

збільшується для атомів Ti від $19,57 \text{ \AA}^2$ до $20,77 \text{ \AA}^2$, для атомів Al – від $18,56 \text{ \AA}^2$ до $19,52 \text{ \AA}^2$, середня кількість граней змінюється від 15,21 до 15,38 для атомів Ti та від 14,40 до 14,69 для атомів Al. При цьому потенційна та повна енергії системи зростають від $-300,5 \text{ кДж/моль}$ та $-288,7 \text{ кДж/моль}$ до $-288,2 \text{ кДж/моль}$ та $-267,3 \text{ кДж/моль}$, а потенційна енергія Ti змінюється від $-309,2 \text{ кДж/моль}$ до $-296,4 \text{ кДж/моль}$, відповідно. Також зростають коефіцієнти самодифузії Al та Ti (від $5,0 \cdot 10^{-9} \text{ м}^2/\text{с}$ та $2,6 \cdot 10^{-9} \text{ м}^2/\text{с}$ до $18,5 \cdot 10^{-9} \text{ м}^2/\text{с}$ та $12,2 \cdot 10^{-9} \text{ м}^2/\text{с}$), а густина розплаву зменшується (від $2,42$ до $2,30 \text{ г/см}^3$). Одержані результати добре узгоджуються з літературними даними.

Одержані дані свідчать, що атоми титану більш схильні, ніж атоми алюмінію, координувати навколо себе атоми алюмінію, тобто у розплаві утворюються кластери з центральним атомом титану. При збільшенні температури ці кластери стають менш стійкими.

Список літератури

1. Бродова И. Г. и др. Расплавы как основа формирования структуры и свойств алюминиевых сплавов. Екатеринбург: УрО РАН, 2005. – 371 с.

УДК: 536.242:62-405.8

В.В. Карпов, В.Ю. Карпов, С.И.Губенко

Национальная металлургическая академия Украины, Днепропетровск

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕДНЫХ ГАЗАРОВ В КАЧЕСТВЕ МИКРОТЕПЛОВЫХ ТРУБ

Современные требования к системам охлаждения полупроводниковой и компьютерной техники возрастают непрерывно. Требуются теплоотводы и холодильники с минимальными размерами и большой эффективностью, желательно плоские и не требующие строгой ориентации в пространстве. Теплофизические характеристики существующих теплообменников ограничиваются недостаточным уровнем теплопроводности применяемых материалов. Одним из путей увеличения эффективной теплопроводности материала является использование переноса скрытой теплоты испарения, то есть использование принципа работы тепловых труб.

В литературе имеются данные, что при комнатной температуре тепловая труба с аммиаком имеет теплопроводность до 1000 раз выше теплопроводности медного стержня таких же размеров [1,2].

Если необходимо получить большую удельную поверхность теплообмена у радиатора в виде ряда тонких, длинных и узких пластин, разделенных узкими зазорами и при этом увеличить теплопроводность, то следует использовать тепловые микротрубки, испаритель или конденсатор которых помещается в тонкую пластину. Для этих целей, подходит новый материал – газар, в котором металлическая матрица, пронизана цилиндрическими порами, размерами которых можно управлять в процессе кристаллизации [3].

Исследовалась теплопроводность газаров на базе меди, заполненных различными теплоносителями (вода, этиловый спирт 96%) по сравнению с образцами из монолитной меди тех же размеров. Процент заполнения капилляров (пор) газара теплоносителем составлял 30%. К образцам подводили тепло мощностью трех фиксированных величин – 1,5; 3; 6 Вт/см². В ходе эксперимента измеряли температуру и скорость нагрева образца со стороны подвода и отвода тепла.

Исследования показали, что на теплопроводность микротепловой трубы из газаров влияет не только используемый теплоноситель, но и величина подводимой тепловой мощности. Для всех исследованных подводимых тепловых мощностей монолитный образец нагревался быстрее до температур 40, 70, 100°C, соответственно за 10, 5 и 6 мин. Образец микротепловой трубы из газара с водяным теплоносителем при минимальной подводимой тепловой мощности (1,5 Вт/см²) не достиг заданной температуры, а со спиртовым теплоносителем не нагрелся даже до 30°C. При более высоких подводимых мощностях (3 Вт/см² и 6 Вт/см²) тепловой поток через пластины газаров возрастает в большей степени, чем через пластину из монолитного металла, но требуется больше времени для его выхода на заданную температуру. Это свидетельствует о том, что образцы микротепловых труб из газаров проводят тепло значительно интенсивнее (имеют большую теплопроводность), чем аналогичные по размерам монолитные металлические образцы.

При отклонении направления пор в газарах от вертикали также показывает их более высокую теплопроводность по сравнению с монолитным образцом. Равные величины теплопроводности монолитного образца и газара фиксировались только при горизонтальной ориентации пор с любой теплоотводящей жидкостью.

Исследованные закономерности влияния величины подводимой тепловой мощности, вида теплоносителя, а также ориентировки пор в микротепловых трубах

из медных газаров на их теплопроводность, показали значительные преимущества использования газаров по сравнению с монолитными образцами меди. Это раскрывает большие перспективы применения медных газаров в качестве микротепловых труб, в том числе при заметных отклонениях осей труб от вертикального положения, что позволит существенно повысить миниатюризацию радиаторов охлаждения изделий, что улучшит многие свойства полупроводниковой техники.

Список литературы

1. *Белов С.В.* Теплопроводность твердых тел.// Белов С.В. М. 1984. 174с.
2. *Елисеев В.Б.* Что такое тепловая труба// Елисеев В.Б., Сергеев Д.И. М. Энергия. 1971. 68с.
3. *Шаповалов В.И.* Легирование водородом// Шаповалов В.И. Днепропетровск. Журфонд. 2013. 385с.

УДК: 669.187.28:669.162.275

Н. В. Кирьякова, Е. А. Ясинская

Физико-технологический институт металлов и сплавов НАН Украины, г. Киев

УГЛЕРОДИСТАЯ СТАЛЬ, ЛЕГИРОВАННАЯ ВАНАДИЕМ ИЗ ОКСИДНОГО РАСПЛАВА

В работе изучена возможность применения в качестве легирующей составляющей шихты - ванадиевого концентрата, непосредственно при жидкофазной восстановительной плавке, для получения углеродистой низколегированной стали. В качестве шихты использовали исходную сталь, содержащую 0,28%С; 0,32%Si; 0,35%Mn; 0,16%Ni; 0,23%Cr и ванадиевый концентрат состава 0,20%V₂O₅; 16%SiO₂; 9,5%MnO; 8,5%TiO₂; 3,0% Cr₂O₃; 2,5%CaO; 3,0%MgO; 2,0%Al₂O₃; 35,5% Fe₂O₃. В качестве восстановителя флюсообразующей присадки использовали ферросилиций марки ФС65 и известь. Качество выплавленного металла зависело, в том числе и от содержания газов и неметаллических включений, эти параметры оказывали заметное влияние на эксплуатационные характеристики опытной стали. Результаты исследований показали, что введение в шихту ванадиевого концентрата обеспечило содержание кислорода 0,0135% и азота 0,0115% в опытной стали, что изменялось