



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 112210695 A

(43) 申请公布日 2021.01.12

(21) 申请号 202010939908.4

(22) 申请日 2020.09.09

(71) 申请人 宁波精达五金制造有限公司

地址 315111 浙江省宁波市鄞州区五乡镇  
工业园区精达路157号

(72) 发明人 张建国

(74) 专利代理机构 宁波市鄞州盛飞专利代理事

务所(特殊普通合伙) 33243

代理人 邢丽艳 王玲华

(51) Int. Cl.

G22C 21/00 (2006.01)

G22C 1/02 (2006.01)

G23C 14/06 (2006.01)

G23C 14/34 (2006.01)

F42B 12/78 (2006.01)

权利要求书1页 说明书4页

(54) 发明名称

一种可降解子弹弹壳及其制备方法

(57) 摘要

本发明涉及一种可降解子弹弹壳及其制备方法,属于子弹制造领域。本发明通过对铝合金的成分调整,大大提高发射完毕后弹壳的降解速率,减少了弹壳回收所需的人力,对环境起到很好的保护作用;利用喷射法均匀细化了铝合金的组织,而且含氧量低、污染程度小,从而使弹壳力学性能更加优异。而且在铝合金弹壳表面添加一层TiN层,不仅解决了传统铜制钢制弹壳高重量问题,还提高了子弹弹壳性能和稳定性。通过钝化处理保证了TiN层的高硬度、高化学稳定性等物理性能。

1. 一种可降解子弹弹壳,其特征在于,弹壳成分及其质量百分比为:Cu:2.0-3.0%、Sn:8-10%、Ga:2.0-4.0%、Pb:2-4%、In:1.0-1.5%、Mn:0.5-1.0%、Cr:0.02-0.03%、Ti:0.01-0.02%、Mg:2.0-3.0%、Zr:0.02-0.04%,余量为Al及不可避免的微量元素。

2. 根据权利要求1所述的一种可降解子弹弹壳,其特征在于,所述子弹弹壳表面还包括TiN保护膜。

3. 根据权利要求2所述的一种可降解子弹弹壳,其特征在于,所述TiN保护层的厚度为300-600 $\mu\text{m}$ 。

4. 一种如权利要求1所述的可降解子弹弹壳的制备方法,其特征在于,所述制备方法包括如下步骤:

(1) 按权利要求1所述的弹壳成分配料,并熔融成合金液;

(2) 将合金液喷射成型并凝固得铝合金弹壳坯;

(3) 对铝合金壳坯进行挤压、切割,然后用铝合金切削液冲洗,再通过7-10次冲压,得铝合金弹壳;

(4) 对铝合金弹壳进行镀膜,得可降解子弹弹壳成品。

5. 根据权利要求4所述的一种可降解子弹弹壳的制备方法,其特征在于,所述镀膜前还需要对弹壳进行预处理,预处理为超声波水洗、热水洗、冷水洗、酒精脱水中的两种或两种以上。

6. 根据权利要求4所述的一种可降解子弹弹壳的制备方法,其特征在于,所述镀膜过程为将铝合金弹壳装入溅镀机中氩气轰击6-10min;其中溅镀机阴极材料为纯度99%的Ti。

7. 根据权利要求6所述的一种可降解子弹弹壳的制备方法,其特征在于,溅镀机偏电压为170-180V、偏压占空比50-55%、电源电流80-85A、氮气流量40-45SCCM。

8. 根据权利要求4所述的一种可降解子弹弹壳的制备方法,其特征在于,所述镀膜后还需对弹壳进行钝化处理。

9. 根据权利要求8所述的一种可降解子弹弹壳的制备方法,其特征在于,所述钝化处理为弹壳镀膜完成后立即充入氮气3-5min,待温度降至25-100 $^{\circ}\text{C}$ 时,再充空气。

10. 根据权利要求8所述的一种可降解子弹弹壳的制备方法,其特征在于,所述钝化处理为弹壳镀膜完成后立即进行氮离子辉光放电。

## 一种可降解子弹弹壳及其制备方法

### 发明领域

[0001] 本发明涉及一种可降解子弹弹壳及其制备方法,属于子弹制造领域。

### 背景技术

[0002] 子弹由弹壳、底火、发射药、弹头四部分组成,传统的弹壳材料中,铜是最理想的弹壳材料,具有延展性好,对枪械磨损小,不易卡壳等优点。由于我国的铜资源极度缺乏,很多地方由钢弹壳代替铜弹壳,钢弹壳虽然整体性能不如铜弹壳,但是具有良好的低温韧性,抗失效性能等优点。

[0003] 目前训练产生的大量弹壳,不管是铜制还是钢制,在自然环境中需要非常长的时间才能够降解,所以都会造成严重的环境污染。而且,子弹打完后剩下的弹壳中会有少量火药和铅的残留,火药中含硫,而硫和铅都会对环境造成极大的危害,不仅会对水源、土地、空气造成严重的污染,而且会给人类和植物的生存带来极其严重的后果,甚至危及到人类的生命安全。所以子弹打完后,剩余的弹壳如果不进行回收处理,后果不堪设想。但是弹壳回收又需要大量的人力,而且即便进行回收,大量弹壳在回收过程中难免发生遗漏现象,依然存在污染环境的隐患。

[0004] 中国发明专利(公开号:109158604A)公开了一种铝合金弹壳制造方法及弹壳,其以Cu、Mg、Mn为主要合金成分通过3D喷射技术使得制备的铝合金弹壳具有强度高、硬度大等特点,且韧性和抗腐蚀能力得到提高,虽然实现了将弹壳轻质化,但是随着其整体抗腐蚀性能的提高,在自然环境中仍需要非常长的时间才能够降解,所以依然会造成严重的环境污染。

### 发明内容

[0005] 针对上述弹壳存在的现有问题,本发明提供一种降解速度快,对环境污染小的可降解子弹弹壳及其制备方法。

[0006] 本发明的目的通过如下技术方案来实现:一种可降解子弹弹壳,其化学成分质量百分比为:Cu:2.0-3.0%、Sn:8-10%、Ga:2.0-4.0%、Pb:2-4%、In:1.0-1.5%、Mn:0.5-1.0%、Cr:0.02-0.03%、Ti:0.01-0.02%、Mg:2.0-3.0%、Zr:0.02-0.04%,余量为Al及不可避免的微量元素。

[0007] 本发明以铝合金作为子弹弹壳,因为铝合金具有重量轻、比强度高、易加工等优点,这种轻量化的铝合金弹壳可以替代传统较重的铜制、钢制弹壳。通过在铝基中添加高含量的8-10%的Sn,在氧化膜中产生一定空隙,该空隙能有效降低氧化膜的电阻值,破坏氧化膜的致密性,大大降低氧化膜的电阻值,从而增加铝基体的表面活性。Ga在铝基体中主要以固溶态存在,其在60-100℃时能与Pb形成低熔点共熔物,该共融物可以很大程度破坏铝基表面的钝化膜,进而促进可降解铝合金子弹弹壳的活化降解。In的加入主要是因为铝合金在降解过程中,以离子的形式通过降解-再沉积的方式提高铝基体的降解活性。子弹发射时,由撞针撞击底火引燃弹壳中的发射药,发射药被引燃后迅速膨胀产生巨大的压力将弹头推

离弹壳并在枪管中运动,最后空弹壳撞击退壳挺后被抛出。此时弹壳温度很高,能够对本发明可降解铝合金弹壳起到很好的促降解作用。

[0008] 在上述一种可降解的子弹弹壳中,所述子弹弹壳表面还包括TiN保护膜。TiN薄膜具有高熔点、高硬度、高化学稳定性及优良的导热性等优点,将其与铝合金结合在一起,可以有效地保护铝合金,提高弹壳整体物理性能,TiN的耐磨性特别是其低的黏着倾向,不仅可以减小子弹的阻力,还能够还能提高子弹的穿透能力。加上铝合金本身为轻型结构金属,可以大幅度降低弹壳重量,使得本发明的子弹弹壳同时保证了强度和轻质化的特点。

[0009] 在上述一种可降解的子弹弹壳中,所述TiN保护层的厚度为300-600nm。

[0010] 一种如上所述的可降解子弹弹壳的制备方法,所述制备方法包括如下步骤:

[0011] (1) 按上述弹壳成分配料,并熔融成合金液;

[0012] (2) 将合金液喷射成型,并凝固得铝合金弹壳坯;

[0013] (3) 对铝合金壳坯进行挤压后、切割,然后用铝合金切削液冲洗,再通过7-10次冲压,得铝合金弹壳;

[0014] (4) 对铝合金弹壳进行镀膜,得可降解子弹弹壳成品。

[0015] 在上述一种可降解子弹弹壳的制备方法中,所述镀膜前还需要对弹壳进行预处理,预处理为超声波水洗、热水洗、冷水洗、酒精脱水中的两种或两种以上。为了保证镀膜的质量,镀膜前必须保证弹壳表面无油污、水迹、污垢。

[0016] 在上述一种可降解子弹弹壳的制备方法中,所述镀膜过程为将铝合金弹壳装入溅镀机中氩气轰击6-10min;其中溅镀机阴极靶材料为纯度99%的Ti。

[0017] 在上述一种可降解子弹弹壳的制备方法中,溅镀机偏电压为170-180V、偏压占空比50-55%、电源电流80-85A、氮气流量40-45SCCM。

[0018] 氩气和氮气进入真空室中,被电子轰击电离形成离子。其中氩离子轰击靶面,溅射出钛原子,其中部分氮离子与溅射出的钛原子形成TiN沉积在基片上,失去能量的氩气和氮气被抽出,所以为了维持真空室内的压强,需要不断输送氩气和氮气。

[0019] 在上述一种可降解子弹弹壳的制备方法中,所述镀膜后还需对弹壳进行钝化处理。

[0020] 在上述一种可降解子弹弹壳的制备方法中,所述钝化处理为弹壳镀膜完成后立即充入氮气3-5min,待温度降至80-100℃时,再充空气。弹壳刚镀完膜时,膜温度较高,还处于一种活跃状态,如果直接与空气接触,会使得膜发生颜色变化。充氮气保护的同时并且降温处理,可以对刚镀完的膜起到很好的保护作用,并且可以保护靶面不受污染。

[0021] 在上述一种可降解子弹弹壳的制备方法中,所述钝化处理为弹壳镀膜完成后立即进行氮离子辉光放电。辉光放电后,可以把镀膜过程中没有完全反应的钛金属成分更加饱和,形成充分反应的TiN保护膜,提高了TiN保护膜和铝合金弹壳的结合强度。主要是辉光放电可以提高镀料原子在膜层表面的迁移率,如果离子能量过高会使基片温度升高,使镀料原子向基片内部扩散,这时获得的就不再是膜层而是渗层。

[0022] 与现有技术相比,本发明具有如下优点:本发明通过对铝合金的成分调整,大大提高发射完毕后弹壳的降解速率,减少了弹壳回收所需的人力,对环境起到很好的保护作用;利用喷射法均匀细化了铝合金的组织,而且含氧量低、污染程度小,从而使弹壳力学性能更加优异。而且在铝合金弹壳表面添加一层TiN层,不仅解决了传统铜制钢制弹壳高重量问

题,还提高了子弹弹壳性能和稳定性。通过钝化处理保证了TiN层的高硬度、高化学稳定性等物理性能。

### 具体实施方式

[0023] 以下是本发明的具体实施例,对本发明的技术方案作进一步的描述,但本发明并不限于这些实施例。

[0024] 实施例1:

[0025] 一种可降解子弹弹壳,弹壳成分及质量百分比为:Cu:2.5%、Sn:8%、Ga:3.0%、Pb:3%、In:1.0%、Mn:0.5%、Cr:0.02%、Ti:0.02%、Mg:2.5%、Zr:0.03%,余量为Al及不可避免的微量元素。

[0026] 准备上述合金原料,先将铝加入熔炼炉中加热熔练,依次加入剩余原料,在735℃条件下熔炼3小时,然后在氩气进行精炼25min,精炼完成后除渣静置60min,将铝合金液喷射成型,在470℃热处理2h,冷却凝固得到铝合金弹壳坯,再对铝合金壳坯进行挤压、切割后用铝合金切削液冲洗,最后通过8次冲压,得铝合金弹壳。

[0027] 对铝合金弹壳进行超声波水洗、热水洗、冷水洗、酒精脱水,烘干后将铝合金弹壳装入溅镀机中氩气轰击10min镀膜处理;其中溅镀机阴极材料为纯度99%的Ti,溅镀机偏电压为180V、偏压占空比55%、电源电流85A、氮气流量45SCCM,镀膜完成后立即充入氮气5min,待温度降至100℃时,出炉冷却得成品子弹弹壳。

[0028] 实施例2:

[0029] 一种可降解子弹弹壳,弹壳成分及质量百分比为:Cu:2.5%、Sn:8%、Ga:3.0%、Pb:3%、In:1.0%、Mn:0.5%、Cr:0.02%、Ti:0.02%、Mg:2.5%、Zr:0.03%,余量为Al及不可避免的微量元素。

[0030] 准备上述合金原料,先将铝加入熔炼炉中加热熔练,依次加入剩余原料,在735℃条件下熔炼3小时,然后在氩气进行精炼25min,精炼完成后除渣静置60min,将铝合金液喷射成型,在470℃热处理2h,冷却凝固得到铝合金弹壳坯,再对铝合金壳坯进行挤压、切割后用铝合金切削液冲洗,最后通过8次冲压,得铝合金弹壳。

[0031] 对铝合金弹壳进行超声波水洗、热水洗、冷水洗、酒精脱水,烘干后将铝合金弹壳装入溅镀机中氩气轰击10min镀膜处理;其中溅镀机阴极材料为纯度99%的Ti,溅镀机偏电压为180V、偏压占空比55%、电源电流85A、氮气流量45SCCM,镀膜完成后立即进行氮离子辉光放电,冷却出炉得成品子弹弹壳。

[0032] 实施例3:

[0033] 一种可降解子弹弹壳,弹壳成分及质量百分比为:Cu:2.0%、Sn:9%、Ga:4.0%、Pb:2%、In:1.5%、Mn:1.0%、Cr:0.03%、Ti:0.01%、Mg:3.0%、Zr:0.02%,余量为Al及不可避免的微量元素。

[0034] 准备上述合金原料,先将铝加入熔炼炉中加热熔练,依次加入剩余原料,在735℃条件下熔炼3小时,然后在氩气进行精炼25min,精炼完成后除渣静置60min,将铝合金液喷射成型,在470℃热处理2h,冷却凝固得到铝合金弹壳坯,再对铝合金壳坯进行挤压、切割后用铝合金切削液冲洗,最后通过8次冲压,得铝合金弹壳。

[0035] 对铝合金弹壳进行超声波水洗、热水洗、冷水洗、酒精脱水,烘干后将铝合金弹壳

装入溅镀机中氩气轰击6min镀膜处理；其中溅镀机阴极材料为纯度99%的Ti，溅镀机偏电压为170V、偏压占空比50%、电源电流80A、氮气流量40SCCM，镀膜完成后立即充入氮气3min，待温度降至100℃时，出炉冷却得成品子弹弹壳。

[0036] 对比例1：

[0037] 与实施例1的区别，仅在于，对比例1未对子弹弹壳进行镀膜处理。

[0038] 对比例2：

[0039] 与实施例1的区别，仅在于，对比例未在镀膜后进行钝化处理。

[0040] 表1：子弹弹壳性能测试结果

实施例	抗拉强度 (MPa)	伸长率 (%)	硬度 (HB)	90℃3%NaCl 溶 液中的分解速 率 (g/h)
实施例 1	620	12.5	44	0.11
实施例 2	623	12.2	45	0.08
实施例 3	615	12.3	43	0.09
对比例 1	450	14.5	40	1.61
对比例 2	593	12.8	42	0.12

[0042] 从上述结果，可以看出，本申请未镀膜的铝合金降解速度很快，由于表面的TiN层的保护使得弹壳整体的降解速度开始的时候很慢，所以本申请的子弹弹壳的降解速度是一个由慢到快的过程。综上所述，本发明通过在铝合金弹壳表面添加一层TiN层，不仅解决了传统铜制、钢制弹壳高重量问题，还提高了子弹弹壳性能和稳定性，通过钝化处理保证了TiN层的高硬度、高化学稳定性等物理性能，通过对铝合金的成分调整，大大提高发射完毕后弹壳的降解速率，减少了弹壳回收所需的人力，对环境起到很好的保护作用。

[0043] 本文中所描述的具体实施例仅仅是对本发明精神作举例说明。本发明所属技术领域的技术人员可以对所描述的具体实施例做各种修改或补充或采用类似的方式替代，但并不会偏离本发明的精神或者超越所附权利要求书所定义的范围。

[0044] 尽管对本发明已作出了详细的说明并引证了一些具体实施例，但是对本领域熟练技术人员来说，只要不离开本发明的精神和范围可作各种变化或修正显然是显然的。