



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 107123594 B

(45)授权公告日 2019.11.26

(21)申请号 201710326901.3

H01L 33/00(2010.01)

(22)申请日 2017.05.10

H01L 33/40(2010.01)

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 107123594 A

(56)对比文件

CN 106328781 A,2017.01.11,
CN 106531863 A,2017.03.22,
CN 1993837 A,2007.07.04,

(43)申请公布日 2017.09.01

(73)专利权人 湘能华磊光电股份有限公司
地址 423038 湖南省郴州市苏仙区白露塘
镇有色金属产业园区

审查员 于鹏飞

(72)发明人 胡卫

(74)专利代理机构 北京晟睿智杰知识产权代理
事务所(特殊普通合伙)
11603

代理人 于淼

(51)Int.Cl.

H01L 21/285(2006.01)

权利要求书1页 说明书4页 附图4页

(54)发明名称

LED电极制作方法、LED电极和LED芯片

(57)摘要

本发明公开了一种LED电极制作方法、LED电极和LED芯片。本发明公开的LED电极制作方法,通过电子束真空蒸发镀膜的方式蒸镀电极,其中,蒸镀电极膜层的先后顺序为Rh、Al、Ti、Pt、Ti、Pt和Au。LED电极蒸镀时,首先蒸镀Rh层,然后蒸镀Al层,形成RhAl反射电极,工艺简单,提高了电极稳定性,同时提高了反射电极反射率,能够制作高发光效率的LED芯片。

Au层
第二层Pt
第二层Ti
第一层Pt
第一层Ti
Al层
Rh层

1. 一种LED电极制作方法,其特征在于,通过电子束真空蒸发镀膜的方式蒸镀电极,其中,蒸镀电极膜层的先后顺序为Rh、Al、Ti、Pt、Ti、Pt和Au,其中,所述蒸镀电极膜层的步骤包括:Rh层的蒸镀厚度为 15\AA ,镀Rh时的蒸镀速率为 0.1\AA/s ;Al层的蒸镀厚度为 1500\AA ,镀Al时的蒸镀速率为 10\AA/s ;第一层Ti的蒸镀厚度为 500\AA ,镀第一层Ti时的蒸镀速率为 3\AA/s ;第一层Pt的蒸镀厚度为 500\AA ,镀第一层Pt时的蒸镀速率为 1\AA/s ;第二层Ti的蒸镀厚度为 500\AA ,镀第二层Ti时的蒸镀速率为 3\AA/s ;第二层Pt的蒸镀厚度为 500\AA ,镀第二层Pt时的蒸镀速率为 1\AA/s ;Au层的蒸镀厚度为 10000\AA ,镀Au时的蒸镀速率为 5\AA/s ;其中,通过电子束真空蒸发镀膜的方式蒸镀电极的步骤中,本底真空度为 $3 \times 10^{-6}\text{Pa}$ 。

2. 根据权利要求1所述的LED电极制作方法,其特征在于,在蒸镀电极之后包括制作电极保护层步骤:利用气相成膜法在电极上沉积电极保护层,然后利用刻蚀方法刻蚀电极保护层露出电极焊点,形成电极保护层。

3. 根据权利要求2所述的LED电极制作方法,其特征在于,所述电极保护层的材料为无机非金属材料。

4. 一种LED电极,其特征在于,所述LED电极由权利要求1~3任一项所述的LED电极制作方法制作而成。

5. 一种LED芯片,其特征在于,包括权利要求4所述的LED电极。

LED电极制作方法、LED电极和LED芯片

技术领域

[0001] 本发明涉及LED芯片技术领域,更具体地,LED电极制作方法、LED电极和LED芯片。

背景技术

[0002] LED(Light Emitting Diode,发光二极管)是一种半导体固体发光器件。利用固体半导体芯片作为发光材料,在半导体中通过载流子发生复合把过剩的能量以光的形式释放出来。LED具有高效、节能、环保、使用寿命长等优点,被广泛应用于显示屏、室内照明、室外照明等各个领域。

[0003] 传统的LED芯片中,P电极和N电极一般采用Ni/Au结构或者Cr/Pt/Au结构,虽然这两种金属电极结构稳定性好,但是从芯片内部发出的光很大一部分会被电极吸收,影响LED芯片的发光效率。

[0004] 为了提高LED芯片的发光效率,现有技术中提出了通过反射层将电极下方的电子在被电极吸收之前反射回去,从而增加发光效率的技术方案,同时通过减薄反射层厚度增加反射率来提高LED芯片的发光效率。但现有技术中反射层太薄会有掉电极风险,对LED芯片发光效率的提高有限。

[0005] 因此,提供一种高反射率的LED电极制作方法、LED电极和LED芯片,是本领域亟待解决的问题。

发明内容

[0006] 有鉴于此,本发明提供了一种LED电极制作方法、LED电极和LED芯片,解决了现有技术中LED电极反射率低的技术问题。

[0007] 为了解决上述技术问题,本发明提出一种LED电极制作方法。

[0008] 一种LED电极制作方法,通过电子束真空蒸发镀膜的方式蒸镀电极,其中,蒸镀电极膜层的先后顺序为Rh、Al、Ti、Pt、Ti、Pt和Au,其中,蒸镀电极膜层的步骤包括:Rh层的蒸镀厚度为 15\AA ,镀Rh时的蒸镀速率为 $0.1\text{\AA}/\text{s}$;Al层的蒸镀厚度为 1500\AA ,镀Al时的蒸镀速率为 $10\text{\AA}/\text{s}$;第一层Ti的蒸镀厚度为 500\AA ,镀第一层Ti时的蒸镀速率为 $3\text{\AA}/\text{s}$;第一层Pt的蒸镀厚度为 500\AA ,镀第一层Pt时的蒸镀速率为 $1\text{\AA}/\text{s}$;第二层Ti的蒸镀厚度为 500\AA ,镀第二层Ti时的蒸镀速率为 $3\text{\AA}/\text{s}$;第二层Pt的蒸镀厚度为 500\AA ,镀第二层Pt时的蒸镀速率为 $1\text{\AA}/\text{s}$;Au层的蒸镀厚度为 10000\AA ,镀Au时的蒸镀速率为 $5\text{\AA}/\text{s}$ 。

[0009] 进一步的,通过电子束真空蒸发镀膜的方式蒸镀电极的步骤中,本底真空度为 $3 \times 10^{-6}\text{Pa}$ 。

[0010] 进一步的,在蒸镀电极之后包括制作电极保护层步骤:利用气相成膜法在电极上沉积电极保护层,然后利用刻蚀方法刻蚀电极保护层露出电极焊点,形成电极保护层。

[0011] 进一步的,电极保护层的材料为无机非金属材料。

[0012] 进一步的,本发明提供一种LED电极,由上述的LED电极制作方法制作而成。

[0013] 进一步的,本发明提供一种LED芯片,包括上述的LED电极。

[0014] 与现有技术相比,本发明的LED电极制作方法、LED电极和LED芯片,实现了如下的有益效果:

[0015] (1) LED电极蒸镀时,首先蒸镀Rh层,然后蒸镀Al层,形成RhAl反射电极,工艺简单,Rh热稳定性好不会有掉电极风险,提高了电极稳定性,同时提高了反射电极反射率,能够制作高发光效率的LED芯片。

[0016] (2) 本发明提供的LED芯片LOP明显提高,经过正向电压对比测试,LED芯片产品性能稳定。

[0017] 当然,实施本发明的任一产品必不特定需要同时达到以上所述的所有技术效果。

[0018] 通过以下参照附图对本发明的示例性实施例的详细描述,本发明的其它特征及其优点将会变得清楚。

附图说明

[0019] 被结合在说明书中并构成说明书的一部分的附图示出了本发明的实施例,并且连同其说明一起用于解释本发明的原理。

[0020] 图1为本发明实施例提供的LED电极蒸镀膜层结构示意图;

[0021] 图2为分光计测量两种电极结构的玻璃监控片的绝对反射率数据;

[0022] 图3为两种LED芯片的蒸镀电极膜层厚度和蒸镀速率数据;

[0023] 图4为两种LED芯片的光强@150mA试验数据;

[0024] 图5为两种LED芯片的正向电压@150mA测试试验数据。

具体实施方式

[0025] 现在将参照附图来详细描述本发明的各种示例性实施例。应注意到:除非另外具体说明,否则在这些实施例中阐述的部件和步骤的相对布置、数字表达式和数值不限制本发明的范围。

[0026] 以下对至少一个示例性实施例的描述实际上仅仅是说明性的,决不作为对本发明及其应用或使用的任何限制。

[0027] 对于相关领域普通技术人员已知的技术、方法和设备可能不作详细讨论,但在适当情况下,所述技术、方法和设备应当被视为说明书的一部分。

[0028] 在这里示出和讨论的所有例子中,任何具体值应被解释为仅仅是示例性的,而不是作为限制。因此,示例性实施例的其它例子可以具有不同的值。

[0029] 应注意到:相似的标号和字母在下面的附图中表示类似项,因此,一旦某一项在一个附图中被定义,则在随后的附图中不需要对其进行进一步讨论。

[0030] 实施例1

[0031] 参考图1,本发明实施例提供一种LED电极制作方法,通过电子束真空蒸发镀膜的方式蒸镀电极,其中,蒸镀电极膜层的先后顺序为Rh、Al、Ti、Pt、Ti、Pt和Au。LED电极蒸镀时,首先蒸镀Rh层,然后蒸镀Al层,形成RhAl反射电极,工艺简单,Rh热稳定性好不会有掉电极风险,提高了电极稳定性,同时提高了反射电极反射率,能够制作高发光效率的LED芯片。

[0032] 本发明实施例提供的LED电极制作方法中蒸镀电极膜层的步骤包括:Rh层的蒸镀

厚度为 15\AA , 镀Rh时的蒸镀速率为 $0.1\text{\AA}/\text{s}$; Al层的蒸镀厚度为 1500\AA , 镀Al时的蒸镀速率为 $10\text{\AA}/\text{s}$; 第一层Ti的蒸镀厚度为 500\AA , 镀第一层Ti时的蒸镀速率为 $3\text{\AA}/\text{s}$; 第一层Pt的蒸镀厚度为 500\AA , 镀第一层Pt时的蒸镀速率为 $1\text{\AA}/\text{s}$; 第二层Ti的蒸镀厚度为 500\AA , 镀第二层Ti时的蒸镀速率为 $3\text{\AA}/\text{s}$; 第二层Pt的蒸镀厚度为 500\AA , 镀第二层Pt时的蒸镀速率为 $1\text{\AA}/\text{s}$; Au层的蒸镀厚度为 10000\AA , 镀Au时的蒸镀速率为 $5\text{\AA}/\text{s}$ 。

[0033] 进一步的, 通过电子束真空蒸发镀膜的方式蒸镀电极的步骤中, 本底真空度为 $3 \times 10^{-6}\text{Pa}$ 。该真空度能够满足蒸镀电极真空度要求, 保证蒸镀电极的金属膜层与LED芯片的GaN/ITO层形成良好的欧姆连接。

[0034] 进一步的, 在蒸镀电极之后包括制作电极保护层步骤: 利用气相成膜法在电极上沉积电极保护层, 然后利用刻蚀方法刻蚀电极保护层露出电极焊点, 形成电极保护层。其中电极保护层的材料为无机非金属材料, 例如可以是二氧化硅或氮氧化硅等。

[0035] 在蒸镀电极之后制作保护层, 避免了表面沾污造成电极漏电风险。

[0036] 本发明还提供了一种LED电极, LED电极与LED电极制作方法属于相对应的同一个发明构思。本领域技术人员在理解本发明时, 可将LED电极与LED电极制作方法相互结合。

[0037] 实施例2

[0038] 参考图1, 一种LED电极, 通过电子束真空蒸发镀膜的方式蒸镀电极的电极膜层从下到上依次为Rh层、Al层、第一层Ti、第一层Pt、第二层Ti、第二层Pt和Au层。

[0039] 本实施例中, Rh层的蒸镀厚度为 15\AA , 镀Rh时的蒸镀速率为 $0.1\text{\AA}/\text{s}$; Al层的蒸镀厚度为 1500\AA , 镀Al时的蒸镀速率为 $10\text{\AA}/\text{s}$; 第一层Ti的蒸镀厚度为 500\AA , 镀第一层Ti时的蒸镀速率为 $3\text{\AA}/\text{s}$; 第一层Pt的蒸镀厚度为 500\AA , 镀第一层Pt时的蒸镀速率为 $1\text{\AA}/\text{s}$; 第二层Ti的蒸镀厚度为 500\AA , 镀第二层Ti时的蒸镀速率为 $3\text{\AA}/\text{s}$; 第二层Pt的蒸镀厚度为 500\AA , 镀第二层Pt时的蒸镀速率为 $1\text{\AA}/\text{s}$; Au层的蒸镀厚度为 10000\AA , 镀Au时的蒸镀速率为 $5\text{\AA}/\text{s}$ 。

[0040] 进一步的, 本实施例提供的LED电极还包括保护层。在蒸镀电极之后制作的保护层, 避免了表面沾污造成电极漏电风险。

[0041] 图2为分光计测量绝对反射率数据, 其中, 样品制备方式为玻璃片上镀膜, 可以看出, 纯Al反射率约为86%, CrAl电极反射率74%, RhAl反射率81%, RhAl反射率明显高于CrAl电极反射率。

[0042] 本发明提供的LED电极的电极膜层有RhAl反射电极结构, Rh热稳定性好不会有掉电极风险, 提高了电极稳定性, 同时提高了反射电极反射率, 能够提高LED芯片的发光效率。

[0043] 实施例3

[0044] 本发明还提供一种LED芯片, 该LED芯片中的LED电极为上述实施例2所述的LED电极。

[0045] LED芯片结构中包括n电极和p电极, 优选地, n电极为常规真空蒸镀方法制作的电极, p电极为本发明实施例1中所述方法制作的电极, 即p电极膜层从下到上依次为Rh/Al/

Ti/Pt/Ti/Pt/Au。

[0046] 用本实施例提供的LED芯片产品与同款具有CrAl反射电极结构的对比产品LED芯片的光强(LOP)和正向电压(VF)做了对比试验,具体情况如下:

[0047] RhAl电极结构为:

[0048] p电极结构为Rh/Al/Ti/Pt/Ti/Pt/Au,n电极结构为Cr/Al/Ti/Pt/Ti/Pt/Au。

[0049] 同款对比产品的电极结构为:

[0050] P电极和n电极结构均为Cr/Al/Ti/Pt/Ti/Pt/Au。

[0051] 两种LED芯片的蒸镀电极膜层厚度和蒸镀速率,如图3所示。

[0052] 图4为两种LED芯片的光强试验数据,数据表中左半边为同款对比产品的LOP数据,右半边为RhAl电极产品的LOP数据,可以看出采用本发明实施例方法制作的产品LED芯片的LOP对比产品的LOP高约0.8%。

[0053] 图5为两种LED芯片的正向电压测试试验数据,数据表中左半边为同款对比产品的VF数据,右半边为RhAl电极产品的VF数据,可以看出正向电压无明显差异,RhAl电极产品性能稳定。

[0054] 本发明实施例提供的LED芯片,具有高反射的反射层结构RhAl,与现有技术中CrAl反射电极相比,Rh热稳定性好不会有掉电极风险,提高了电极稳定性,同时提高了反射电极反射率,能够提高LED芯片的LOP,同时经过正向电压对比测试,本发明实施例提供的LED芯片产品性能稳定。

[0055] 通过上述实施例可知,本发明的显示面板及显示面板检测方法,达到了如下的有益效果:

[0056] (1) LED电极蒸镀时,首先蒸镀Rh层,然后蒸镀Al层,形成RhAl反射电极,工艺简单,Rh热稳定性好不会有掉电极风险,提高了电极稳定性,同时提高了反射电极反射率,能够制作高发光效率的LED芯片。

[0057] (2) 本发明提供的LED芯片LOP明显提高,经过正向电压对比测试,LED芯片产品性能稳定。

[0058] 本领域内的技术人员应明白,本发明的实施例可提供为方法、装置、或计算机程序产品。因此,本发明可采用完全硬件实施例、完全软件实施例、或结合软件和硬件方面的实施例的形式。而且,本发明可采用在一个或多个其中包含有计算机可用程序代码的计算机可用存储介质(包括但不限于磁盘存储器、CD-ROM、光学存储器等)上实施的计算机程序产品的形式。

[0059] 虽然已经通过例子对本发明的一些特定实施例进行了详细说明,但是本领域的技术人员应该理解,以上例子仅是为了进行说明,而不是为了限制本发明的范围。本领域的技术人员应该理解,可在不脱离本发明的范围和精神的情况下,对以上实施例进行修改。本发明的范围由所附权利要求来限定。

Au层
第二层Pt
第二层Ti
第一层Pt
第一层Ti
Al层
Rh层

图1

样品 绝对反射率	Al	CrAl	RhAl
%	86	74	81

图2

RhAL 电极设计						同款对比产品电极		
p 电极			n 电极					
层	厚度 (Å)	镀率 (Å/s)	层	厚度 (Å)	镀率 (Å/s)	层	厚度 (Å)	镀率 (Å/s)
Rh	15	0.1	Cr	15	0.2	Cr	15	0.2
Al	1500	10	Al	1500	10	Al	1500	10
Ti	500	3	Ti	500	3	Ti	500	3
Pt	500	1	Pt	500	1	Pt	500	1
Ti	500	3	Ti	500	3	Ti	500	3
Pt	500	1	Pt	500	1	Pt	500	1
Au	10000	5	Au	10000	5	Au	10000	5

图3

行	-3	0	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36	39	42	45	48	51
-39						164.4	171.4	174	174	170.1	169.6	163.4							
-36					168.5	175.4	178.5	179.4	178.9	177.8	177.7	176.1	170.1						
-33			166.4	176	179.1	180.6	178.5			181.3	180.8	179.8	176.9	165.8					
-30			162	175.2	179.3	180.7	181.3	181.6	181	182	182.1	181	178.9	173.9	0				
-27			172.3	178.7	180.8	180.1	181.6	181.9	181.8	182.9	182.6	181.8	180.7	177.4	171.8				
-24		127.2	176.4	180.4	181.3	181.5	181.4	181.5	181.9	182.5	182.6	182.3	181.5	179.9	176.9	0			
-21		170.7	178.9	180.7	181.6	181.6	181.7	179.2	181.6	182.3	178.8	182.3	181.4	176.6	179.1	0.001			
-18	155.6	175.1	180.5	181.1	181.4	181.7	181.1	181.3	181.3	182.1	182.4	182.2	182.2	181.4	178.8	176.2	162.6		
-15	164.7	178	181.4	181.7	177.5	181.6	177	181	181.4	182.1	182.3	182.4	182.5	182.2	177.5	175.6	171.2		
-12	168.2	179.2	181.5	180.5	181.3	181.1	180.9	180.9	181.2	181.8	178	181.9	182.4	182.2	178.5	179.1	0.008		
-9	171.5	179.5	181.4	182	181.1	180.8	180.7	181.2	181.2	182	182.1	182.2	182.8	182.7	182.3	181	0.001		
-6	174.3	178.5	182.3	181.8	181.5	179.5	176	181.4	181.8	182.1	182.6	182.4	182.9	182.5	182.7	182.2	0		
-3	159.8	177	181.9	182.6	182.1	182	181.3	181.3	179.7	181.7	182.5	182.4	182.1	183.1	182.4	182.6	182.8	181.4	
0	164.7	180.1	182.3	182.7	182.6	182.1	181.8	181.4	181.3	181.9	182.5	182.6	182.5	183.2	183.1	182.8	184.2	181.6	0
3	165.9	172.9	179.4	182.6	182.6	181.9	181.8	181.2	181.4	181.8	182.4	182.8	182.4	183.1	183.1	182.9	183.9	181.6	0.005
6	163.8	178.8	181	182.9	182.6	182.4	182.3	181	181.5	182.2	182.5	183.1	181	182.2	183	178.4	183	181.2	
9	175.6	180.7	182.6	182.2	182.1	182.4	181.8	181.4	179.4	182.5	183.3	182.4	182.4	183.1	180.8	176	180.3		
12	173.9	180.3	182.2	178.7	181.7	182.2	181.8	181.7	181.9	182.4	183.6	182.9	181.1	182.7	182.5	180.5	179.4		
15	171.7	180	181.4	176.6	181.9	181.5	181.8	180.1	181.9	182.9	183.7	183.2	182	181.1	182.5	181.9	177.4		
18	169.8	179.4	179.6	181.6	181.6	180.2	181.8	182.2	182.5	182.8	183.8	182.4	183	182.9	179.6	181.6	173.5		
21	166.6	178	0	180.8	181.8	180.9	181.4	179.2	182.7	182.2	184.1	183.8	182.8	182.8	182.3	180.5	166.1		
24		177	180.4	181.3	181.9	182.3	182.3	182.6	182.3	180.7	183.5	183.7	183.4	182.3	181.5	178			
27		172.4	179.4	109.7	181.6	182	182.3	182.3	182.5	182.3	176.1	183.4	183.2	181.5	180.2	173.3			
30			175.5	179.7	180.2	181.6	181.4	180.5	182.1	182.2	182.5	183.1	182.5	180.8	176.3				
33			166.5	176.6	179.9	181	180.4	179.9	180.3	181	181.3	181.7	181.3	178.2	1.006				
36				170	177.4	178.8	177.6	176.6	174.2	177.9	178.4	179	177.9	167.7					
39					171.1	174.3	172.5	171.8	172	172.7	173.1	174.7	170						
42						161.8	158.5	161.2	163.7	161	162	160.7							

图4

行标签	-3	0	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36	39	42	45	48	51	总计
-39						3.09	3.06	3.07	3.09		3.12	3.14	3.13							21.693
-36					3.11	3.06	3.06	3.06	3.06		3.1	3.09	3.1	3.1						27.728
-33				3.1	3.07	3.05	3.05	3.06			3.06	3.07	3.08	3.1	3.25					30.897
-30				3.08	3.06	3.05	3.05	3.05	3.05	3.05	3.06	3.06	3.07	3.1	3.15	3.53				40.347
-27				3.06	3.04	3.04	3.06	3.04	3.05	3.05	3.07	3.05	3.06	3.07	3.12	3.24				39.956
-24				3.06	3.05	3.04	3.04	3.04	3.04	3.05	3.06	3.06	3.07	3.07	3.1	3.1	4.14			46.948
-21				3.11	3.05	3.04	3.04	3.04	3.04	3.06	3.05	3.06	3.06	3.06	3.09	3.08	3.47			46.321
-18	3.18	3.08	3.05	3.04	3.04	3.04	3.04	3.05	3.05	3.05	3.05	3.08	3.06	3.06	3.07	3.09	3.12	3.21		52.329
-15	3.15	3.06	3.05	3.04	3.13	3.04	3.06	3.05	3.05		3.05	3.05	3.05	3.06	3.06	3.14	3.19	3.14		52.361
-12	3.15	3.06	3.05	3.06	3.04	3.04	3.05	3.05	3.05		3.05	3.06	3.08	3.05	3.05	3.1	3.11	3.71		52.758
-9	3.13	3.07	3.05	3.05	3.05	3.05	3.05	3.05	3.05		3.05	3.05	3.06	3.05	3.06	3.05	3.06	3.18		52.097
-6	3.11	3.06	3.05	3.05	3.06	3.07	3.07	3.05	3.05		3.06	3.06	3.06	3.05	3.05	3.06	3.05	3.54		52.492
-3	3.13	3.08	3.06	3.05	3.05	3.06	3.05	3.05	3.06	3.05	3.05	3.07	3.05	3.05	3.05	3.05	3.05	3.08		55.107
0	3.11	3.07	3.06	3.05	3.05	3.06	3.06	3.05	3.05	3.05	3.05	3.05	3.05	3.05	3.05	3.05	3.05	3.06	3.9	58.938
3	3.11	3.07	3.07	3.05	3.05	3.05	3.05	3.05	3.05	3.05	3.05	3.05	3.06	3.05	3.05	3.05	3.06	3.05	2.63	57.651
6	3.08	3.06	3.06	3.05	3.05	3.04	3.05	3.04	3.05	3.05	3.05	3.05	3.08	3.05	3.05	3.07	3.06	3.05		54.988
9	3.1	3.07	3.05	3.05	3.04	3.04	3.05	3.05	3.08		3.05	3.05	3.07	3.05	3.05	3.07	3.07	3.06		52.007
12	3.11	3.07	3.06	3.08	3.05	3.04	3.05	3.05	3.06		3.06	3.05	3.06	3.07	3.06	3.05	3.06	3.06		52.014
15	3.13	3.07	3.06	3.16	3.05	3.04	3.04	3.06	3.05		3.05	3.05	3.06	3.05	3.06	3.06	3.06	3.08		52.119
18	3.12	3.06	3.07	3.05	3.05	3.05	3.05	3.06	3.05		3.05	3.05	3.06	3.06	3.06	3.05	3.06	3.13		52.092
21	3.1	3.07	1.36	3.07	3.05	3.05	3.06	3.07	3.05		3.05	3.06	3.05	3.07	3.06	3.06	3.07	3.21		50.492
24		3.06	3.06	3.06	3.06	3.05	3.05	3.05	3.06		3.07	3.06	3.05	3.06	3.06	3.07	3.09			45.894
27		3.06	3.06	2.9	3.06	3.05	3.05	3.05	3.06		3.06	3.07	3.05	3.07	3.06	3.08	3.16			45.845
30		3.07	3.07	3.07	3.06	3.06	3.08	3.06			3.07	3.06	3.06	3.07	3.07	3.11				39.905
33		3.11	3.08	3.07	3.07	3.07	3.08	3.07			3.08	3.08	3.08	3.08	3.11	3.26				40.242
36		3.13	3.08	3.08	3.1	3.1	3.09				3.11	3.11	3.11	3.1	3.14					34.154
39		3.11	3.11	3.13	3.13	3.12					3.14	3.17	3.13	3.12						28.141
42		3.21	3.24	3.18	3.15						3.23	3.19	3.15							22.341

图5