



In the article there are examined the mechanisms of spheroidizing of series of phases in cast alloys in the view of the theory of semi-conductors.

Д. Н. ХУДОКОРМОВ, А. С. ОЖИГАЛО, Д. А. ХУДОКОРМОВ,
Белорусский национальный технический университет

УДК 621.74

ПОВЫШЕНИЕ ПРОЧНОСТИ АЛЮМИНИЕВОГО СПЛАВА ПРИ СОХРАНЕНИИ ЕГО ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТИ НА УРОВНЕ ТЕХНИЧЕСКИ ЧИСТОГО АЛЮМИНИЯ

Результаты исследований структурообразования в литейных сплавах показали [1, 2], что кристаллизующиеся в этих сплавах фазы, обладающие свойствами примесных полупроводников, сфероидизируются в результате микролегирования донорными примесями. Установлено также, что для таких сплавов характерно одновременно значительное снижение электросопротивления. В этом отношении показательными являются сплавы системы Al-Si. Например, при 20% кремния в заэвтектических силуминах при модифицировании их присадками лития и натрия кристаллизуются шаровидные включения первичного кремния. Подвергается сфероидизации, но в меньшей степени эвтектический кремний. При этом наблюдается его сильное размельчение. Однако, несмотря на очень высокое диспергирование эвтектического кремния, происходит все же падение электросопротивления сплава.

Еще на заре изучения полупроводниковых материалов [3] было установлено, что донорные примеси в подавляющем большинстве полупроводников существенно снижают их электросопротивление без значительного изменения теплопроводности. Это подтверждают и результаты измерения электро- и теплопроводности доэвтектических, эвтектических и заэвтектических сплавов системы Al-Si (рис. 1, 2). Поскольку кремний обладает чрезвычайно высоким электросопротивлением и определенной растворимостью в алюминии, модифицирование сплава системы Al-Si не приводит к очень сильному снижению его электросопротивления. Теплопроводность сплава остается практически без особых изменений.

С учетом особенностей сплавов системы Al-Si был исследован сплав системы Al-Sb, содержащий 10% сурьмы. Отличие этого сплава от предыдущих заключается в том, что сурьма обладает очень низкой растворимостью в алюминии. Поэтому при охлаждении немодифицированного сплава на фоне почти чистого алюминия кристаллизуются в игольчатой форме включения антимонида алюминия, являющегося классическим полупроводником. Модифицирование сплава Al-Sb(10%) присадками лития (1,0–1,2%) приводит к сфероидизации включений антимонида алюминия. Значения его электросопротивления и теплопроводности в немодифицированном варианте и аналогичные свойства модифицированного сплава приведены в табл. 1.

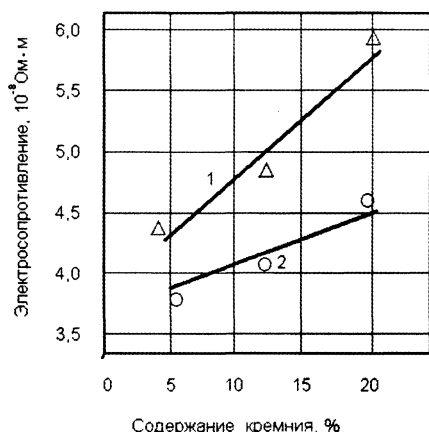


Рис. 1. Влияние содержания кремния на электросопротивление модифицированного и немодифицированного силуминов: 1 – немодифицированный сплав; 2 – сплав, модифицированный 0,3%Li + 0,3%Na

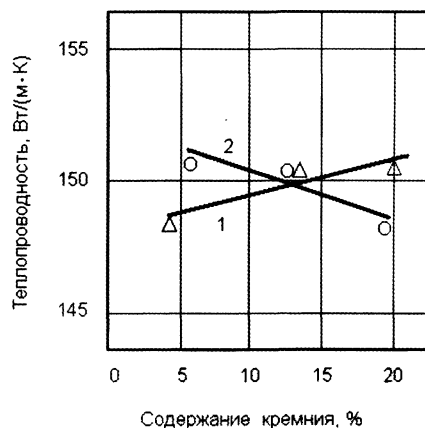


Рис. 2. Влияние содержания кремния на теплопроводность модифицированного и немодифицированного силуминов: 1 – немодифицированный сплав; 2 – сплав, модифицированный 0,3%Li + 0,3%Na

Таблица 1. Влияние процесса модифицирования на электро-
сопротивление и теплопроводность сплава Al-Sb

Свойства сплава	Al-Sb(10%) немодифицированный	Al-Sb(10%) модифицированный 1% Li	Al-Sb(10%) модифицированный 1,2% Li
Электросопротивление, 10^{-8} Ом·м	4,4	3,4	3,5
Теплопроводность, Вт/(м·К)	162	172	171

Для модифицированного сплава отмечается значительное снижение электросопротивления при увеличивающихся присадках лития. Повышается и теплопроводность, что фиксируется иногда в очень ограниченном числе полупроводников, например в системе Al-In [3].

Результаты исследования некоторых механических свойств модифицированных и немодифицированных сплавов системы Al-Sb(10%) на литых образцах диаметром 10 мм приведены в табл. 2.

Таблица 2. Механические свойства исследованных сплавов

Состояние сплава	Твердость HB	Прочность при растяжении, МПа	Относительное удлинение, %
Немодифицированный	55,9	78	—
Модифицированный	61,6	120	1,5

Таким образом, микролегирование литием сплава Al-Sb с содержанием сурьмы 10% понижает его электросопротивление до величины, приближающейся к электросопротивлению технически чистого алюминия в условиях существенного повышения прочности сплава. Полученные результаты дают также основание считать, что эффект сфероидизации включений ряда фаз в литейных сплавах (графит, кремний, антимонид алюминия) является следствием изменения свойств этих фаз как примесных полупроводников под действием вводимых в расплавы определенных модификаторов. При микролегировании включений полупроводниковых фаз донорами плотность электронного газа в возможных направлениях роста этих кристаллических образований выравнивается, что облегчает процесс их сфероидизации.

Литература

1. Худокормов Д. Н. Роль примесей в процессе графитизации чугунов. Мн.: Наука и техника, 1968.
2. Иоффе А. И. Физика полупроводников. М.: Изд-во АН СССР, 1957.
3. Данлэп У. Введение в физику полупроводников М.: ИЛ, 1959.