

Изобретение относится к металлургии, в частности к сплавам на основе меди, используемым в изделиях электронной техники, работающим в условиях вибрации, в частности для изготовления корпусов резонаторов, рамок больших интегральных схем, резисторов.

Анализ причин отказов электронных приборов, эксплуатируемых в условиях вибрации показывает, что отказы происходят во многих случаях из-за низкой усталостной прочности материалов, используемых для их изготовления.

Наиболее близким к заявляемому является сплав на основе меди, содержащий железо и никель [1], предназначенный для вводов в полупроводниковые приборы. Сплав обладает хорошими технологическими свойствами, но проявляет пониженную устойчивость против вибрационных нагрузок, имеет низкие значения предела усталости (выносливости).

В основу изобретения поставлена задача создать такой сплав на основе меди, в котором дополнительные элементы и их содержание позволили обеспечить формирование в сплаве устойчивой дислокационной структуры и за счет этого повысить предел усталости сплава.

Поставленная задача достигается в сплаве на основе меди, который содержит железо и никель. В соответствии с изобретением в сплав вводится дополнительно один или несколько элементов из группы: Sc, Y, Ho, Er, Nd, Pr при таком соотношении компонент (% по массе): Fe 0,005 - 0,2

Ni 0,03 - 0,5 один или несколько элементов из группы: Sc, Y, Ho, Er, Nd, Pr в сумме 0,005-0,03%, остальное медь. Электронно-микроскопические исследования показывают, что такое соотношение компонент в сплаве приводит к тому, что в процессе эксплуатации на начальном этапе работы конструкции в условиях вибрации формируется устойчивая дислокационная структура. В предложенном сплаве такая субструктура возникает после небольшого числа циклов и сохраняется при дальнейшей эксплуатации конструкции, задерживая зарождение и накопление усталостных дефектов в сплаве.

Составы предложенного и известного сплавов, приведенные в таблице, выплавляли в вакуумной индукционной печи в графитовом тигле. Расплав разливали в вакууме в медные изложницы. Затем слитки подвергали механической обработке, отжигу и пластической деформации. Усталостные испытания проводили на поликристаллических отожженных образцах в условиях растяжения - сжатия при постоянной амплитуде напряжения в интервале 40-140 МПа; на частоте 180 Гц при комнатной температуре. Образцы диаметром 5 мм и длиной рабочей части 25 мм перед испытанием отжигали в вакууме при температуре 580°C 1 час. Исследование тонкой структуры образцов производили электронно-микроскопическим методом на микроскопе js EM-200. Образцы для исследований структуры вырезали перпендикулярно оси деформации.

В таблице приведены данные по химическому составу и пределу усталости предложенного и базового сплава. Из приведенных данных видно, что только при определенном соотношении компонент в сплаве может обеспечиваться высокий предел усталости материала, существенно превышающий величину статического предела текучести материала. Базовый сплав имеет предел усталости на базе  $10^7$  циклов 52 МПа. Низкое содержание железа (сплав №7) или никеля (сплав №9) при оптимальном содержании химически активных добавок не обеспечивает существенного повышения предела усталости. Повышенное содержание железа (сплав №8) или никеля (сплав №10) также не приводит к увеличению предела усталости. При оптимальном содержании в сплаве железа и никеля, добавки химически активных элементов ниже 0,005% и выше 0,03% также не повышают предела текучести сплава (сплавы № 11 и 12).

Комплексные исследования влияния состава на субструктуру, на зарождение и эволюцию усталостных трещин позволило установить, что только оптимальное содержание железа (0,005-0,2%), никеля (0,003-0,5%) и химически активной добавки, взятой из группы Sc, Y, Ho, Er, Nd, Pr в сумме 0,005-0,03% (сплавы №2-6 обеспечивают высокий в 2,2 - 2,5 раза выше чем для прототип) предел усталости.

№ сплава	Химический состав, мас. %									Предел усталости	Образец Предлож
	Fe	Ne	Sc	Y	Ho	Er	Nd	Pr	Сумма элементов из группы		
1	0,10	0,20	-	-	-	-	-	-	-	52	1,00
2	0,005	0,15	-	0,01	-	-	-	-	0,010	116	2,23
3	0,20	0,30	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,030	130	2,50
4	0,15	0,03	-	-	0,005	-	-	0,01	0,015	127	2,44
5	0,10	0,20	-	-	-	-	0,02	-	0,020	115	2,21
6	0,20	0,50	-	-	-	0,01	-	-	0,010	125	2,40
7	0,001	0,20	0,005	0,01	-	-	-	-	0,015	50	0,96
8	0,03	0,30	0,005	0,01	-	0,005	0,005	-	0,020	45	0,87
9	0,10	0,02	0,005	-	0,005	-	0,005	0,01	0,025	50	0,96
10	0,20	0,60	-	-	0,005	-	0,005	-	0,010	52	1,00
11	0,10	0,20	0,001	-	-	0,001	-	-	0,002	52	1,00
12	0,10	0,20	0,03	-	0,005	-	-	0,005	0,040	42	0,81