

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ(12) **ЗАЯВКА НА ИЗОБРЕТЕНИЕ**

(21)(22) Заявка: 2012143821/28, 17.03.2011

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:
17.03.2010 US 61/314,893

(43) Дата публикации заявки: 27.04.2014 Бюл. № 12

(85) Дата начала рассмотрения заявки РСТ на
национальной фазе: 17.10.2012(86) Заявка РСТ:
CA 2011/050148 (17.03.2011)(87) Публикация заявки РСТ:
WO 2011/113162 (22.09.2011)Адрес для переписки:
123242, Москва, Кудринская площадь, 1, а/я 35,
"Михайлюк, Сороколат и партнеры-патентные
поверенные"

(71) Заявитель(и):

**ЦЗЭН Хайшань (СА),
ФАВЗИ Яссер (СА)**

(72) Автор(ы):

**ЦЗЭН Хайшань (СА),
ФАВЗИ Яссер (СА)**(54) **СПОСОБЫ И УСТРОЙСТВО БЫСТРОГО ФОРМИРОВАНИЯ МНОГОСПЕКТРАЛЬНЫХ
ИЗОБРАЖЕНИЙ И ПРИМЕНЕНИЯ ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ И ЛОКАЛИЗАЦИИ РАКА**

(57) Формула изобретения

1. Устройство для формирования многоспектральных изображений объекта, причем устройство содержит:

источник света, предназначенный для того, чтобы излучать свет, имеющий первый спектр, характеризующийся первыми несколькими узкими полосами, причем устройство расположено так, чтобы направлять свет из источника света на зону объекта; и

световой детектор многоканального формирования изображений, расположенный так, чтобы получить изображение зоны объекта, и предназначенный для получения данных многоканального изображения; и

систему обработки изображений, предназначенную для извлечения нескольких спектральных изображений из данных многоканального изображения, причем несколько спектральных изображений содержат спектральное изображение, соответствующее каждой из нескольких узких полос.

2. Устройство по п. 1, отличающееся тем, что источник света является управляемым для изменения спектра света, причем устройство содержит контроллер, предназначенный для переключения источника света, чтобы излучать свет, имеющий второй спектр, характеризующийся вторыми несколькими узкими полосами, причем вторые несколько узких полос второго спектра возникают при длинах волн, отличающихся от первых нескольких узких полос первого спектра, и контроллер предназначен для управления

световым детектором формирования изображений для получения первого многоканального изображения объекта, когда источник света освещает зону объекта светом, имеющим первый спектр, и для управления световым детектором формирования изображений для получения второго многоканального изображения объекта, когда источник света освещает зону объекта светом, имеющим второй спектр.

3. Устройство по п. 1, отличающееся тем, что источник света имеет несколько режимов, в каждом из режимов источник света предназначен излучать свет, имеющий соответствующий спектр, характеризующийся соответствующими несколькими узкими полосами, так, что для каждого из разных режимов несколько узких полос возникают при соответствующем отличающемся наборе длин волн.

4. Устройство по п. 3, отличающееся тем, что устройство содержит контроллер, предназначенный повторять для каждого из нескольких выбранных режимов: переключение источника света на выбранный режим; и управление детектором для получения соответствующих данных многоканального изображения, когда источник света освещает зону объекта светом, имеющим спектр, соответствующий выбранному режиму.

5. Устройство по любому из пп. 1-4, отличающееся тем, что источник света содержит широкополосный источник света и колесо с фильтрами, содержащее несколько фильтров, причем каждый из нескольких фильтров имеет соответствующую функцию фильтра, содержащую несколько узких полос пропускания.

6. Устройство по п. 4, отличающееся тем, что широкополосный источник света содержит ксеноновую дуговую лампу.

7. Устройство по любому из пп. 1-4, отличающееся тем, что источник света содержит несколько узкополосных излучателей света.

8. Устройство по п. 7, отличающееся тем, что узкополосные излучатели света представляют собой полупроводниковые излучатели света.

9. Устройство по п. 8, отличающееся тем, что узкополосные излучатели света представляют собой светоизлучающие диоды.

10. Устройство по любому из пп. 1-4, отличающееся тем, что источник света содержит широкополосный источник света и один или несколько перестраиваемых фильтров.

11. Устройство по п. 10, отличающееся тем, что перестраиваемые фильтры содержат акустооптические перестраиваемые фильтры или жидкокристаллические перестраиваемые фильтры.

12. Устройство по любому из пп. 1-4, отличающееся тем, что источник света содержит спектрально-программируемый источник света, основанный на цифровом микрозеркальном устройстве.

13. Устройство по п. 1, отличающееся тем, что несколько узких полос находятся в той части электромагнитного спектра, которая состоит из видимого и ближнего инфракрасного света.

14. Устройство по п. 1, отличающееся тем, что несколько узких полос имеют длины волн в диапазоне 390-1000 нм.

15. Устройство по п. 14, отличающееся тем, что несколько узких полос имеют длины волн в диапазоне от примерно 400 нм до примерно 800 нм.

16. Устройство по п. 1, отличающееся тем, что детектор формирования изображений содержит несколько светочувствительных матриц, каждая из которых реагирует на свет в соответствующей полосе пропускания.

17. Устройство по п. 16, отличающееся тем, что каждая из узких полос нескольких узких полос находится в отличной одной из полос пропускания.

18. Устройство по п. 1, отличающееся тем, что детектор содержит матрицу формирования изображений, представляющую собой матрицу светочувствительных

элементов, покрытую массивом цветных фильтров.

19. Устройство по п. 18, отличающееся тем, что каждый из цветных фильтров пропускает свет двух или более узких полос в количествах, определяемых характеристиками фильтра, соответствующими цветным фильтрам.

20. Устройство по п. 19, отличающееся тем, что содержащее склад данных, содержащий калибровочную информацию, где система обработки изображений предназначена для разложения данных многоканального изображения с использованием калибровочной информации, чтобы получить несколько узкополосных изображений, соответствующих нескольким узким полосам.

21. Устройство по п. 4, отличающееся тем, что детектор содержит матрицу формирования изображений, содержащую матрицу светочувствительных элементов, покрытую массивом цветных фильтров, каждый из цветных фильтров пропускает свет двух или более узких полос в количествах, определяемых характеристиками фильтра, соответствующими цветным фильтрам, и устройство содержит склад данных, содержащий калибровочную информацию, соответствующую каждому из режимов, и подсистему обработки изображений, предназначенную для разложения данных многоканального изображения с использованием соответствующей калибровочной информации, чтобы получить несколько узкополосных изображений, соответствующих нескольким узким полосам.

22. Устройство по любому из пп. 18-21, отличающееся тем, что несколько узких полос состоят из трех узких полос, эти три узкие полосы включают первую узкую полосу в диапазоне длин волн синей области спектра, вторую узкую полосу в диапазоне длин волн зеленой области спектра и третью узкую полосу в диапазоне длин волн красной/ближней инфракрасной области спектра.

23. Устройство по п. 1, отличающееся тем, что количество узких полос равно количеству каналов детектора многоканального формирования изображений.

24. Устройство по п. 1, содержащее устройство обработки изображений, предназначенное для обработки нескольких спектральных изображений для получения одного или нескольких откорректированных альбедных спектральных изображений и откорректированных спектральных изображений поглощения и рассеяния.

25. Устройство по п. 24, отличающееся тем, что устройство обработки изображений предназначено для получения по меньшей мере одного из следующего: физиологическое изображение объекта и морфологическое изображение объекта на основании откорректированных альбедных спектральных изображений и/или откорректированных спектральных изображений поглощения и рассеяния.

26. Устройство по п. 25, отличающееся тем, что физиологическое изображение содержит по меньшей мере одно из следующего: изображение концентрации оксигенированного гемоглобина, изображение деоксигенированного гемоглобина, изображение общей концентрации гемоглобина и изображение объема воды.

27. Устройство по п. 25 или 26, отличающееся тем, что морфологическое изображение основано по меньшей мере на одном из следующего: изображение объема рассеяния, изображение толщины слоя слизистой оболочки и изображение доли объема частиц рассеяния.

28. Устройство по п. 1, отличающееся тем, что устройство конструктивно исполнено как эндоскоп.

29. Устройство по п. 28, отличающееся тем, что источник света находится на проксимальном конце эндоскопа, эндоскоп содержит световод, подсоединенный для транспорта света от источника света до дистального конца эндоскопа.

30. Устройство по п. 29, отличающееся тем, что детектор формирования изображений находится на дистальном конце эндоскопа.

31. Устройство по п. 28, отличающееся тем, что источник света находится на дистальном конце эндоскопа.

32. Устройство по п. 31, отличающееся тем, что источник света содержит несколько светоизлучающих диодов, расположенных вокруг апертуры для детектора формирования изображений.

33. Устройство по п. 1, отличающееся тем, что узкие полосы имеют ширину полос 20 нм или менее.

34. Устройство по п. 1, отличающееся тем, что устройство предназначено для получения спектральных изображений со скоростью 24 или более наборов спектральных изображений в секунду.

35. Устройство по п. 1, отличающееся тем, что является реконфигурируемым для обеспечения режима освещения в белом свете, где источник света освещает зону белым светом, и детектор получает цветные изображения зоны.

36. Устройство для формирования многоспектральных изображений объекта, причем устройство содержит:

источник света для освещения объекта, причем источник света предназначен для излучения света одновременно в нескольких узких полосах длин волн для получения нескольких спектральных изображений, причем каждая из узких полос длин волн содержит различные длины волн в видимой/БИК области спектра, где источник света предназначен для изменения длин волн нескольких узких полос со временем для создания различных спектральных профилей освещения;

устройство детектирования изображений для получения изображений; и

устройство обработки изображений, предназначенное для обработки и анализа нескольких спектральных изображений и создания откорректированных альбедных спектральных изображений или откорректированных спектральных изображений поглощения и рассеяния и получения по меньшей мере одного физиологического изображения объекта и по меньшей мере одного морфологического изображения объекта на основании откорректированных альбедных спектральных изображений или откорректированных спектральных изображений поглощения и рассеяния.

37. Устройство по п. 36, отличающееся тем, что источник света выбран из группы, содержащей широкополосный источник света, программируемый цифровой микрозеркальный источник света, лазерный источник света и светоизлучающий диод.

38. Устройство по п. 37, отличающееся тем, что источник света содержит широкополосный источник света, который содержит также вращающееся колесо с несколькими фильтрами, каждый из которых пропускает две или более узких полос одновременно, причем каждая из узких полос имеет разную длину волны.

39. Устройство по п. 37, отличающееся тем, что содержит эндоскоп, причем источник света содержит несколько светоизлучающих диодов, находящихся на дистальном конце эндоскопа, и несколько светоизлучающих диодов расположены так, чтобы обеспечить равномерное освещение зоны объекта в нескольких узких полосах длин волн.

40. Устройство по п. 36, отличающееся тем, что длины волн различных узких полос разнесены равномерно.

41. Устройство по п. 36, отличающееся тем, что длины волн различных узких полос разнесены неравномерно.

42. Устройство по п. 36, отличающееся тем, что несколько узких полос включают по меньшей мере одну узкую полосу в синей области длин волн, по меньшей мере одну узкую полосу в зеленой области длин волн и по меньшей мере одну узкую полосу в красной/ближней инфракрасной области длин волн.

43. Устройство по п. 36, отличающееся тем, что устройство детектирования изображений содержит по меньшей мере три ПЗС.

44. Устройство по п. 36, отличающееся тем, что содержит эндоскоп, причем устройство детектирования изображений находится на дистальном конце эндоскопа.

45. Устройство по п. 36, отличающееся тем, что устройство детектирования изображений содержит цветную камеру с фильтрами, расположенными массивом байеровской мозаики, где камера с фильтрами, расположенными массивом байеровской мозаики, калибрована для получения сигналов формирования изображений по отражательному принципу, соответствующих изображениям по отражательному принципу для каждой из нескольких узких полос длин волн.

46. Устройство по п. 45, отличающееся тем, что содержит склад данных, содержащий калибровочную информацию, содержащую квадратную матрицу калибровки.

47. Устройство по п. 36, отличающееся тем, что содержит модуль калибровки интенсивности для получения откорректированных альбедных спектральных изображений или откорректированных спектральных изображений поглощения и рассеяния и модуль быстрой инверсии для количественного определения по меньшей мере одного физиологического изображения и по меньшей мере одного морфологического изображения, основанных на откорректированных альбедных спектральных изображениях или откорректированных спектральных изображениях поглощения и рассеяния.

48. Устройство по п. 47, отличающееся тем, что модуль калибровки интенсивности использует измеренные спектры отражения от пикселя изображения и спектры оптического поглощения *in vitro* объекта для корректировки интенсивности нескольких спектральных изображений.

49. Устройство по п. 47, отличающееся тем, что модуль калибровки интенсивности определяет, по меньшей мере, константу калибровки интенсивности - константу геометрии измерений K_a для внесения поправки на изменение угла связывания и расстояния измерений между объектом и средством формирования изображений, и константу калибровки интенсивности - константа альбедной корректировки K_s для внесения поправки на относительный характер измерений интенсивности.

50. Устройство по п. 49, отличающееся тем, что устройство предназначено для использования константы геометрии K_a для определения откорректированных альбедных спектральных изображений и для использования константы альбедной корректировки K_s для определения откорректированных спектральных изображений поглощения и рассеяния по альбедному изображению с использованием спектров поглощения *in vitro* объекта.

51. Устройство по п. 48, отличающееся тем, что модуль быстрой инверсии основан на модели обратного преобразования линейной матрицы.

52. Способ формирования многоспектральных изображений, причем способ предусматривает следующие стадии:

стадию, на которой зону объекта освещают светом, имеющим спектр, содержащий несколько узких полос длин волн;

стадию, на которой получают данные изображения, содержащие изображение освещенного объекта, используя детектор многоканального формирования изображений; и

стадию, на которой из данных изображения извлекают несколько спектральных изображений, причем эти несколько спектральных изображений содержат спектральное изображение, соответствующее каждой из нескольких узких полос.

53. Способ по п. 52, отличающийся тем, что включает стадию, на которой освещение зоны объекта и получение данных изображения повторяют несколько раз, где способ включает стадию, на которой для разных повторений спектр изменяют путем изменения длин волн полос нескольких узких полос длин волн.

54. Способ по любому из пп. 52-53, отличающийся тем, что полосы длин волн находятся в спектральном диапазоне, состоящем из света в видимой и ближней инфракрасной областях спектра.

55. Способ по п. 52, отличающийся тем, что включает повторение способа со скоростью 24 Гц или выше.

56. Способ по п. 52, отличающийся тем, что на стадии, на которой зону объекта освещают светом, свет пропускают через фильтр, имеющий несколько полос пропускания, соответствующих нескольким узким полосам длин волн.

57. Способ по п. 53, отличающийся тем, что на стадии, на которой зону объекта освещают светом, свет пропускают через фильтр, имеющий несколько полос пропускания, соответствующих нескольким узким полосам длин волн, причем способ включает пропускание для каждого повторения света через другой фильтр.

58. Способ по п. 57, отличающийся тем, что фильтры установлены вокруг колеса, и способ включает стадии, на которых колесо вращают и при повороте колеса координируют работу детектора формирования изображений, чтобы с помощью детектора формирования изображений получить по меньшей мере одно изображение при освещении светом объекта через каждый из фильтров.

59. Способ по п. 56 или 57, отличающийся тем, что на стадии, на которой из данных изображения извлекают несколько спектральных изображений, данные изображения обрабатывают с использованием калибровочных данных, причем в способе используют различные калибровочные данные для изображений, соответствующих каждому из разных фильтров.

60. Способ по п. 52, отличающийся тем, что включает стадию, на которой из спектральных изображений синтезируют изображение в белом свете по отражательному принципу.

61. Способ по п. 52, отличающийся тем, что включает стадию, на которой спектральные изображения обрабатывают для получения одного или нескольких из следующего: откорректированные альбедные спектральные изображения и откорректированные спектральные изображения поглощения и рассеяния.

62. Способ по п. 52, отличающийся тем, что включает стадию, на которой спектральные изображения обрабатывают для получения одного или нескольких из следующего: физиологическое изображение объекта и морфологическое изображение объекта.

63. Способ по п. 62, отличающийся тем, что в качестве объекта используют ткань, и физиологическое изображение содержит одно или несколько из следующего: изображение оксигемоглобина, изображение деоксигемоглобина, изображение объема воды в ткани и изображение другого распределения хромофоров.

64. Способ формирования многоспектральных изображений, включающий следующие стадии:

стадию, на которой зону объекта освещают светом в N узких полосах длин волн, и стадию, на которой получают изображения объекта, когда его освещают;

где освещение выполняют в определенной последовательности стадий, и на каждой стадии объект одновременно освещают светом, имеющим спектр, состоящий каждый раз, по существу, из набора n из N узких полос длин волн, и получают изображение объекта с использованием детектора многоканального формирования изображений;

и
данные многоканального изображения с детектора многоканального формирования изображений обрабатывают для получения спектральных изображений, соответствующих N узким полосам длин волн.

65. Способ по п. 64, отличающийся тем, что включает повторение способа со

скоростью видео, и отображение спектральные изображения или изображения, полученные из спектральных изображений.

66. Способ по п. 65, отличающийся тем, что скорость видео является скоростью не менее 24 Гц.

67. Способ количественного определения физиологической и морфологической информации о ткани, причем способ включает следующие стадии:

стадию, на которой объект одновременно освещают несколькими узкими полосами длин волн освещения, причем каждая из узких полос имеет разную длину волны в видимой/БИК области спектра;

стадию, на которой создают несколько спектральных изображений;

стадию, на которой корректируют интенсивность спектральных изображений, используя измеренные спектры отражения от пикселя изображения, и получают откорректированные альбедные спектральные изображения или откорректированные спектральные изображения поглощения и рассеяния; и

стадию, на которой по откорректированным альбедным спектральным изображениям или откорректированным спектральным изображениям поглощения и рассеяния получают по меньшей мере одно физиологическое изображение и по меньшей мере одно морфологическое изображение.