

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 395 062**

51 Int. Cl.:

G01N 21/55 (2006.01)
A01M 21/04 (2006.01)
G01N 21/35 (2006.01)
A01M 7/00 (2006.01)
G01N 21/25 (2006.01)
G01N 21/39 (2006.01)
B07C 5/342 (2006.01)
A01M 21/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.08.2007 E 07784717 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la solicitud europea: **29.04.2009 EP 2052236**

54 Título: **Sistema y método de detección óptica para discriminación de plantas**

30 Prioridad:

01.08.2006 AU 2006904147

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
07.02.2013

73 Titular/es:

**PHOTONIC DETECTION SYSTEMS PTY LTD
(100.0%)
40 CHURCHILL AVENUE
SUBIACO, WA 6008, AU**

72 Inventor/es:

ALAMEH, KAMAL

74 Agente/Representante:

URÍZAR ANASAGASTI, José Antonio

ES 2 395 062 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Sistema y método de detección óptica para discriminación de plantas

Campo de la Invención

5 **[0001]** La presente invención se refiere a dispositivos ópticos y uso de dispositivos ópticos en un detector para identificar objetos.

Antecedentes de la Invención

0002] Existen muchísimas necesidades de sistemas detectores que puedan discriminar objetos. Tal discriminación puede ser, por ejemplo, discriminación de plantas para fines hortícolas, detección de objetos extraños en procesos industriales y en sistemas de clasificación, por nombrar sólo unos pocos.

10 **[0003]** Un área particular de interés está en la discriminación de organismos nocivos en cultivos. Los organismos nocivos pueden incluir insectos o malas hierbas. En el área de control de malas hierbas es práctica común pulverizar herbicidas en diferentes momentos en el ciclo de cultivación de una cosecha. Preocupaciones medioambientales y costes agrarios incrementados han llevado a una evaluación crítica del uso de productos químicos en agricultura. Algunas prácticas de cultivo han surgido que permiten la aplicación en sitios específicos de químicos tales como herbicidas, de ahí limitando el uso de agroquímicos. La capacidad de identificar con precisión y/o diferenciar plantas en tiempo real y a velocidades comunes de funcionamiento es considerado como un deseo sin satisfacer/no cubierto unmet en agricultura.

20 **[0004]** Un sistema discriminatorio de vegetación conocido como "el buscador de malas hierbas Patchen " se discrimina al medir el índice de vegetación (VI) definido como el coeficiente de reflexión en longitudes de onda de infrarrojos cercanos (en alrededor de 800nm) a la reflexión en longitudes de onda rojas (alrededor de 650nm). El VI es elevado para plantas verdes y bajo para suelos. Sin embargo el sistema aún tiene numerosos problemas que incluyen el enfoque de la luz desde sus fuentes de luz LED cuando el objeto objetivo varía en distancia de los LEDs y su capacidad para discriminar entre diferentes plantas verdes con alguna fiabilidad.

25 **[0005]** US 5673113 A1 (Fig. 1) revela un dispositivo de análisis para la clasificación automática de frutas o vegetales por calidad y coloración - con respecto a los detalles del procesamiento realizado por la unidad de procesamiento US 5673113 se refiere explícitamente a FR 2703932 A1. El dispositivo según US 5673113 (Fig. 1) comprende un primer conjunto con una fuente láser multilinea 4 cuyo haz es proporcionado por medio de un espejo de desviación 5 hacia un cubo polarizador 6 (para distinguir haces entrantes y salientes) y medios de recogida 7 descritos en FR2703932 que incluyen un detector. El dispositivo comprende además un segundo conjunto con una fuente láser 8 compuesta de un diodo láser colimado infrarrojo cuyo haz es transmitido por medio de un espejo de desviación 9 hacia el cubo polarizador 10 – también se proporciona el medio de recogida en 11 similar al medio de recogida 7. El dispositivo comprende además un tercer conjunto compuesto de un diodo láser colimado infrarrojo 12 cuyo haz es transmitido por medio de un espejo de desviación 13 hacia un cubo polarizador 14 – también se proporciona la cadena de recogida 15 que incluye un detector. El dispositivo también comprende láminas dicróicas 16-18 próximas respectivamente a cada una de las tres fuentes de luz 4, 8 y 12 para desviar respectivamente longitudes de onda de menos de 700 nanómetros, longitudes de onda de menos de 800 nanómetros y longitudes de onda de menos de 1 micra para generar un haz superpuesto que es transmitido hacia un polígono giratorio 19 y un conjunto de espejos 20-29 para el posterior barrido del haz compuesto sobre los vegetales o fruta de muestra que son transportados sobre dos líneas de transporte 2, 3.

40 **[0006]** La luz reflejada es detectada por los respectivos detectores en los medios de recogida 7, 11, 15 cuyas señales de salida son introducidas en una unidad de procesamiento detallada en FR2703932 que comprende medios de conversión analógica/numérica y medios de cálculo adecuados para calcular, en base a criterios programados predefinidos, artículos utilizables de información de clasificación por los que los datos colorimétricos generados son utilizados en la clasificación automática de las frutas o vegetales (además se realiza un preprocesamiento en el que la detección de una discontinuidad cóncava con forma cóncava en la luz reflejada en todas las longitudes de onda da lugar a que el análisis colorimétrico no se realiza para tales puntos). El algoritmo de procesamiento colorimétrico consiste en almacenar, inicialmente, para cada longitud de onda, los valores de los niveles grises (0 a 255) de todos los puntos. Los pasos posteriores dependen de la fruta a clasificar y los colores predominantes en la última, y pueden ser adaptados para cada tipo de fruta por ejemplo, manzanas, el espectro colorimétrico entre verde y azul y entre rojo y verde son calculados para cada punto.

Breve Resumen de la Invención

[0007] La presente invención comprende un sistema de detección como se define en la Reivindicación anexa 1.

[0008] La presente invención comprende un método de identificación de sustancia de plantas como se define en la Reivindicación anexa 10.

[0009] En esta especificación el término colimado es utilizado para significar un haz estrecho con mínima divergencia en la longitud útil del haz cuando se utiliza en aplicaciones adecuadas para la presente invención.

[0010] En esta especificación el término longitud de onda es utilizado para definir una característica de luz. Una persona con conocimiento en la materia será fácilmente capaz de convertir la longitud de onda a frecuencia de luz mediante el uso de la bien conocida fórmula $c = \lambda \cdot f$, donde c es la velocidad de la luz, λ es la longitud de onda y f es la frecuencia.

Descripción de Diagramas

[0011] Con el fin de proporcionar un mejor entendimiento de la presente invención, se describirán ahora realizaciones preferidas en mayor detalle, a modo de ejemplo únicamente, con referencia a los diagramas acompañantes, en los cuales:

La Figura 1 es un diagrama conceptual de un sistema de detección y pulverización según un ejemplo;

La Figura 2 es un gráfico que muestra un espectro reflectante típico (por longitud de onda) de una hoja verde;

La Figura 3 es un diagrama esquemático de una realización de un sistema de detección utilizado para detección de malas hierbas;

La Figura 4 es un diagrama esquemático de una fuente de luz colimada; y,

La Figura 5 es un diagrama esquemático de una fuente de luz.

Descripción Detallada de Realizaciones Preferidas

[0012] La Figura 1 muestra un sistema de detección y pulverización 10 que comprende un componente de detección 12, un controlador 22 y una unidad controlable de pulverizador 24. El sistema 10 está normalmente unido a una pluma de una pieza de maquinaria agrícola (tal como un tractor) y se desplaza sobre un cultivo en un campo que está siendo cultivado. La dirección de desplazamiento sería de derecha a izquierda del diagrama. El campo tiene plantas 28 del cultivo que crecen del suelo 30 y plantas indeseadas, a partir de aquí referidas como malas hierbas 26. El sistema 10 necesita ser capaz de distinguir no solamente el suelo 30 del cultivo 28, sino en particular necesita distinguir las malas hierbas 26 del cultivo 28. Alternativamente el sistema puede ser diseñado para detectar otros organismos nocivos como insectos.

[0013] El sistema 10 funciona produciendo al menos un haz de luz 16 desde una fuente de luz 14 del componente de detección 12. El haz de luz 16 es dirigido a objetos dentro de un campo de visión a medida que se mueve por el campo. El haz transmitido 16 es reflejado por objetos, y en este caso una mala hierba 26, para producir un haz reflejado 18. Una unidad detectora 20 del componente de detección 12 detecta el haz reflejado 18. Datos de reflectancia medidos de la unidad detectora 20 son enviados al controlador 22, que procesa los datos para identificar al objeto siendo explorado por el haz 16. El controlador 22 se dispone además para controlar la unidad de pulverización 24 de tal modo que en el momento en que la unidad de pulverización pasa sobre la mala hierba 26, una válvula en la unidad de pulverización 24 puede ser operada de modo que rocíe la mala hierba 26, con un producto químico adecuado, utilizando por ello el producto químico únicamente como se requiera. El proceso de identificación realizado por el controlador 22 se describe más adelante.

[0014] En el estado de la técnica, el índice de vegetación se define como la proporción de reflexión en longitud de onda cercana al infrarrojo (alrededor de 800nm) a la reflexión a longitudes de onda del rojo (alrededor de 650nm). Se ha descubierto por el inventor que el uso de longitudes de onda adicionales proporciona capacidad adicional para discriminar no sólo plantas de suelo sino también capacidad de discriminar entre distintos tipos de plantas verdes, para las cuales el índice de vegetación del estado de la técnica no es fiable.

[0015] La presente invención logra esto por la fuente de luz 14 que produce luz en tres o más longitudes de onda diferentes. Es deseable utilizar láseres como fuente de luz ya que son muy adecuados para producir luz con anchos de banda muy estrechos. Se puede considerar que un láser produce luz en solamente la longitud de onda deseada. Cada láser individual producirá luz en cada longitud de onda individual en un haz individual. En el pasado se han usado ópticas complejas para intentar dirigir la luz (sea de un láser o no) a un sólo punto con distancia variable desde la fuente de luz. El inventor ha superado este problema combinando los haces individuales en un sólo haz cambiando. Un ejemplo logra esto por utilización de un colimador descrito más abajo.

[0016] En referencia a la Figura 3, el componente de detección 12 es mostrado en más detalle. La fuente de luz 14 comprende una disposición láser 30, un combinador WDM, un colimador 32, que respectivamente combinan y coliman los haces de láser de cada láser en un único haz colimado combinado 48 y un divisor de haz 34 que divide el haz combinado colimado 48 en una pluralidad de haces paralelos 6 dirigidos a objetos en el campo de visión. Una alternativa a utilizar el divisor de haz es hacer recorrer el haz 16 por un trayecto moviendo un reflector con el fin de dirigir el haz por el trayecto. El haz 16 puede ser pulsado con el fin de iluminar puntos cuando atraviesa el trayecto o puede ser continuo.

[0017] En un ejemplo el dispositivo láser comprende tres diodos láser de corriente alterna, cada uno produciendo luz en una longitud de onda diferente (630nm, 670nm and 780nm). Los diodos láser son individualmente controlables por el controlador 22 por medio de un circuito de control. La intensidad del haz emitido por cada láser puede controlarse por un potenciómetro de ajuste.

5 **[0018]** Los haces WDM son superpuestos por el combinador WDM y colimados por el colimador 32. En una realización el haz combinado colimado 48 tiene un diámetro de 5mm.

[0019] El haz 16 será normalmente pulsado/modulado con el fin de que tras la demodulación la intensidad del haz reflejado 18 pueda ser distinguida de cualquier luz de fondo.

10 **[0020]** El punto de visión de la Figura 3 es transversal a la longitud de trayectoria del equipo agrícola sobre el que está montado el sistema 10 de la Figura1.

15 **[0021]** El divisor de haz 34 comprende una cavidad óptica alargada 40, formada de un material adecuado, tal como vidrio o plásticos transparentes. La cavidad óptica 40 podría también estar formada de un hueco dentro de un prisma. La cavidad 40 tiene forma de prisma rectangular con extremos opuestos 44 y 46, y lados longitudinales opuestos paralelos 36 y 38. También tiene una entrada óptica 42 en la que el haz combinado 48 puede entrar en la cavidad 40. La entrada 42 se coloca en o cerca del extremo 44. Un recubrimiento altamente reflectante es aplicado a la superficie del lado 36, la cual tiene idealmente una reflectancia mayor que 99%. Un recubrimiento parcialmente reflectante se aplica al segundo lado 38, el cual refleja aproximadamente 90% de luz y transmite aproximadamente el 10% de la luz recibida. Esto permite que la mayoría del haz 48 que impacta en el recubrimiento se refleje mientras permite algo de ella se transmita. Debido al ángulo de incidencia del haz entrante combinado 48 éste se refleja entre los recubrimientos superficiales de los lados 36 y 38, mientras que al mismo tiempo produce una serie de haces paralelos 16, que son emitidos desde el lado 38. La reflectividad del recubrimiento en el lado 38 en esta realización es constante, pero debido a que la intensidad es degradada progresivamente por cada haz transmitido, la intensidad de haz internamente reflejado disminuirá progresivamente mientras se propaga a lo largo de la longitud de la cavidad 40. Esto a su vez producirá haces progresivamente menos intensos 16 alejados de la entrada 42 hacia el segundo extremo 46. La reflectancia/transmisibilidad del recubrimiento del lado 38 no necesita ser constante a lo largo de la longitud de la cavidad 40 y no necesita ser 90%/10%.

[0022] Un ángulo de incidencia del haz combinado 48 en la cavidad determinará el número de veces que el haz será reflejado en la longitud de la cavidad 40, lo que a su vez determinará el espaciado entre cada haz de salida 16.

30 **[0023]** En una realización, el divisor 34 comprende una cavidad óptica que es un sustrato de vidrio sencillo con forma de un prisma rectangular de dimensiones 199mm x 29mm x 14mm, aproximadamente. Los extremos pueden estar sin recubrir (transparentes) de forma que uno se puede comportar como la entrada óptica 42.

35 **[0024]** En esta realización un ángulo de incidencia de unos 19 grados producirá un espaciado de haz de cerca de 1cm. Un intervalo práctico razonable de ángulos de incidencia está entre 1 y 45 grados y preferiblemente entre 10 y 30 grados, aunque cualquier ángulo entre (no incluidos) 0 y 90 grados puede ser apropiado dependiendo de la aplicación.

[0025] Si se deseara producir haces 16 que no fueran paralelos entonces la forma de uno o ambos de los lados 36 y 38 podría variar. Por ejemplo haciendo el lado 36 en forma cóncava los haces 16 divergerían, o haciendo el lado 38 en forma cóncava los haces convergerían.

40 **[0026]** Cuando cada haz 16 impacta un objeto se iluminará un punto/spot. Sobre una superficie plana los haces 16 formarían un línea recta de puntos. La reflexión de la iluminación, desde el punto de vista de la unidad detectora 20, aparecerá como un haz reflejado 18.

45 **[0027]** La unidad detectora 20 se coloca básicamente en línea con los puntos, aunque puede estar desplazada. La unidad detectora 20 comprende un generador de imagen unidimensional 50 y una lente de formación de imágenes 52. La lente 52 enfoca cada uno de los puntos asociados con cada uno de los haces sobre un elemento de detección del generador de imagen 50. Así los elementos en el generador de imagen son capaces de producir una imagen unidimensional de los haces reflejados 18 (por ejemplo, los spots). Esta imagen unidimensional es pasada a un procesador de señal precursora y luego al controlador 22. El procesador de señal precursora puede demodular la señal y/o correlacionar la temporización de una señal de control de pulsos enviada a una particular fuente de láser con los datos de intensidad recibidos con el fin de hacer corresponder los datos de intensidad con una particular longitud de onda.

50 **[0028]** En una realización, el generador de imagen 50 comprende dos filas apiladas de 1024 píxeles, cada píxel siendo de 14x14 micras de tamaño.

55 **[0029]** La lente 52 tiene un iris, zoom y enfoque ajustable para capturar apropiadamente spots producidos por los haces paralelos 16 que impactan objetos en el campo de visión. La lente puede tener su inclinación calibrada en dimensiones X y Y para que sea lograda la captura completa del spot. El generador de imagen 50 está conectado a un puerto serie virtual utilizando un cable Ethernet CAT 5 a un PC (el controlador 22) donde es conducido utilizando

una interfaz de uso gráfico programable. A través de este interfaz pueden ser modificadas las configuraciones de formación de imágenes del detector. Una serie de cuadros son capturados, incluyendo cada marco los datos de intensidad. Los datos de intensidad de cada spot pueden ser medidos en una escala de intensidad de 12-bit oscilando de 0 a 4096 unidades arbitrarias.

5 **[0030]** El ángulo de visión de la unidad detectora 20 a cada spot aumentará secuencialmente, lo cual a su vez producirá una reducción secuencial en la intensidad percibida en el haz reflejado 18. Esto puede estar sustancialmente compensado por el incremento secuencial en la intensidad de los haces incidentes 16 colocando la unidad detectora más cercana al haz de luz 16 de más débil intensidad proporcionándole de ese modo un ángulo de visión más cercano a 0 grados.

10 **[0031]** Un sistema de detección complementario 14' puede ser posicionado en el otro lado de la unidad detectora 20. La unidad detectora 20 se coloca contigua al extremo 46 del divisor 34 con el fin de que esté alineada con la línea del haz paralelo 16. La salida de los haces 16 del sistema 14 y de los haces del sistema 14' puede ser temporizada con el fin de que la unidad detectora 20 pueda ser multiplexada con lecturas de reflectancia de los sistemas 14 y 14'. Ciertamente la salida de cada longitud de onda puede ser multiplexada por división de tiempo de forma que el generador de imagen esté únicamente leyendo una longitud de onda cada vez.

15 **[0032]** En referencia a la Figura 4, el colimador de la fuente de luz 32 se describe en mayor detalle. La disposición láser 30 comprende un primer láser 60 que produce luz de longitud de onda de unos 630nm, un segundo láser 62 que produce luz a 670nm, y un tercer láser 64 que produce luz en una longitud de onda de 780nm. El colimador 32 comprende un primer reflector 66 y un segundo reflector 68. Reflectores 66 y 68 comprenden filtros ópticos de película fina que transmiten una particular longitud de onda incidente desde un lado del filtro y reflejan todas las otras longitudes de onda incidentes del otro lado. En el caso de del reflector 66 el haz de luz del láser 62 se transmite mientras que el haz del láser 60 se refleja. Los láseres 60 y 62 y el reflector 66 están alineados de forma que el haz reflejado del láser 60 está alineado y se superpone (es colimado) con el haz del láser 62. El reflector 68 comprende una película fina la cual permite que luz del láser 62 pase a su través pero refleja el haz combinado de los láseres 60 y 62. El láser 64 y el reflector 68 están alineados con el reflector 66 de tal modo que haces reflejados de los láseres 60 y 62 son colimados con el haz del láser 64 después de que sea transmitido a través del reflector 68. El haz resultante 48 es colimado de los tres láseres diferentes.

20 **[0033]** Una persona entendida en la materia se dará cuenta de que esta técnica puede ser utilizada para añadir más láseres (potencialmente de longitudes de onda diferentes) con utilización de reflectores adicionales con filtros de película fina apropiados. Un ejemplo de esto se muestra esquemáticamente como el colimador 32 in la Figura 5 y es descrito más adelante. Una persona entendida en la materia también se dará cuenta de que el colimador funcionará únicamente con el primer láser, el segundo láser y el primer reflector para colimar los haces del primer y segundo láser.

25 **[0034]** Cada láser 60, 62 y 64 tiene un respectivo montaje 70, 72 and 74 que permite que el láser sea girado alrededor de su eje longitudinal. Si se coloca un filtro polarizador en el haz 48 cada láser puede ser girado de forma que el haz 48 tenga la misma polarización en cada una de las longitudes de onda. Por ejemplo el primer láser 60 se gira de forma que la luz no pase a través del filtro polarizador. Entonces a su vez los láseres 62 y 64 pueden ser rotados de manera que de nuevo la luz de esos láseres no se transmita a través del filtro polarizador. La polarización de cada uno de los láseres será entonces la misma. Es deseable que el haz 48 tenga la misma polarización, ya que diferente polarización puede ser un factor perjudicial al leer la intensidad del haz reflejado 18.

30 **[0035]** En referencia a la Figura 5, se muestra un ejemplo alternativo de la fuente de luz 14. En este ejemplo un sustrato óptico en forma de L formado de vidrio comprende la cavidad óptica 40 del divisor 34 (como la base de la L), una sección 72 que comprende una sección de colimador 72, y una sección 74, que conecta la sección de colimador 72 a la cavidad óptica 40. Las secciones 72 y 74 forman la parte de atrás de la L. La sección de colimador 72 está formada en una disposición parecida a la mostrada en la Figura 4 con una pluralidad de fuentes de láser cada una de ellas produciendo una longitud de onda diferente $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_{N-1}, \lambda_N$ de luz y una serie de filtros 80 situados en el exterior de la sección de sustrato 72 que transmite luz del láser respectivo pero refleja luz en otras longitudes de onda (por ejemplo, el filtro marcado 80 transmite luz en λ_2 , pero refleja otras longitudes de onda). El filtro 78 transmite luz en longitud de onda λ_N . Los láseres y filtros 78 y 80 están dispuestos respecto a la sección 72 de tal modo que el haz de láser resultante 48 está colimado. El haz colimado 48 impacta en un reflector 76, que tiene aproximadamente 100% de reflexión. El reflector 76 esta orientado para enviar el haz 48 dentro de la cavidad óptica 82 en un ángulo adecuado para producir el número deseado de haces paralelos combinados de salida 16 debido a su propagación reflejada de lado a lado en la longitud del divisor 34.

35 **[0036]** Se describirá ahora el método de uso y operación de la presente invención con referencia a los diagramas acompañantes.

40 **[0037]** El sistema 10 se monta para funcionamiento de modo que los objetos a identificar se desplacen a través de los haces 16. En la aplicación de control de malas hierbas el sistema 10 será montado sobre una pluma de un vehículo agrícola, que puede desplazarse por el cultivo a una altura de 1 a 2m. El sistema 10 de la Figura 3 puede cubrir de 1 a 3m a lo largo de la longitud de la pluma y si es necesario pueden colocarse otros sistemas 10 en

paralelo sobre la pluma para completar toda la anchura de la pluma. En otras aplicaciones el sistema 10 puede ser estacionario y los objetos a identificar se moverán, tal como por una cinta transportadora.

5 [0038] Los haces de luz 16 alcanzan uno o más objetos produciendo una serie de spots iluminados. La luz puede ser visible o puede estar fuera del espectro visible. En la aplicación de control de malas hierbas la luz de láser de 630 nm es visible como rojo. Las luces de láser de 670 nm y 780 nm están en el espectro infrarrojo (cercano) y no son visibles al ojo humano. Otras longitudes de onda pueden ser utilizadas en otras aplicaciones. En la aplicación de control de malas hierbas más longitudes de onda producirán mayor precisión en la discriminación, hasta unas 10 a 15 longitudes de onda diferentes.

10 [0039] La luz reflejada 18 es capturada por la unidad detectora 20 y se toma una lectura de la intensidad de cada punto. Las lecturas se proporcionan al controlador 22. El controlador 22 ejecuta un programa informático que normaliza las lecturas, almacena las lecturas y calcula una proporción entre cada una de las intensidades normalizadas. Las proporciones de intensidad normalizada se comparan con una base de datos de proporciones de intensidad para encontrar una correspondencia o la mejor correspondencia. En el caso en que se encuentre una correspondencia se usa una clasificación de objetos asociada con las proporciones en correspondencia para identificar el objeto.

20 [0040] Debido a la naturaleza lineal de los puntos, puede determinarse la posición e incluso una dimensión del objeto identificado. Esto puede combinarse con información GPS sobre la localización del vehículo para registro y posterior análisis. En base a la posición determinada en la línea de puntos (y así la posición respecto a la pluma), la distancia entre el componente de detección 12 y la unidad controlada de pulverización 24, y la velocidad de desplazamiento del vehículo, el funcionamiento de la unidad de pulverización 24 puede ser temporizado para únicamente dispensar el producto químico sobre el objeto cuando sea identificado como una mala hierba 26. Normalmente una línea de unidades de pulverización 24 estará colocada sobre la pluma (o una segunda pluma de arrastre). Al conocer la posición de la mala hierba en la línea de puntos la unidad de pulverización apropiada es activada. En el caso en que el sistema fuera configurado para detectar insectos, cuando se detecta un insecto podría ser rociado con un insecticida. De maneja similar en otras aplicaciones una vez que el objeto sea identificado por sus proporciones de respuesta espectral puede tomarse la acción apropiada (si alguna).

25 [0041] La base de datos de proporciones está construida tomando lecturas de muestra de posibles objetos candidatos. Las proporciones de intensidad de longitudes de onda claves son registradas en la base de datos junto con una clasificación de los objetos candidatos para hacerlos corresponder. Por ejemplo la hoja verde en la Figura 2 tiene un conjunto de proporciones de (unos) 10.2:10:60.

[0042] Una alternativa a utilizar proporciones de intensidades es utilizar el gradiente entre pares de intensidades de longitudes de onda contiguas. Las proporciones pueden de hecho ser utilizados para derivar los gradientes y viceversa. De nuevo un ejemplo de gradientes de la hoja verde en la Figura 2 son $(10-10,2) + 40 = -x 0,005$ y $(60-10) + 110 = 0,455$.

35 [0043] El uso de las proporciones o gradientes da resultados de correspondencia considerablemente mejores para identificar objetos en la base de datos que el método anterior de utilizar un VI porque una parte mayor del espectro de reflectancia es capaz de ser utilizada para hacer la correspondencia.

40 [0044] El colimador 32 puede usarse en otras aplicaciones. Funciona al recibir luz del láser 60 (o alguna otra fuente de luz colimada) y reflejándola desde el reflector 66. Al mismo tiempo recibe luz del láser 62 (u otra fuente de luz colimada). La luz del láser 62 es transmitida a través del reflector 66 y se alinea con la luz reflejada del láser 60. La luz del láser 60 y láser 62 es luego colimada. Esta luz colimada puede ser luego reflejada del reflector 68. Al mismo tiempo el colimador 32 recibe luz del láser 64 (u otra fuente de luz colimada). La luz del láser 64 es transmitida a través del reflector 68 y se alinea con la luz reflejada del láser 60 y el láser 62. El haz de salida resultante 48 es una alineación (colimación) de luz de los láseres 60, 62 y 64. Es fácilmente obvio que pueden añadirse más láseres de diferentes longitudes de onda con reflectores apropiados.

45 [0045] El divisor 40 puede usarse en otras aplicaciones. Opera al recibir luz 48 a través de la entrada óptica 42. La luz se refracta según el ángulo de incidencia y es parcialmente transmitida a través del recubrimiento del lado 38 para formar un primer haz 16. Es también reflejada por el recubrimiento del lado 38 y alcanza el recubrimiento del lado 36 adicionalmente a lo largo de la longitud de la cavidad hacia el extremo 46, tras lo que es de nuevo reflejada para de nuevo alcanzar el recubrimiento del lado 38. Esta luz es parcialmente transmitida a través del recubrimiento en el lado 38 para formar un segundo haz paralelo al primer haz. Es también reflejada por el recubrimiento del lado 38 para de nuevo alcanzar el recubrimiento del lado 36 adicionalmente a lo largo de la longitud de la cavidad hacia el extremo 46. Este proceso continúa con el haz rebotando una y otra vez entre los lados 36 y 38 en la longitud de la cavidad hacia el extremo y produce más haces desde el lado 38 que son paralelos al primer y segundo haz. Es fácilmente obvio que las dimensiones de la cavidad y el ángulo de incidencia del haz de entrada afectarán el espaciado y el número de haces de salida. Es fácilmente obvio que el porcentaje de transmisión/reflectancia del haz a través del recubrimiento del lado 38 afectará la intensidad de los haces de salida.

[0046] Las personas expertas en la técnica de la invención entenderán que pueden hacerse muchas modificaciones sin apartarse del ámbito de la invención como se define por las Reivindicaciones anexas

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de detección para discriminar plantas que comprende:

5 una fuente de luz que comprende tres o más láseres, cada láser estando dispuesto para producir un haz de láser pulsado de una longitud de onda diferente, un combinador colimador y multiplexor por división de tiempo WDM, para combinar los haces de luz pulsada láser de los tres o más láseres en un haz de luz combinado colimado y multiplexado por división de tiempo; un divisor para dividir el haz de luz combinado colimado y multiplexado por división de tiempo en una pluralidad de haces de luz teniendo cada uno de ellos las diferentes longitudes de onda de tal modo que los haces de luz son dirigidos a distintas áreas no superpuestas en un campo de visión;

10 un detector para medir claramente la reflectancia de cada una de las distintas áreas no superpuestas en cada una de las distintas longitudes de onda; y

un identificador para identificar al menos un tipo de planta en el campo de visión a partir de la reflectancia medida en cada una de las longitudes de onda en cada una de las distintas áreas no superpuestas..

15 2. El sistema de detección como se reivindica en la Reivindicación 1, en el que el identificador identifica el al menos un tipo de planta determinando una proporción entre las reflectancias de luz medidas en cada una de las longitudes de onda y comparando la proporción determinada con una base de datos de proporciones de referencia de plantas conocidas para identificar plantas observadas en cada una de las distintas áreas no superpuestas.

20 3. El sistema de detección como se reivindica en la Reivindicación 1, en el que el identificador identifica el al menos un tipo de planta determinando gradientes entre las reflectancias medidas en cada una de las longitudes de onda y comparando los gradientes determinados con una base de datos de gradientes de referencia de plantas conocidas para identificar plantas observadas en cada una de las distintas áreas no superpuestas.

4. El sistema de detección como se reivindica en cualquiera de las Reivindicaciones precedentes, en el que el divisor está configurado de modo que la intensidad de cada haz de luz láser pulsado disminuye progresivamente y el detector está colocado de tal modo que un haz de luz más intenso está más lejano del detector.

25 5. El sistema de detección como se reivindica en cualquiera de las Reivindicaciones precedentes, en el que el colimador comprende:

30 un primer reflector configurado para reflejar luz en una primera de las longitudes de onda y también configurado para pasar luz en una segunda de las longitudes de onda, en donde el primer reflector, un primero de los láseres y un segundo de los láseres están dispuestos de tal modo que un primer haz de láser del primer láser es reflejado por el primer reflector de modo para se combine y colime con un segundo haz de láser del segundo láser que pasa a través del primer reflector;

35 un segundo reflector configurado para reflejar haces de láser colimados en la primera y segunda longitud de onda y también configurado para pasar un haz de láser en una tercera de las longitudes de onda, en donde un tercero de los láseres, el primer reflector y segundo reflectos están dispuestos de tal modo que los haces de láser combinados del primer y segundo láseres son reflejados por el segundo reflectos de tal modo que se combinan y coliman con un tercer haz de láser del tercer láser que pasa a través del segundo reflector.

6. El sistema de detección como se reivindica en cualquiera de las Reivindicaciones precedentes, en el que el divisor comprende:

40 una cavidad óptica alargada que tiene un primer extremo y un segundo extremo, un primer lado longitudinal y un segundo lado longitudinal opuesto;

una capa de recubrimiento reflectante en el primer lado longitudinal que refleja luz dentro de la cavidad óptica;

45 una capa de recubrimiento parcialmente reflectante en el segundo lado longitudinal de tal modo que parte del haz de luz láser combinado en la cavidad óptica que alcanza la capa de recubrimiento parcialmente reflectante se reflejará y parte se transmitirá fuera de la cavidad óptica; y una entrada óptica a la cavidad en o adyacente al primer extremo de modo que el haz de luz láser combinado pueda entrar en la cavidad y reflejarse entre los lados longitudinales hacia el segundo extremo, con parte del haz láser combinado saliendo de la cavidad a través del segundo lado longitudinal de forma que el haz de luz láser combinado es transformado en una pluralidad de haces de luz láser separados emanando del segundo lado longitudinal de forma que iluminan la pluralidad de distintas áreas no superpuestas en el campo de visión.

7. El sistema de detección como se reivindica en la Reivindicación 2, en el que el identificador comprende:

un almacenamiento para una base de datos de características de referencia de plantas de, o derivadas de, la intensidad reflejada de luz que alcanza cada planta candidata en tres o más longitudes de onda; y

un procesador para determinar la proporción de la reflectancia medida en cada una de las áreas no superpuestas y comparar la proporción determinada con las características de referencia en la base de datos para identificar el tipo de planta.

8. El sistema de detección como se reivindica en la Reivindicación 3, en el que el identificador comprende:

5 un almacenamiento para una base de datos de características de referencia de plantas de, o derivadas de, la intensidad reflejada de luz que alcanza cada planta candidata en tres o más longitudes de onda diferentes especificadas; y

10 un procesador para determinar un gradiente de las reflectancias medidas en cada una de las distintas zonas no superpuestas y comparar el gradiente determinado con las características de referencia en la base de datos para identificar el tipo de planta.

9. El sistema de detección como se reivindica en cualquiera de las Reivindicaciones precedentes, en el que una orientación de cada uno de los láseres es tal que la polarización de los haces de luz láser combinados del combinador es alineada en las tres o más longitudes de onda.

10. Un método de identificación de plantas que comprende:

15 producir tres o más haces de luz pulsada láser cada uno con diferente longitud de onda;

combinar, colimar y multiplexar por división de tiempo WDM los tres o más haces de luz pulsada láser en un haz de luz combinado, colimado y multiplexado por división de tiempo;

20 dividir el haz de luz combinado colimado y multiplexado por división de tiempo en una pluralidad de haces espaciados unos de otros de modo que los haces de luz son dirigidos a distintas áreas no superpuestas en un campo de visión;

medir la reflectancia en cada una de las distintas longitudes de onda y de cada una de las distintas zonas no superpuestas; e

identificar al menos un tipo de planta en el campo de visión a partir de la reflectancia medida en cada una de las distintas áreas no superpuestas.

25 **11.** El método como se reivindica in Reivindicación 10, en el que la identificación de plantas comprende:

proporcionar una base de datos de características de referencia de plantas candidatas, cada característica de referencia comprendiendo proporciones de intensidades de reflectancia de luz que alcanza cada planta candidata en tres o más longitudes de onda diferentes especificadas;

30 determinar una proporción de intensidades de reflectancia de luz en tres o más longitudes de onda diferentes especificadas; y

comparar las proporciones determinadas con las características de referencia para identificar la planta.

12. El método como se reivindica en la Reivindicación 10 o Reivindicación 11, en el que la identificación de plantas comprende:

35 proporcionar una base de datos de características de referencia de plantas candidatas, cada característica de referencia comprendiendo gradientes entre diferentes intensidades de reflectancia de luz que alcanza cada planta candidata en tres o más longitudes de onda diferentes especificadas;

determinar gradientes entre diferentes intensidades de reflectancia en tres o más longitudes de onda diferentes especificadas; y

comparar los gradientes determinados con las características de referencia para identificar la planta.

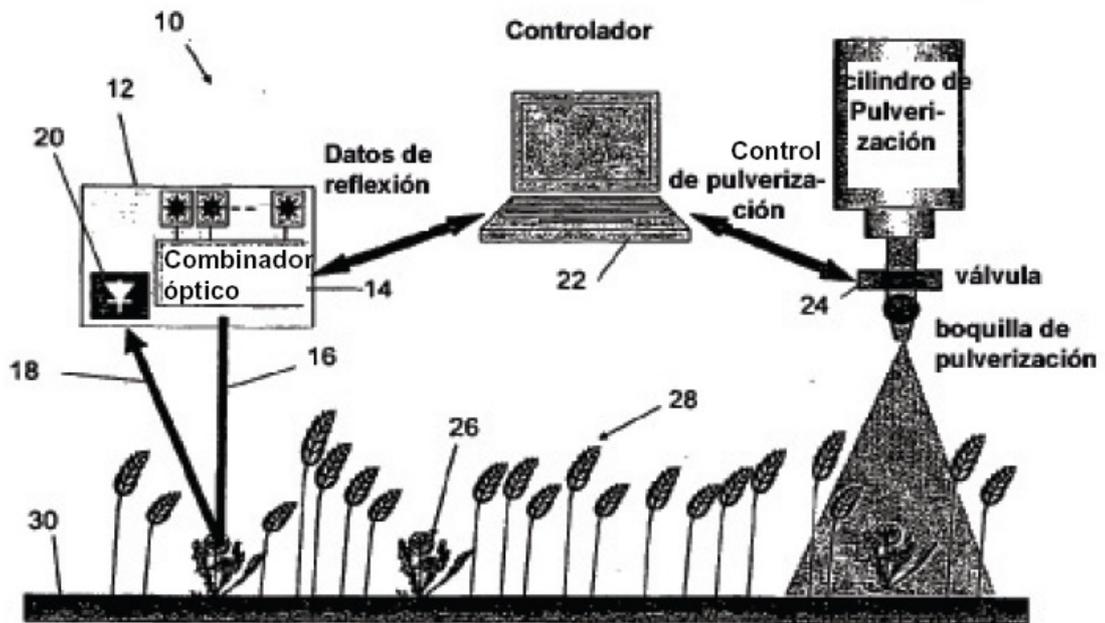


FIG. 1

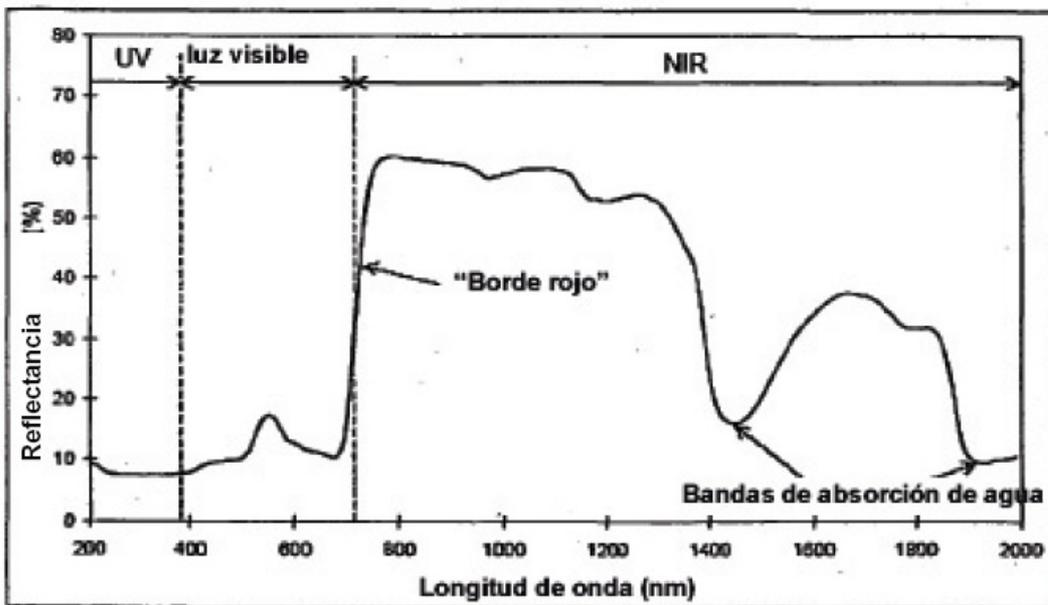


FIG. 2

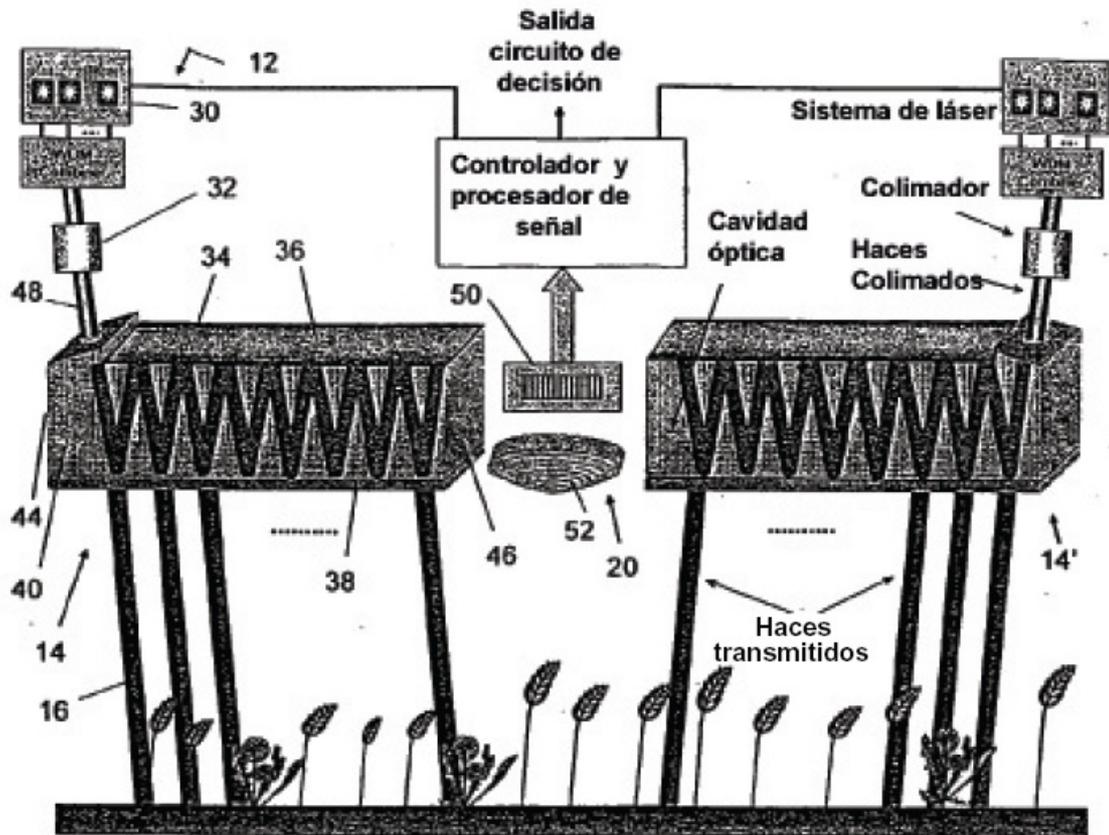


FIG. 3

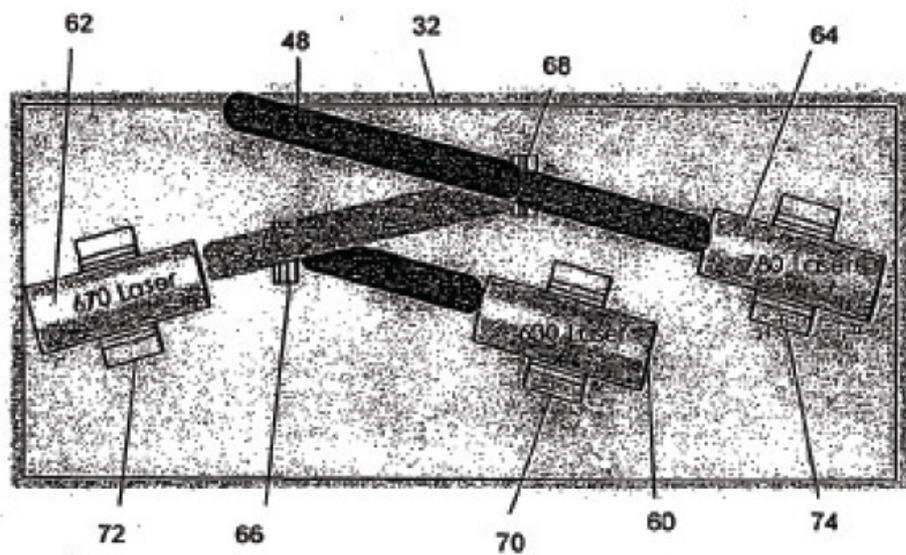


FIG. 4

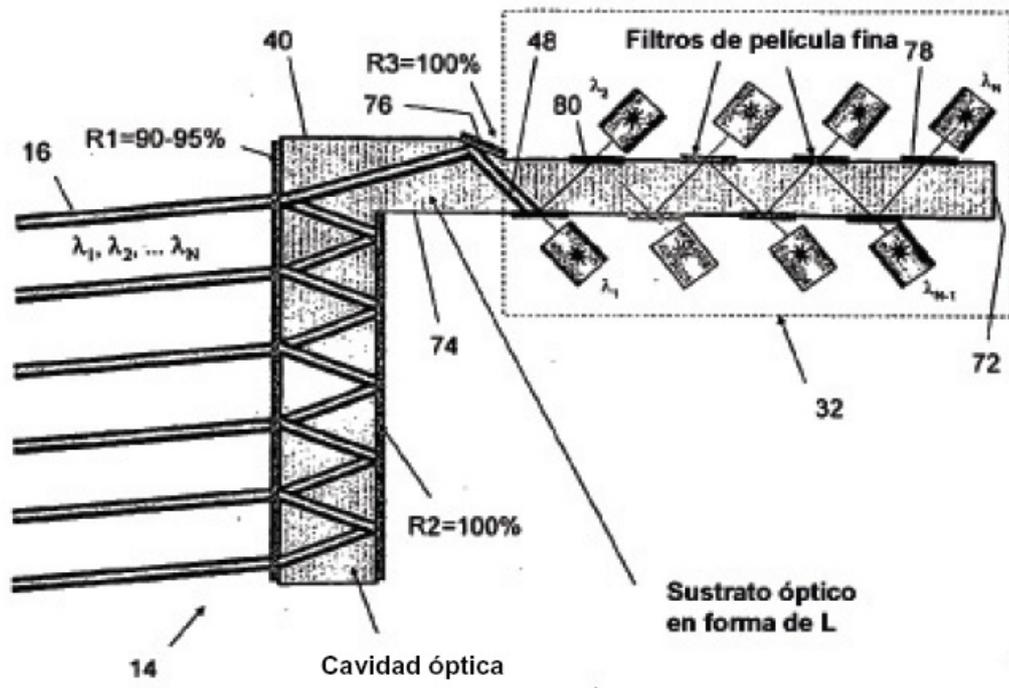


FIG. 5.