00%	0.482	0.125	45	38	0.099	0.383	0.082	0.465	0.23

226163A3

道次	起始尺寸	所需真实应变	预计结束尺寸	压下量	预计力	实际分离力	预计轧机伸展		实际轧机伸展	测量的道次后厚度	实际真实应变
1	0.941	-21.00%	0.763	0.178	58	45	0.120	0.643	0.099	0.742	0.24
2	0.763	-23.00%	0.606	0.157	53	43	0.112	0.494	0.092	0.586	0.24
3	0.606	-22.00%	0.486	0.120	43	37	0.096	0.390	0.079	0.469	0.22

223437A1

道次	起始尺寸	-22.00%	预计结束尺寸	压下量	预计力	实际分离力	预计轧机伸展	轧机设置	实际轧机伸展	测量的道次后厚度	实际真实应变
1	0.898	-21.00%	0.728	0.170	55	45	0.115	0.613	0.108	0.721	0.22
2	0.728	-23.00%	0.578	0.150	50	46	0.108	0.470	0.101	0.571	0.23
3	0.578	-21.00%	0.469	0.110	40	42	0.091	0.378	0.083	0.461	0.21
223437A2											
道次	起始尺寸	-22.00%	预计结束尺寸	压下量	预计力	实际分离力	预计轧机伸展	轧机设置	实际轧机伸展	测量的道次后厚度	实际真实应变
1	0.898	-21.00%	0.728	0.170	55	50	0.115	0.613	0.107	0.72	0.22
2	0.728	-23.00%	0.578	0.150	50	47	0.108	0.470	0.097	0.567	0.24
3	0.578	-19.00%	0.478	0.100	37	40	0.086	0.393	0.081	0.474	0.18
223437A3											
道次	起始尺寸	-22.00%	预计结束尺寸	压下量	预计力	实际分离力	预计轧机伸展	轧机设置	实际轧机伸展	测量的道次后厚度	实际真实应变
1	0.898	-21.00%	0.728	0.170	55	51	0.115	0.613	0.107	0.72	0.22
2	0.728	-23.00%	0.578	0.150	50	48	0.108	0.470	0.104	0.574	0.23
3	0.578	-19.00%	0.478	0.100	37	40	0.086	0.393	0.089	0.482	0.17
										板对板 - 163	0.005
										板对板- 437	0.021
										板坯对板坯	

表9

223437B1

道次	起始尺寸	真实应变	预计结束尺寸	压下量	预计力 (2500吨的%)	实际分离力	轧机伸展	轧机间隙设置.950	实际轧机伸展	测量的道次后厚度	实际真实应变
1	0.951	-22.00%	0.763	0.188	84	73	0.162	0.601	0.147	0.748	0.24
2	0.763	-22.00%	0.612	0.151	70	64	0.140	0.472	0.130	0.602	0.22
3	0.612	-22.00%	0.492	0.121	60	59	0.124	0.368	0.119	0.487	0.21
4	0.492	-22.00%	0.394	0.097	52	57	0.111	0.283	0.115	0.398	0.20
5	0.394	-22.00%	0.317	0.078	47	55	0.103	0.214	0.114	0.328	0.19

223437B2

道次	起始尺寸	真实应变	预计结束尺寸	压下量	预计力 (2500吨的%)	实际分离力	轧机伸展	轧机间隙设置.950	实际轧机伸展	测量的道次后厚度	实际真实应变
1	0.947	-22.00%	0.760	0.187	83	75	0.162	0.598	0.142	0.74	0.25
2	0.760	-22.00%	0.610	0.150	70	65	0.140	0.470	0.132	0.602	0.21
3	0.610	-22.00%	0.489	0.120	60	59	0.123	0.366	0.117	0.483	0.22
4	0.489	-22.00%	0.393	0.097	52	56	0.111	0.282	0.118	0.4	0.19
5	0.393	-23.00%	0.312	0.081	48	55	0.105	0.207	0.117	0.324	0.21
226163B1											
道次	起始尺寸	真实应变	预计结束尺寸	压下量	预计力	实际分离力	轧机伸展	轧机间隙设置.950	实际轧机伸展	测量的道次后厚度	实际真实应变
1	0.857	-20.00%	0.702	0.155	55	46	0.115	0.587	0.098	0.685	0.22
2	0.702	-25.00%	0.546	0.155	57	48	0.119	0.428	0.104	0.532	0.25
3	0.546	-26.00%	0.421	0.125	49	44	0.106	0.316	0.095	0.411	0.26
4	0.421	-27.00%	0.322	0.100	42	43	0.095	0.227	0.093	0.320	0.25
226163B2											
道次	起始尺寸	真实应变	预计结束尺寸	压下量	预计力	实际分离力	轧机伸展	轧机间隙设置.950	实际轧机伸展	测量的道次后厚度	实际真实应变
1	0.857	-20.00%	0.702	0.155	55	50	0.115	0.587	0.103	0.69	0.22
2	0.702	-20.00%	0.574	0.127	47	43	0.103	0.472	0.091	0.563	0.20
3	0.574	-24.00%	0.452	0.123	48	45	0.104	0.348	0.096	0.444	0.24
4	0.452	-26.00%	0.348	0.103	44	44	0.097	0.251	0.094	0.345	0.25
额外								0.251		0.310	0.11
226163B3											
道次	起始尺寸	真实应变	预计结束尺寸	压下量	预计力	实际分离力	轧机伸展	轧机间隙设置.950	实际轧机伸展	测量的道次后厚度	实际真实应变
1	0.857	-20.00%	0.702	0.155	55	50	0.115	0.587	0.098	0.685	0.22
2	0.702	-25.00%	0.546	0.155	57	50	0.119	0.428	0.103	0.531	0.25
3	0.546	-26.00%	0.421	0.125	49	48	0.106	0.316	0.096	0.412	0.25
4	0.421	-27.00%	0.322	0.100	42		0.095	0.227	0.095	0.322	0.25
								板对板 - 163		0.012	
								板对板-437		0.008	
								板坯对板坯		0.018	

表 10

道次	起始尺寸	所需真实应变	预计结束尺寸	压下量	预计力	实际分离力	预计轧机伸展	轧机设置	实际轧机伸展	测量的道次后厚度	实际真实应变
1	0.951	-21.00%	0.771	0.180	58		0.121	0.650	0.092	0.742	0.25
2	0.771	-23.00%	0.612	0.158	53	43	0.113	0.500	0.089	0.589	0.23
3	0.612	-23.00%	0.487	0.126	45	39	0.099	0.387	0.083	0.47	0.23

表 11

道次	起始尺寸	所需真实应变	预计结束尺寸	压下量	预计力	实际分离力	预计轧机伸展	轧机设置	实际轧机伸展	测量的道次后厚度	实际真实应变
1	0.951	-21.00%	0.771	0.180	58		0.121	0.650	0.092	0.742	0.25
2	0.771	-23.00%	0.612	0.158	53	43	0.113	0.500	0.089	0.589	0.23
3	0.612	-23.00%	0.487	0.126	45	39	0.099	0.387	0.083	0.47	0.23

表 12

道次	起始尺寸	所需真实应变	预计结束尺寸	压下量	预计力	实际分离力	预计轧机伸展	轧机设置	实际轧机伸展	测量的道次后厚度	实际真实应变
1	0.941	-21.00%	0.763	0.178	58	42	0.120	0.643	0.099	0.742	0.24
2	0.763	-23.00%	0.606	0.157	53	40	0.112	0.494	0.089	0.583	0.24
3	0.606	-23.00%	0.482	0.125	45	38	0.099	0.383	0.082	0.465	0.23

表 13

道次	起始尺寸	所需真实应变	预计结束尺寸	压下量	预计力	实际分离力	预计轧机伸展		实际轧机伸展	测量的道次后厚度	实际真实应变
1	0.941	-21.00%	0.763	0.178	58	45	0.120	0.643	0.099	0.742	0.24
2	0.763	-23.00%	0.606	0.157	53	43	0.112	0.494	0.092	0.586	0.24
3	0.606	-22.00%	0.486	0.120	43	37	0.096	0.390	0.079	0.469	0.22

表 14

道次	起始尺寸	所需真实应变	预计结束尺寸	压下量	预计力	实际分离力	预计轧机伸展	轧机设置	实际轧机伸展	测量的道次后厚度	实际真实应变
		-22.00%									

1	0.898	-21.00%	0.728	0.170	55	45	0.115	0.613	0.108	0.721	0.22
2	0.728	-23.00%	0.578	0.150	50	46	0.108	0.470	0.101	0.571	0.23
3	0.578	-21.00%	0.469	0.110	40	42	0.091	0.378	0.083	0.461	0.21

表 15

道次	起始尺寸	-22.00%	预计结束尺寸	压下量	预计力	实际分离力	预计轧机伸展	轧机设置	实际轧机伸展	测量的道次后厚度	实际真实应变
1	0.898	-21.00%	0.728	0.170	55	50	0.115	0.613	0.107	0.72	0.22
2	0.728	-23.00%	0.578	0.150	50	47	0.108	0.470	0.097	0.567	0.24
3	0.578	-19.00%	0.478	0.100	37	40	0.086	0.393	0.081	0.474	0.18

表 16

在最后道次之前用水冷却

道次	起始尺寸	-22.00%	预计结束尺寸	压下量	预计力	实际分离力	预计轧机伸展	轧机设置	实际轧机伸展	测量的道次后厚度	实际真实应变
1	0.898	-21.00%	0.728	0.170	55	51	0.115	0.613	0.107	0.72	0.22
2	0.728	-23.00%	0.578	0.150	50	48	0.108	0.470	0.104	0.574	0.23
3	0.578	-19.00%	0.478	0.100	37	40	0.086	0.393	0.089	0.482	0.17

表 17

道次	起始尺寸	真实应变	预计结束尺寸	压下量	预计力 (2500吨的%)	实际分离力	轧机伸展	轧机间隙设置.950	实际轧机伸展	测量的道次后厚度	实际真实应变
1	0.951	-22.00%	0.763	0.188	84	73	0.162	0.601	0.147	0.748	0.24
2	0.763	-22.00%	0.612	0.151	70	64	0.140	0.472	0.130	0.602	0.22
3	0.612	-22.00%	0.492	0.121	60	59	0.124	0.368	0.119	0.487	0.21
4	0.492	-22.00%	0.394	0.097	52	57	0.111	0.283	0.115	0.398	0.20
5	0.394	-22.00%	0.317	0.078	47	55	0.103	0.214	0.114	0.328	0.19

表 18

道次	起始尺寸	真实应变	预计结束尺寸	压下量	预计力 (2500吨的%)	实际分离力	轧机伸展	轧机间隙设置.950	实际轧机伸展	测量的道次后厚度	实际真实应变
----	------	------	--------	-----	------------------	-------	------	------------	--------	----------	--------

1	0.947	-22.00%	0.760	0.187	83	75	0.162	0.598	0.142	0.74	0.25
2	0.760	-22.00%	0.610	0.150	70	65	0.140	0.470	0.132	0.602	0.21
3	0.610	-22.00%	0.489	0.120	60	59	0.123	0.366	0.117	0.483	0.22
4	0.489	-22.00%	0.393	0.097	52	56	0.111	0.282	0.118	0.4	0.19
5	0.393	-23.00%	0.312	0.081	48	55	0.105	0.207	0.117	0.324	0.21

表 19

道次	起始尺寸	真实应变	预计结束尺寸	压下量	预计力	实际分离力	轧机伸展	轧机间隙设置.950	实际轧机伸展	测量的道次后厚度	实际真实应变
1	0.857	-20.00%	0.702	0.155	55	46	0.115	0.587	0.098	0.685	0.22
2	0.702	-25.00%	0.546	0.155	57	48	0.119	0.428	0.104	0.532	0.25
3	0.546	-26.00%	0.421	0.125	49	44	0.106	0.316	0.095	0.411	0.26
4	0.421	-27.00%	0.322	0.100	42	43	0.095	0.227	0.093	0.32	0.25

表 20

在确定制度的同时采用额外的道次

道次	起始尺寸	真实应变	预计结束尺寸	压下量	预计力	实际分离力	轧机伸展	轧机间隙设置.950	实际轧机伸展	测量的道次后厚度	实际真实应变
1	0.857	-20.00%	0.702	0.155	55	50	0.115	0.587	0.103	0.69	0.22
2	0.702	-20.00%	0.574	0.127	47	43	0.103	0.472	0.091	0.563	0.20
3	0.574	-24.00%	0.452	0.123	48	45	0.104	0.348	0.096	0.444	0.24
4	0.452	-26.00%	0.348	0.103	44	44	0.097	0.251	0.094	0.345	0.25
额外								0.251		0.31	0.11

表 21

道次	起始尺寸	真实应变	预计结束尺寸	压下量	预计力	实际分离力	轧机伸展	轧机间隙设置.950	实际轧机伸展	测量的道次后厚度	实际真实应变
1	0.857	-20.00%	0.702	0.155	55	50	0.115	0.587	0.098	0.685	0.22
2	0.702	-25.00%	0.546	0.155	57	50	0.119	0.428	0.103	0.531	0.25
3	0.546	-26.00%	0.421	0.125	49	48	0.106	0.316	0.096	0.412	0.25
4	0.421	-27.00%	0.322	0.100	42		0.095	0.227	0.095	0.322	0.25

表 22

道次	起始尺寸	真实应变	预计结束尺寸	压下量	预计力	实际分离力	轧机伸展	轧机间隙设置.950	实际轧机伸展	测量的道次后厚度	实际真实应变
1	0.870	-24.00%	0.684	0.186	63	45	0.129	0.555	0.100	0.655	0.28
2	0.684	-22.00%	0.549	0.135	48	37	0.105	0.445	0.083	0.528	0.22
3	0.549	-24.00%	0.432	0.117	45	nd	0.099	0.334	0.082	0.416	0.24
4	0.432	-20.00%	0.354	0.078	34	32	0.081	0.273	0.070	0.343	0.19
5	0.354	-22.00%	0.284	0.070	33		0.080	0.204	0.079	0.283	0.19

表 23

进行第 4 道次两遍

道次	起始尺寸	真实应变	预计结束尺寸	压下量	预计力	实际分离力	轧机伸展	轧机间隙设置.950	实际轧机伸展	测量的道次后厚度	实际真实应变
1	0.855	-20.00%	0.700	0.155	53	46	0.112	0.588	0.098	0.686	0.22
2	0.700	-20.00%	0.573	0.127	45	40	0.100	0.473	0.082	0.555	0.21
3	0.573	-24.00%	0.451	0.122	46	41	0.101	0.349	0.087	0.436	0.24
4	0.451	-24.00%	0.355	0.096	40	38	0.091	0.264	0.081	0.345	0.23
						22		0.264	0.051	0.315	0.09
5	0.355	-25.00%	0.276	0.078	36	23	0.085	0.191	0.088	0.279	0.12

表 24

这推荐用于制造 12 英寸盘的 0.250 板

道次	起始尺寸	真实应变	预计结束尺寸	压下量	预计力	实际分离力	轧机伸展	轧机间隙设置.950	实际轧机伸展	测量的道次后厚度	实际真实应变
1	0.855	-20.00%	0.700	0.155	53	50	0.112	0.588	0.102	0.69	0.21
2	0.700	-20.00%	0.573	0.127	45	40	0.100	0.473	0.086	0.559	0.21
3	0.573	-24.00%	0.451	0.122	46		0.101	0.349	0.094	0.443	0.23
4	0.451	-24.00%	0.355	0.096	40	40	0.091	0.264	0.076	0.34	0.26
5	0.355	-25.00%	0.276	0.078	36	40	0.085	0.191	0.083	0.274	0.22

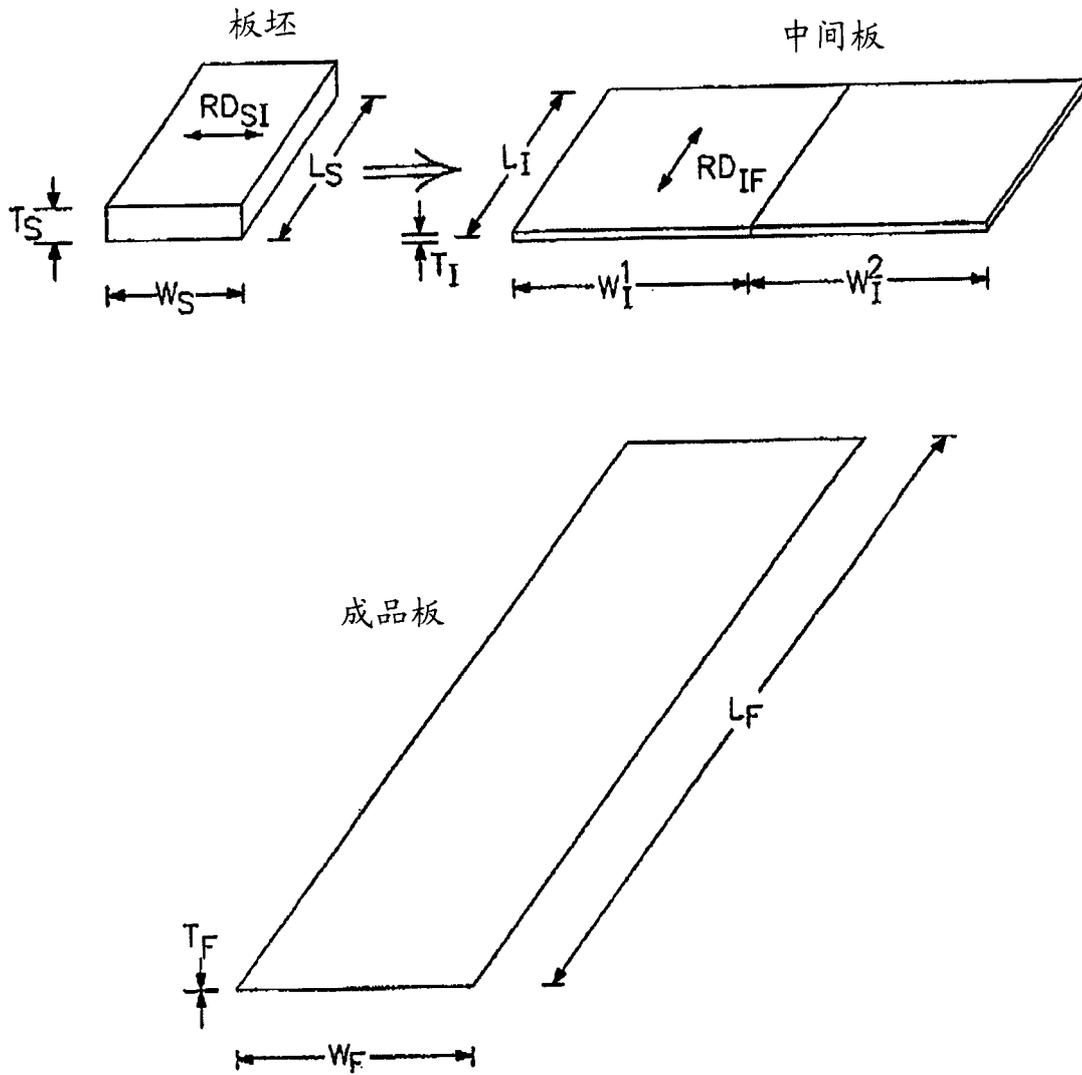


图 1

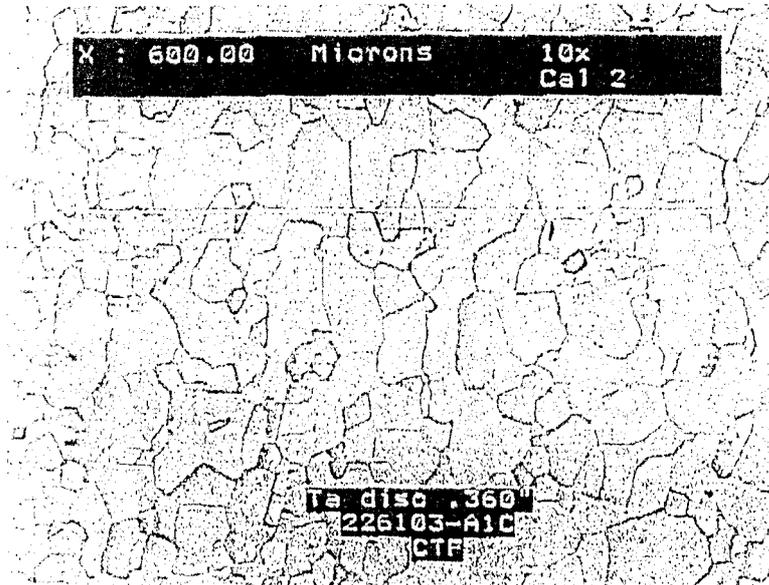


图 2a

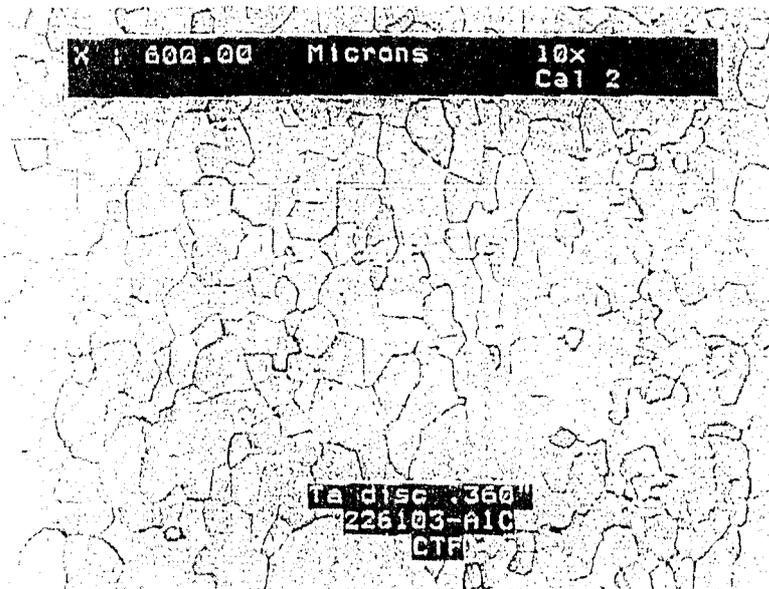


图 2b

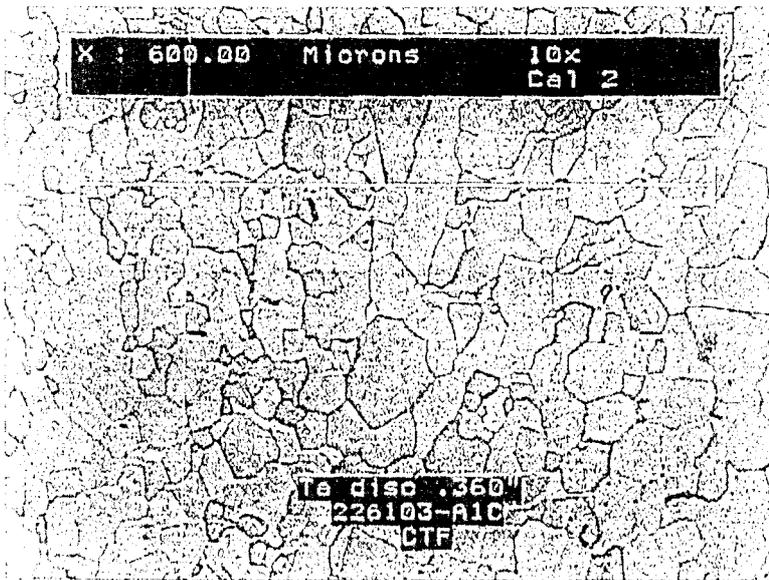


图 2c

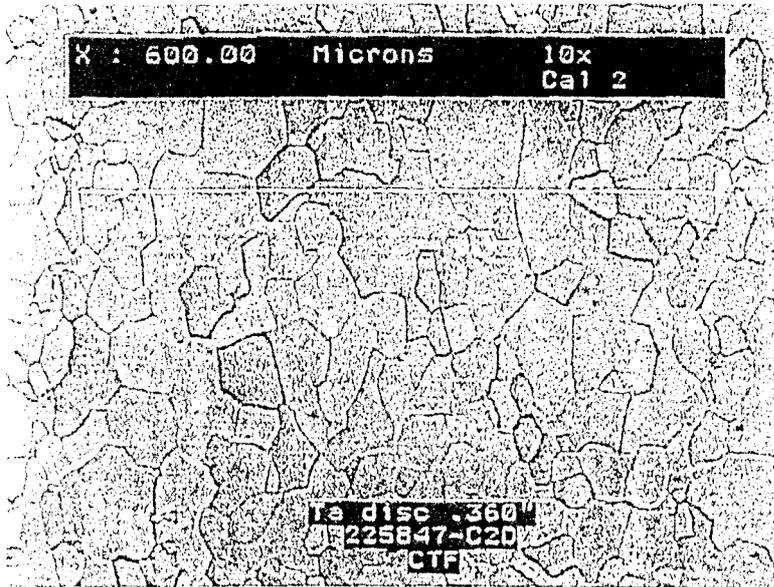


图 2d

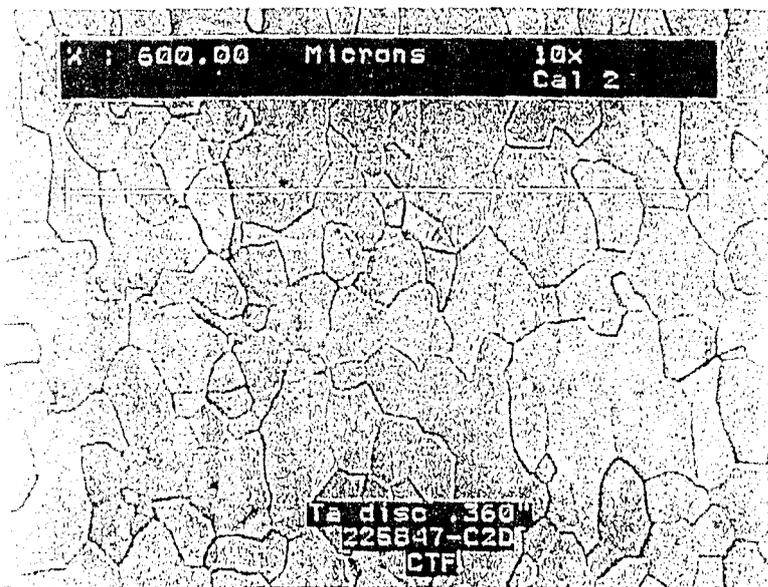


图 2e

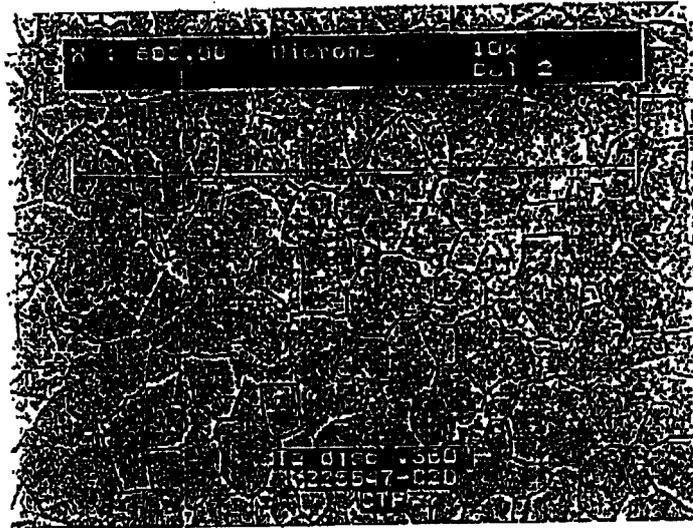


图 2f

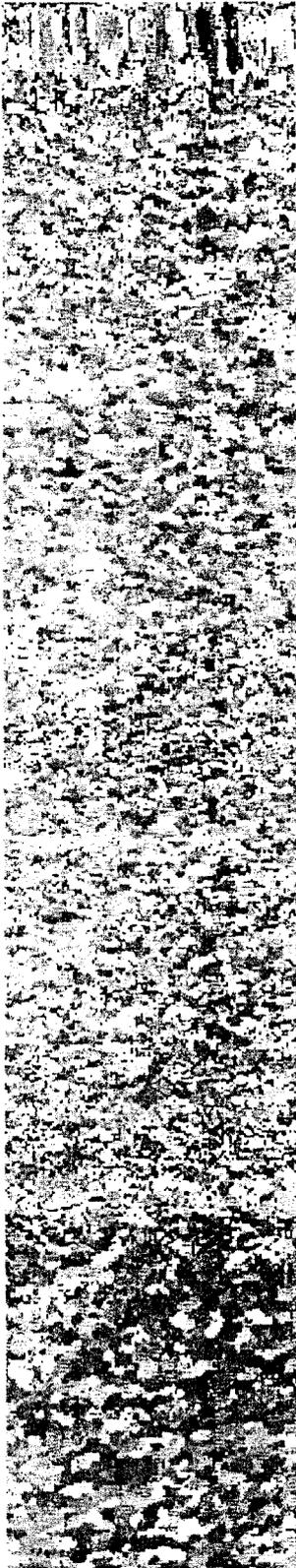


图 3a



250.0 μ

图 3b

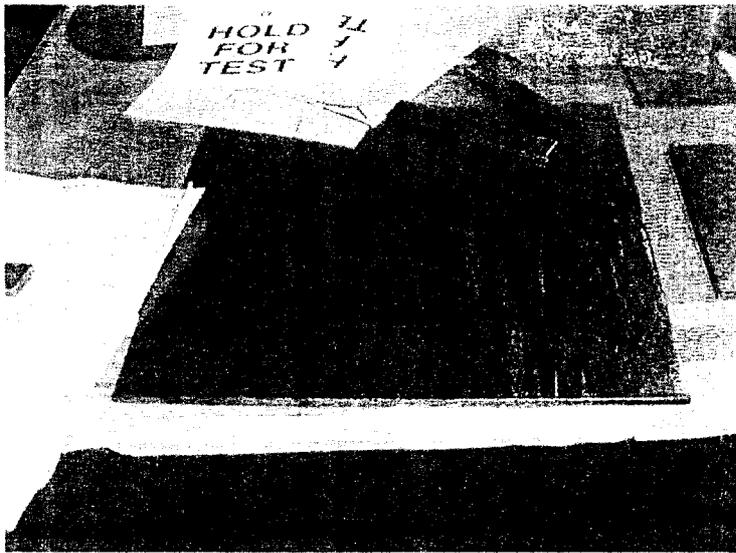


图 4

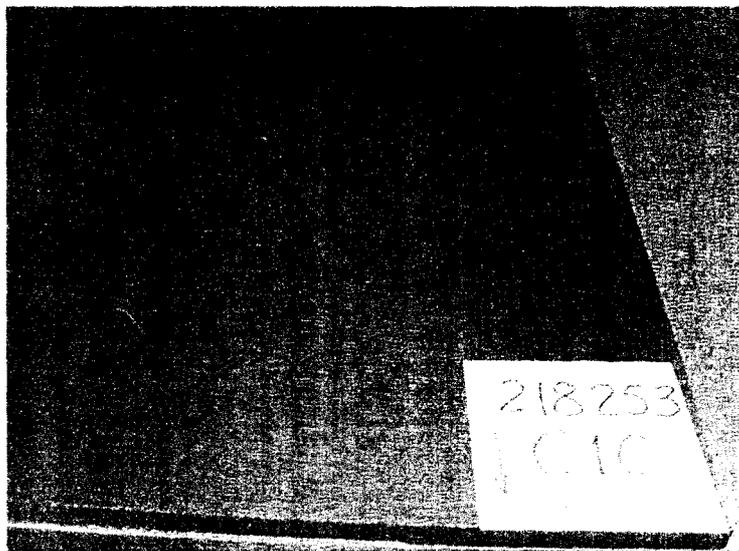


图 5