

Изучение металлической матрицы композиционного алмазосодержащего материала, полученного при давлении 1,2 ГПа

Хайдаров К.¹, Арыков А. К.²

¹Хайдаров Камбарали / Khaydarov Kambarali - кандидат физико-математических наук, заведующий лабораторией, лаборатория сверхтвердых материалов;

²Арыков Арстанбек Куштарбекович / Arykov Arstanbek Kushtarbekovich - младший научный сотрудник, Институт физико-технических проблем и материаловедения имени академика Ж. Жеенбаева Национальной Академии наук Кыргызской Республики, г. Бишкек, Кыргызская Республика

Аннотация: исследуются структура, фазовый состав и некоторые физико-механические свойства металлической связки композиционных алмазосодержащих материалов инструментального назначения для шлифования полупроводникового материала.

Ключевые слова: синтетический алмаз, композит, металлическая связка, микроструктура, микротвердость, дифрактограмм.

Введение. Исследование и получение композиционных алмазосодержащих материалов инструментального назначения (КАМИН) на основе синтетических алмазов (СА) в последнее время приобретает свою актуальность в связи с их широким применением в промышленности. Качество и работоспособность КАМИН определяются твердостью, износостойкостью, теплостойкостью и теплопроводностью. Чем выше указанные физико-механические свойства, за исключением твердости, которая зависит от прочности и абразивности обрабатываемого материала, тем более высокими эксплуатационными свойствами обладает КАМИН.

Исследование смачиваемости и контактного взаимодействия в системе «расплав – сверхтвердые материалы (СТМ)» позволило разработать ряд связок для абразивного инструмента [1].

Теплостойкость СА ниже, чем у других СТМ, однако благодаря высоким другим свойствам алмаза и более благоприятным геометрическим параметрам его режущих кромок температура и силы резания при шлифовании и заточке алмазным инструментом в 4-5 раз ниже, чем при использовании кругов из карбида кремния зеленого.

Термостойкость СА возрастает при повышении давления, что указывает на возможность осуществления спекания КАМИН при более высоких температурах. Такая возможность была реализована рядом исследователей, например, [2-4], ими была разработана и изготовлена камера высокого давления типа цилиндр-поршень с рабочим объемом до 3 дм³, рабочим давлением до 1,5 ГПа и температурой до 1250⁰С.

Изучение процесса алмазной обработки горных пород, проведенное исследователями [5, 6], убедительно показывает значительное влияние связки на эффективность обработки. Поэтому вопрос, связанный с оценкой связки, изучением её свойств, определением требований к ней в зависимости от обрабатываемого материала и вида обработки, занимает важное место.

В данной работе изучены структура, фазовый состав и некоторые физико-механические свойства металлической связки КАМИН для шлифования полупроводникового материала. КАМИН получен при давлении 1,2 ГПа по технологии, приведенной в [3].

Методика экспериментов и подготовка образцов. Металлографические исследования осуществлялись на микроскопе ММР-4. Плотность сегментов после горячего прессования определялась по методике, согласно ГОСТ 25281-82. Измерения микротвердости и твердости связок осуществлялись по стандартным методикам, соответственно, на приборе ПМТ-3 при нагрузке 0,1 Н и ТП-Р7-1 при нагрузке 49,05 Н. Замер этих характеристик связки проводился по осевой линии на двух перпендикулярных гранях образца. Для исследования бралось не менее трех образцов данного состава связки. При измерении твердости количество отпечатков на одной грани равнялось 10, а расстояние между центрами двух соседних отпечатков и от края образца составляло около 2 мм.

Контроль качества алмазосодержащего слоя инструмента производился по геометрическим размерам и по его плотности. Кроме того проводили исследования структуры и состава фаз связок. Для этого при сборке устройства для горячего прессования в него, помимо алмазосодержащих брикетов, помещали «свидетель», т. е. брикет без СА.

Качественный рентгенофазовый анализ связок проводился на дифрактометре ДРОН – 2,0 в К_αСu – излучении без фильтра при скорости счетчика 2⁰/мин., токе накала рентгеновской трубки 20 мА и напряжении – 36 кВ. При расшифровке дифрактограмм была использована американская рентгенометрическая картотека (ASTM).

Нами была разработана и изготовлена опытная партия алмазных инструментов для шлифования монокристаллического кремния. Для изготовления инструментов на металлокерамических связках,

применяемых при обработке монокристаллов кремния использовали шлифпорошки СА марки АС6. Зернистость алмазных шлифпорошков АС6 была 160/125мкм. Образец изготовлен по следующему режиму:

- Холодное брикетирование $F_{бр.}=1400 \text{ кг/см}^2$
- Горячая допрессовка $F_{гор.допр.}=1200 \text{ кг/см}^2$
- Температура спекания $620\pm 10 \text{ }^{\circ}\text{C}$.
- Время спекания 90 минут.
- Естественное охлаждение.

Результаты экспериментов и их обсуждение. Результаты исследований микроструктуры связок приведены в табл. 1 и рис. 1-3.

Из данных металлографического исследования структуры связки № 1 можно выделить условно три фазы (рис. 1). Одна из них, фаза 1, - светлые зерна. Вторая фаза – серая, а третья фаза – темная. В структуре связок № 2, № 3 (рис. 2 и 3 соответственно) обнаружена, кроме тех же фаз, что и в связке №1, темно-серая фаза.



Рис. 1. Микроструктура металлической матрицы, содержащей Ni – 85,0 % (масс.) и Sn – 15,0 %; x 1700



Рис. 2. Микроструктура металлической матрицы, содержащей Ni – 77,0 % (масс.), Sn – 8,0 %, Al – 10,0 и Fe₂O₃ – 5,0 %; x 1700

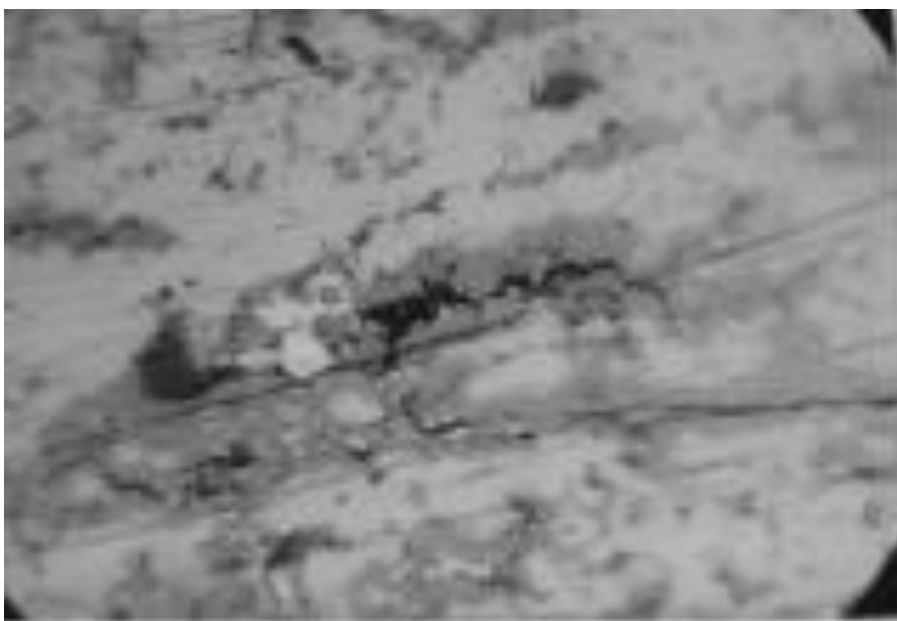


Рисунок 3. Микроструктура металлической матрицы, содержащей Ni – 77,0% (масс.), Sn – 8,0%, Al – 10,0 и Fe₂O₃ – 5,0%; x 1700

Таблица 1. Фазовый состав металлических связок

№ пп	Исходный состав шихты связки, % (масс.)	Фазовый состав после спекания
1.	Ni-85,0; Sn-15,0	Ni, Ni ₄ Sn, NiO, SnO
2.	Ni-77,0; Sn-8,0; Al-10,0; Fe ₂ O ₃ -5,0	Ni, NiSn, Al ₂ O ₃ ; FeNi
3.	Ni-77,0; Sn-15,0; Al-10,0; Fe ₂ O ₃ -5,0	Ni, NiSn, Al ₂ O ₃ ; FeNi

Исследования микроструктуры обнаруженных фаз связок 1-3 свидетельствуют о том, что фазы имеют различный химический состав.

Результаты исследований физико-механических свойств металлических связок приведены соответственно в таблице 2.

Таблица 2. Физико-механические свойства металлических связок

№ п п	Исходный состав шихты связки, % (масс.)	Микротвердость, ГПа				Твердость HV 5/10, ГПа	Плотность, ρ, кг/м ³
		фазы					
		I	II	III	IV		
1	Ni-85,0 Sn-15,0	2,6± 0,2	4,7± ±0,5	1,1± ±0,4	-	1,95± ±0,11	8753± ±42
2	Ni-77,0; Sn-8,0 Al-10,0; Fe ₂ O ₃ -5,0	3,3± 0,6	4,3± ±0,4	0,9± ±0,1	4,9± ±0,5	2,66± ±0,14	7320± ±290
3	Ni-77,0; Sn-15,0 Al-10,0; Fe ₂ O ₃ -5,0	3,8± 0,5	4,2	1,5± ±0,5	4,8± ±0,3	2,71± ±0,25	6850± ±110

Анализ результатов показывает, что введение в состав шихты связок №2 и №3 алюминия и оксида железа (Fe₂O₃), по-видимому, при горячем прессовании приводит к образованию инертного наполнителя и интерметаллида, а это в свою очередь – к незначительному повышению твердости этих связок по сравнению со связкой № 2 (см. табл.).

Экспериментальные данные измерений микро- и макротвердости различных граней сегментов показали, что эти параметры, в пределах погрешности измерения, совпадают между собой для различных граней. Это свидетельствует о том, что алмазоносный слой сегмента при спекании под давлением приобретает изотропную механическую характеристику по объему.

Таким образом, показана возможность создания КАМИН с высокими механическими характеристиками на основе СА горячим прессованием под высоким давлением, равным 1,2 ГПа.

Разработана связка и получен КАМИН на основе СА с однородными механическими свойствами для обработки монокристаллического кремния.

Литература

1. Шило А. Е. Физико-химическое воздействие фаз при создании и работе инструмента из алмаза и кубического нитрида бора. Физико-химия формирования абразивсодержащих материалов инструментального назначения. Сборник научных тр. Киев, 1988. С. 4-9.
2. Климов М. Д., Коняев Ю. С. А. с. 605719 (СССР). Способ изготовления алмазоносного инструмента / Оpubл. в Б. И., 1978. № 17.
3. Хайдаров К., Климов М. Д., Сулайманов Дж. А. и др. Изготовление и эффективность использования алмазного инструмента из поликристаллов в камнеобработке. Деп. В ВИНТИ 30.11.88. № 8732В88.
4. Бугаков В. И., Коняев Ю. С. Высокоэффективный алмазный инструмент, изготовленный по оригинальной технологии с применением высоких давлений и температур, новых связок и алмазных материалов. // Сверхтвердые материалы, 2001. № 6. С. 54-63.
5. Получение свойства СТМ и перспективные технологии их применение. Сб. научн. тр. // АН УССР. Институт сверхтвердых материалов. Киев, 1990. С. 148.