



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,  
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

## (12) ЗАЯВКА НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

(21), (22) Заявка: 2008120660/04, 23.10.2006

(30) Конвенционный приоритет:  
25.10.2005 US 11/257,905

(43) Дата публикации заявки: 10.12.2009 Бюл. № 34

(85) Дата перевода заявки РСТ на национальную  
фазу: 26.05.2008(86) Заявка РСТ:  
US 2006/060148 (23.10.2006)(87) Публикация РСТ:  
WO 2007/051089 (03.05.2007)

Адрес для переписки:  
129090, Москва, ул.Б.Спасская, 25, стр.3,  
ООО "Юридическая фирма Городисский и  
Партнеры", пат.пov. А.В.Мишу

(71) Заявитель(и):  
СТАРФАЙР СИСТЕМЗ, ИНК. (US)(72) Автор(ы):  
ШЭНЬ Цюнхуа (US),  
ШЕРВУД Уолтер Дж. (US)

## (54) ПРЕКУРСОРЫ КАРБИДА КРЕМНИЯ И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ

## (57) Формула изобретения

1. Кремниевая композиция, включающая сополимер со следующей формулой:

H - [SiH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>]<sub>x</sub>n[Si(R<sub>1</sub>)HCH<sub>2</sub>]<sub>y</sub>n[SiH(R<sub>2</sub>)CH<sub>2</sub>]<sub>z</sub>n - H,где R<sub>1</sub> представляет собой метил, фенил, метокси-, этокси-, или бутоксигруппу;где R<sub>2</sub> представляет собой аллил, пропаргил или этинил; и

где x + y + z = 1 при условии, что x, y, и z не имеют значение 0.

2. Композиция по п.1, отличающаяся тем, что R<sub>1</sub> представляет собой метил, R<sub>2</sub> представляет собой аллил, x находится в диапазоне от приблизительно 0,6 до приблизительно 0,9, у находится в диапазоне от приблизительно 0,1 до приблизительно 0,15, и z находится в диапазоне от приблизительно 0,05 до приблизительно 0,1.

3. Композиция по п.1, отличающаяся тем, что R<sub>1</sub> представляет собой метил, R<sub>2</sub> представляет собой аллил, x находится в диапазоне от приблизительно 0,6 до приблизительно 0,9, у находится в диапазоне от приблизительно 0,07 до приблизительно 0,08, и z находится в диапазоне от приблизительно 0,07 до приблизительно 0,08.

4. Композиция по п.1, отличающаяся тем, что R<sub>1</sub> представляет собой фенил, R<sub>2</sub> представляет собой аллил, x находится в диапазоне от приблизительно 0,6 до

приблизительно 0,9, у находится в диапазоне от приблизительно 0,1 до приблизительно 0,3, и z находится в диапазоне от приблизительно 0,05 до приблизительно 0,3.

5. Композиция по п.1, отличающаяся тем, что  $R_1$  представляет собой метил,  $R_2$  представляет собой этинил, x находится в диапазоне от приблизительно 0,6 до приблизительно 0,9, у находится в диапазоне от приблизительно 0,1 до приблизительно 0,3, и z находится в диапазоне от приблизительно 0,05 до приблизительно 0,3.

6. Композиция по п.1, отличающаяся тем, что  $R_1$  представляет собой метил,  $R_2$  представляет собой пропаргил, x находится в диапазоне от приблизительно 0,6 до приблизительно 0,9, у находится в диапазоне от приблизительно 0,1 до приблизительно 0,3, и z находится в диапазоне от приблизительно 0,05 до приблизительно 0,3.

7. Композиция по п.1, отличающаяся тем, что  $R_1$  представляет собой фенил,  $R_2$  представляет собой пропаргил, x находится в диапазоне от приблизительно 0,6 до приблизительно 0,9, у находится в диапазоне от приблизительно 0,1 до приблизительно 0,3, и z находится в диапазоне от приблизительно 0,05 до приблизительно 0,3.

8. Композиция по п.1, отличающаяся тем, что  $R_1$  представляет собой метил,  $R_2$  представляет собой аллил, x находится в пределах от приблизительно 0,1 до приблизительно 0,3, у находится в пределах от приблизительно 0,6 до приблизительно 0,8, и z находится в пределах от приблизительно 0,1 до приблизительно 0,2.

9. Композиция по п.1, отличающаяся тем, что  $R_1$  представляет собой метил,  $R_2$  представляет собой аллил, x находится в диапазоне от приблизительно 0,2 до приблизительно 0,25, у находится в диапазоне от приблизительно 0,1 до приблизительно 0,2, и z находится в диапазоне от приблизительно 0,55 до приблизительно 0,7.

10. Композиция по п.1, отличающаяся тем, что  $R_1$  представляет собой фенил,  $R_2$  представляет собой пропаргил, x находится в диапазоне от приблизительно 0,2 до приблизительно 0,25, у находится в диапазоне от приблизительно 0,1 до приблизительно 0,2, и z находится в диапазоне от приблизительно 0,55 до приблизительно 0,7.

11. Композиция по п.1, отличающаяся тем, что  $R_1$  представляет собой фенил,  $R_2$  представляет собой аллил, x находится в диапазоне от приблизительно 0,1 до приблизительно 0,2, у находится в диапазоне от приблизительно 0,4 до приблизительно 0,45, и z находится в диапазоне от приблизительно 0,40 до приблизительно 0,45.

12. Композиция по п.1, дополнительно включающая по меньшей мере один порошок.

13. Композиция по п.12, отличающаяся тем, что порошок состоит из частиц размером от приблизительно 0,5 до приблизительно 45 мкм.

14. Композиция по п.12, отличающаяся тем, что порошок включает дигорида гафния, карбид гафния, дигорид циркония, карбид циркония, карбид кремния, нитрид кремния, карбид бора, графит или их сочетания.

15. Кремниевая композиция, включающая сополимер следующей формулы:

$H - [SiH_2CH_2]_{x,n} [Si(R_1)HCH_2]_{y,n} [SiH(R_2)CH_2]_{z,n} - H,$

где  $R_1$  представляет собой метил;

где  $R_2$  представляет собой пропаргил или этинил; и

где  $x + y + z = 1$  при условии, что  $x$ ,  $y$ , и  $z$  не имеют значение 0.

16. Кремниевая композиция, включающая сополимер следующей формулы:

$H - [SiH_2CH_2]_{x_n}[Si(R_1)HCH_2]_{y_n}[SiH(R_2)CH_2]_{z_n} - H$ ,

где  $R_1$  представляет собой фенил, метокси, этокси, или бутоксигруппу;

где  $R_2$  представляет собой аллил; и

где  $x + y + z = 1$  при условии, что  $x$ ,  $y$ , и  $z$  не имеют значение 0.

17. Способ получения материала на основе карбида кремния, включающий нагревание сополимера следующей формулы:

$H - [SiH_2CH_2]_{x_n}[Si(R_1)HCH_2]_{y_n}[SiH(R_2)CH_2]_{z_n} - H$ ,

где  $R_1$  представляет собой метил, фенил, метокси-, этокси-, или бутоксигруппу;

где  $R_2$  представляет собой аллил, пропаргил или этинил; и

где  $x + y + z = 1$  при условии, что  $x$ ,  $y$ , и  $z$  не имеют значение 0.

18. Способ по п.17, отличающийся тем, что сополимер нагревают до температуры в диапазоне между приблизительно 160 и приблизительно 500°C.

19. Способ по п.18, отличающийся тем, что сополимер нагревают в течение периода времени от приблизительно 30 до приблизительно 240 мин.

20. Способ по п.17, отличающийся тем, что сополимер нагревают в присутствии платинового катализатора.

21. Способ по п.17, отличающийся тем, что сополимер нагревают в среде с относительной влажностью по меньшей мере 60% до температуры между приблизительно 90 и приблизительно 200°C в течение периода времени от приблизительно 1 до приблизительно 6 ч.

22. Способ по п.17, отличающийся тем, что  $R_2$  представляет собой этинильную группу.

23. Способ по п. 22, отличающийся тем, отверждение сополимера происходит под действием ультрафиолетового (УФ) излучения.

24. Способ по п.17, отличающийся тем, что сополимер нагревают до температуры в диапазоне между приблизительно 400 и приблизительно 650°C.

25. Способ по п.24, отличающийся тем, что сополимер нагревают в среде инертного газа, водорода или их сочетания.

26. Способ по п.17, отличающийся тем, что сополимер нагревают до температуры в диапазоне между приблизительно 700°C и приблизительно 1200°C.

27. Способ по п.26, отличающийся тем, что сополимер нагревают в среде инертного газа, водорода или их сочетания.

28. Способ по п.17, отличающийся тем, что сополимер нагревают до температуры в диапазоне между приблизительно 1200 и приблизительно 1800°C.

29. Способ по п.28, отличающийся тем, что сополимер нагревают в среде инертного газа, водорода или их сочетания.

30. Способ по п.17, отличающийся тем, что сополимер смешивают с порошкообразным огнеупорным материалом, состоящим из частиц размером от приблизительно 0,5 до приблизительно 45 мкм.

31. Способ по п.30, отличающийся тем, что порошкообразный огнеупорный материал представляет собой диборид гафния, карбид гафния, диборид циркония, карбид циркония, карбид кремния, нитрид кремния или их сочетания.

32. Способ по п.17, отличающийся тем, что сополимер смешивают с карбидом кремния, карбидом бора, нитридом кремния, углеродом, графитом или их сочетаниями.

33. Способ по п.17, отличающийся тем, что R<sub>1</sub> представляет собой метил; и R<sub>2</sub> представляет собой пропаргил или этинил.

34. Способ по п.17, отличающийся тем, что R<sub>1</sub> представляет собой фенил, метокси-, этокси- или бутокси-группу; и R<sub>2</sub> представляет собой аллил.

35. Материал на основе карбида кремния, полученный в соответствии со способом по п.17.

36. Материал на основе карбида кремния по п.35, в котором доля примесей составляет меньше чем 0,1%.

37. Материал на основе карбида кремния по п.35, характеризующийся по существу стехиометрическим соотношением 1:1 кремний/углерод.

38. Материал на основе карбида кремния по п.35 с регулируемым содержанием кремния, углерода и водорода.

39. Способ получения композиции, включающий

а) помещение в форму смеси, которая содержит по меньшей мере один порошок, по меньшей мере один армирующий материал, жидкий фурфурол, катализатор и сополимер следующей формулы:



где R<sub>1</sub> представляет собой метил, фенил, метокси-, этокси-, или бутоксигруппу;

где R<sub>2</sub> представляет собой аллил, пропаргил или этинил; и

где x + y + z = 1 при условии, что x, y, и z не равны 0;

б) приложение давления к форме в диапазоне от приблизительно 500 до приблизительно 5000 фунтов на кв.дюйм; и

с) нагревание формованной смеси до температуры в диапазоне от приблизительно 700 до приблизительно 1200°C.

40. Способ по п.39, отличающийся тем, что по меньшей мере один порошок содержит стеклоуглеродный порошок, графитовый порошок, нитрид бора, нитрид кремния, нефтяной кокс, медный порошок, железный порошок, титановый порошок, циркониевый порошок или их сочетание.

41. Способ по п.39, отличающийся тем, что по меньшей мере один армирующий материал представляет собой штапелированное медное волокно.

42. Способ по п.41, отличающийся тем, что содержание штапелированного медного волокна составляет от приблизительно 50 до приблизительно 80% по отношению к массе всей смеси.

43. Способ по п.40, отличающийся тем, что содержание стеклоуглеродного порошка составляет от приблизительно 5 до приблизительно 15% по отношению к массе всей смеси.

44. Способ по п.40, отличающийся тем, что содержание графитового порошка составляет от приблизительно 2 до приблизительно 10% по отношению к массе всей смеси.

45. Способ по п.39, отличающийся тем, что содержание сополимера составляет от приблизительно 5 до приблизительно 15% по отношению к массе всей смеси.

46. Способ по п.39, отличающийся тем, что содержание жидкого фурфурола составляет от приблизительно 5 до приблизительно 15% по отношению к массе всей смеси.

47. Способ по п.39, отличающийся тем, что этап нагревания осуществляют со скоростью в пределах от приблизительно 0,1 до приблизительно 1°C в минуту.

48. Способ по п.39, отличающийся тем, что этап нагревания включает поддерживание температуры в диапазоне от приблизительно 850 до приблизительно 900°C в течение периода времени между приблизительно 1 и

приблизительно 8 ч.

49. Способ по п.39, дополнительно включающий этапы:

д) применения вакуума от приблизительно 100 до приблизительно 500 миллиторр при температуре от приблизительно 10 до приблизительно 80°C к формованной смеси; е) добавления к формованной смеси сополимера со следующей формулой:



где  $R_1$  представляет собой метил, фенил, метокси-, этокси-, или бутиоксигруппу;

где  $R_2$  представляет собой аллил, пропаргил или этинил; и

где  $x + y + z = 1$  при условии, что  $x$ ,  $y$ , и  $z$  не равны 0;

ф) нагревания сополимера и формованной смеси до температуры в диапазоне от приблизительно 700 до приблизительно 1200°C.

50. Способ по п.49, отличающийся тем, что этап добавления сополимера дополнительно включает добавление жидкого фурфурола и катализатора к формованной смеси.

51. Способ по п.50, отличающийся тем, что на этапе добавления сополимера содержание сополимера составляет от приблизительно 50 до приблизительно 75% по отношению к массе всей прибавленной смеси, а содержание жидкого фурфурола и катализатора составляет от приблизительно 25 до приблизительно 50% по отношению к массе всей прибавленной смеси.

52. Изделие, полученное способом по п.39.

53. Изделие по п.52, у которого коэффициент трения составляет менее чем приблизительно 0,2, теплопроводность составляет более чем 100  $W/m^{\circ}K$ , электрическая проводимость более чем 1 Ом.

54. Изделие по п.52, отличающееся тем, что изделием является щетка для двигателя, «башмак троллейбуса», коммутатор для коробки электропередач, подшипник или шинное соединение.

55. Способ получения композиции, включающий:

а) помещение армирующего материала и суспензии в печь, при этом смесь включает по меньшей мере один порошок и сополимер со следующей формулой:



где  $R_1$  представляет собой метил, фенил, метокси-, этокси-, или бутиоксигруппу;

где  $R_2$  представляет собой аллил, пропаргил или этинил; и

где  $x + y + z = 1$  при условии, что  $x$ ,  $y$ , и  $z$  не равны 0;

б) применение вакуума в диапазоне от приблизительно 100 до приблизительно 500 миллиторр; и

с) нагревание армирующего материала и суспензии до температуры в диапазоне от приблизительно 1200 до приблизительно 1800°C.

56. Способ по п.55, отличающийся тем, что этап нагревания проходит в течение периода времени от приблизительно 1 до приблизительно 3 ч.

57. Способ по п.55, отличающийся тем, что суспензия включает бимодальный карбидокремниевый порошок в диапазоне от приблизительно 10 до приблизительно 65% по отношению к массе суспензии.

58. Способ по п.57, отличающийся тем, что бимодальный карбидокремниевый порошок включает частицы размером от приблизительно 4 до приблизительно 7 мкм и частицы размером от приблизительно 0,5 до приблизительно 0,8 мкм.

59. Способ по п.55, отличающийся тем, что армирующий материал является полиакрилонитрильной углеродной волокнистой тканью, волокном на основе нефтяного пека, штапельным волокном, войлоком или их сочетаниями.

60. Способ по п.55, дополнительно включающий этапы:

d) применения вакуума от приблизительно 100 до приблизительно 500 миллиторр при температуре от приблизительно 10 до приблизительно 80°C к печи для существенного удаления воздуха;

е) добавления к формованной смеси сополимера со следующей формулой:



где  $R_1$  представляет собой метил, фенил, метокси-, этокси-, или бутоксигруппу;

где  $R_2$  представляет собой аллил, пропаргил или этинил; и

где  $x + y + z = 1$  при условии, что  $x$ ,  $y$ , и  $z$  не равны 0;

f) нагревания сополимера и формованной смеси до температуры в диапазоне от приблизительно 850 до приблизительно 1000°C.

61. Способ по п.60, отличающийся тем, что повторяют этапы (d) и (f) для получения изделия с открытой пористостью приблизительно 2% и приблизительно 10%.

62. Изделие, полученное способом по п.55.

63. Изделие по п.62, отличающееся тем, что изделием является тормозной ротор.