

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 813 326**

51 Int. Cl.:

**G08B 17/06** (2006.01)

**G08B 17/107** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **08.11.2017 PCT/US2017/060611**

87 Fecha y número de publicación internacional: **17.05.2018 WO18089473**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.11.2017 E 17801261 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.08.2020 EP 3539100**

54 Título: **Detección basada en fibra óptica de alta sensibilidad**

30 Prioridad:

**11.11.2016 US 201662420603 P**  
**23.11.2016 US 201662425678 P**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**23.03.2021**

73 Titular/es:

**CARRIER CORPORATION (100.0%)**  
**17900 Beeline Highway**  
**Jupiter, FL 33478, US**

72 Inventor/es:

**BIRNKRANT, MICHAEL J.;**  
**ALEXANDER, JENNIFER M. y**  
**HARRIS, PETER**

74 Agente/Representante:

**ISERN JARA, Jorge**

ES 2 813 326 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

Detección basada en fibra óptica de alta sensibilidad

### 5 ANTECEDENTES

Las realizaciones de esta descripción se refieren generalmente a un sistema para detectar condiciones dentro de un espacio predeterminado y, más particularmente, a un sistema de detección de fibra óptica.

10 Los sistemas de detección de humo convencionales funcionan detectando la presencia de humo u otros contaminantes en suspensión en el aire. Tras la detección de un nivel umbral de partículas, puede activarse una alarma u otra señal, tal como una señal de notificación, y puede iniciarse el funcionamiento de un sistema de extinción de incendios.

Los sistemas de detección de humo de alta sensibilidad pueden incorporar una red de tuberías que consiste en una o más tuberías con orificios o entradas instaladas en lugares donde puede acumularse humo o emisiones previas al incendio de una región o entorno que está siendo supervisado. El aire se mete en la red de tuberías a través de las entradas, tal como por medio de un ventilador, y posteriormente se dirige a un detector. En algunos sistemas de detección de humo convencionales, pueden colocarse conjuntos de sensor individuales en cada ubicación de detección, y cada conjunto de sensor tiene sus propios componentes de procesamiento y detección.

20 Pueden producirse retrasos en la detección de la presencia del incendio en detectores de humo puntuales convencionales y también en sistemas de detección de red de tuberías, por ejemplo, debido al tiempo de transporte de humo. En los sistemas de detección de red de tuberías, debido al tamaño de la red de tuberías, normalmente hay un retraso de tiempo entre el momento en que el humo entra en la red de tuberías a través de una entrada y el momento en que ese humo llega realmente al detector remoto. Además, debido a que el humo u otros contaminantes entran inicialmente en la red de tuberías a través de algunas de las entradas, el humo se mezcla con el aire limpio proporcionado a la tubería desde el resto de las entradas. Como resultado de esta dilución, el humo detectable de la mezcla de humo y aire puede no exceder el umbral necesario para indicar la existencia de un incendio.

30 El documento DE102013213721A1 describe un módulo de detección de humo óptico que puede usarse como parte de un sistema de alarma de incendio.

El documento WO2014/041350A1 describe un sistema de detección según el preámbulo de la reivindicación 1.

### 35 RESUMEN

En una realización, un sistema de detección para medir una o más condiciones dentro de un área predeterminada que comprende: un mazo de fibras que tiene al menos un cable de fibra óptica para transmitir luz; una pluralidad de ramas de fibra óptica conectadas operativamente al al menos un cable de fibra óptica, cada rama terminada en un nodo dispuesto para medir una o más condiciones dentro del área predeterminada; acoplamientos para conectar cada rama de la pluralidad de ramas de fibra óptica, y por lo tanto cada nodo de la pluralidad de nodos, al al menos a un cable de fibra óptica; y un sistema de control acoplado operativamente al mazo de fibras de modo que la luz dispersada asociada con el nodo se transmite al sistema de control, donde el sistema de control analiza la luz dispersada para determinar al menos una de una presencia y magnitud de la una o más condiciones en el nodo. Los acoplamientos están dispuestos para permitir que los nodos sean reubicados, añadidos y/o retirados después de instalarse el mazo de fibras.

El acoplamiento para una rama de la pluralidad de ramas de fibra óptica puede ser una conexión de empalme.

50 El acoplamiento para una rama de la pluralidad de ramas de fibra óptica puede ser una conexión fusionada.

El acoplamiento para una rama de la pluralidad de ramas de fibra óptica puede ser una conexión de dispositivo de conmutación de estado sólido.

55 Cada cable de fibra óptica del al menos un cable puede estar conectado operativamente a una fuente de luz a través de un acoplamiento de fuente de luz.

La una o más condiciones pueden incluir la presencia de humo en el área predeterminada.

60 La una o más condiciones pueden incluir la presencia de humo y/o fuego en el área predeterminada.

En otra realización, un procedimiento para medir una o más condiciones dentro de un área predeterminada que comprende: transmitir luz a lo largo de al menos un cable de fibra óptica desde una fuente de luz a una pluralidad de ramas de fibra óptica, terminando cada rama en un nodo que está ubicado para medir una o más más condiciones en el área predeterminada, cada rama de la pluralidad de ramas de fibra óptica, y por lo tanto cada nodo de la pluralidad de nodos, conectado operativamente al al menos un cable de fibra óptica a través de un acoplamiento; recibir luz

dispersada de la pluralidad de nodos; comunicar la luz dispersada a un sistema de control; y analizar la luz dispersada asociada con el nodo para determinar al menos una de la presencia y magnitud de la condición dentro del área predeterminada. El procedimiento usa acoplamientos que están dispuestos para permitir que los nodos sean reubicados, añadidos y/o retirados después de instalarse el mazo de fibras.

5

El acoplamiento para una rama de la pluralidad de ramas de fibra óptica puede ser una conexión de empalme. El acoplamiento para una rama de la pluralidad de ramas de fibra óptica puede ser una conexión fusionada.

10 El acoplamiento para una rama de la pluralidad de ramas de fibra óptica puede ser una conexión de dispositivo de conmutación de estado sólido.

La fuente de luz puede ser un diodo láser.

La una o más condiciones pueden incluir la presencia de humo en el área predeterminada.

15

Un conjunto de control puede identificar un nodo de la pluralidad de nodos en los que existe la condición.

#### BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

20 El objeto que se considera como la presente descripción se señala particularmente y se reivindica claramente en las reivindicaciones al término de la memoria descriptiva. Lo anterior y otras características y ventajas de la presente descripción resultan evidentes a partir de la siguiente descripción detallada y tomada junto con los dibujos que la acompañan, en los cuales:

25 la Fig. 1 es un diagrama esquemático de un sistema de detección según una realización;  
la FIG. 1A es un diagrama esquemático de transmisión de luz en un nodo de un sistema de detección según una realización;

la FIG. 2A es un diagrama esquemático de un sistema de detección según otra realización.

la FIG. 2B es un diagrama esquemático de un sistema de detección según otra realización;

30 la FIG. 3 es una vista en sección transversal de un nodo de fibra óptica del mazo de fibras de la FIG. 1 según una realización;

la FIG. 4A es una vista lateral de un mazo de fibras de un sistema de detección según una realización;

la FIG. 4B es un diagrama esquemático de un mazo de fibras de un sistema de detección según una realización;

35 la FIG. 5 es un diagrama esquemático de un sistema de detección que incluye una pluralidad de mazos de fibras según una realización;

la FIG. 6 es una vista en perspectiva de un área dentro de un edificio que ha de ser supervisada mediante un sistema de detección según una realización;

la FIG. 7 es un diagrama esquemático de un sistema de control del sistema de detección según una realización;

40 la FIG. 8 es otro diagrama esquemático de un sistema de detección que incluye un sensor de fotodiodo de avalancha según una realización;

la FIG. 9 es un procedimiento de funcionamiento de un sistema de detección según una realización;

la FIG. 10 es un diagrama esquemático de un flujo de procesos para evaluar las señales generadas por el dispositivo sensible a la luz según una realización;

45 las FIGS. 11A y 11B son diagramas que ilustran las señales registradas por el sistema de detección a lo largo del tiempo para diversas condiciones o eventos predefinidos según una realización;

la FIG. 12 es otro diagrama esquemático de un sistema de detección;

la FIG. 13 es otro diagrama esquemático más de un sistema de detección;

la FIG. 14 es un diagrama esquemático de un sistema de detección que usa lentes;

la FIG. 15 es otro diagrama esquemático de un sistema de detección que usa espejos;

50 la FIG. 16A es un diagrama esquemático de un sistema de detección que tiene una conexión de empalme;

la FIG. 16B es otro diagrama esquemático de una conexión de empalme para un sistema de detección;

la FIG. 17 es un diagrama esquemático de un sistema de detección que incluye un amplificador óptico;

la FIG. 18 es un diagrama esquemático de un sistema de detección configurado además para comunicación; y

la FIG. 19 es una ilustración esquemática de un sistema de detección y sistema de extinción combinado.

55

La descripción detallada explica realizaciones de la presente descripción, junto con ventajas y características, a título de ejemplo con referencia a los dibujos.

#### DESCRIPCIÓN DETALLADA

60

Con referencia ahora a las FIGS., se ilustra un sistema 20 para detectar una o más condiciones o eventos dentro de un área designada. El sistema de detección 20 puede ser capaz de detectar una o más condiciones peligrosas, incluyendo, pero no limitadas a la presencia de humo, fuego, temperatura, llama o cualquiera de una pluralidad de contaminantes, productos de combustión o productos químicos. Alternativamente, o además, el sistema de detección 65 20 puede estar configurado para realizar operaciones de supervisión de personas, condiciones de iluminación u objetos. En una realización, el sistema 20 puede funcionar de manera similar a un sensor de movimiento, tal como

para detectar la presencia de una persona, ocupantes o acceso no autorizado al área designada, por ejemplo. Las condiciones y eventos descritos en esta invención están pensados solo como ejemplo, y otras condiciones o eventos adecuados están dentro del alcance de la descripción.

- 5 El sistema de detección 20 usa luz para evaluar la presencia de una condición en un volumen. En esta memoria descriptiva, el término "luz" significa radiación coherente o incoherente a cualquier frecuencia o una combinación de frecuencias en el espectro electromagnético. En un ejemplo, el sistema fotoeléctrico usa dispersión de luz para determinar la presencia de partículas en la atmósfera ambiente para indicar la existencia de una condición o evento predeterminado. En esta memoria descriptiva, el término "luz dispersada" puede incluir cualquier cambio en la
- 10 amplitud/intensidad o dirección de la luz incidente, incluyendo reflexión, refracción, difracción, absorción y dispersión en cualquiera/todas las direcciones. En este ejemplo, se emite luz en el área designada; cuando la luz encuentra un objeto (una persona, una partícula de humo o una molécula de gas, por ejemplo), la luz puede ser dispersada y/o absorbida debido a una diferencia en el índice de refracción del objeto en comparación con el medio circundante (aire). Dependiendo de objeto, la luz puede ser dispersada en todas las direcciones diferentes. Observar cualquier cambio
- 15 en la luz incidente, detectando la luz dispersada por un objeto, por ejemplo, puede proporcionar información sobre el área designada, incluyendo la determinación de la presencia de una condición o evento predeterminado.

En su forma más básica, como se muestra en la FIG. 1, el sistema de detección 20 incluye un único cable de fibra óptica 28 con al menos un núcleo de fibra óptica. El término cable de fibra óptica 28 incluye cualquier forma de fibra

20 óptica. Como ejemplos, una fibra óptica es una longitud de cable que está compuesta por uno o más núcleos de fibra óptica de fibra de cristal fotónico o núcleo hueco monomodo, multimodo, de mantenimiento de polarización. Un nodo 34 está ubicado en el punto de terminación de un cable de fibra óptica 32 y está incluido inherentemente en la definición de un cable de fibra óptica 28. El nodo 34 está colocado en comunicación con la atmósfera ambiente. Una fuente de luz 36, tal como un diodo láser, por ejemplo, y un dispositivo sensible a la luz 38, tal como un fotodiodo, por ejemplo,

25 están acoplados al cable de fibra óptica 28. Un sistema de control 50 del sistema de detección 20, discutido con más detalle a continuación, se utiliza para gestionar el funcionamiento del sistema de detección y puede incluir el control de componentes, adquisición de datos, procesamiento de datos y análisis de datos.

Como se muestra en la FIG. 1A, la luz procedente de la fuente de luz se transmite a través del nodo 34 al área

30 circundante, ilustrada esquemáticamente en 21. La luz 21 interactúa con una o más partículas indicativas de una condición, ilustrada esquemáticamente en 22, y se refleja o transmite de vuelta al nodo 34, ilustrada esquemáticamente en 23. Una comparación de la luz proporcionada al nodo 34 y/o los cambios en la luz reflejada de vuelta al dispositivo sensible a la luz 38 desde el nodo 34 indicará si existen o no cambios en la atmósfera en la atmósfera ambiente adyacente al nodo 34 que están causando la dispersión de la luz. La luz dispersada como se describe en esta invención

35 pretende incluir adicionalmente luz reflejada, transmitida y absorbida. Aunque se describe que el sistema de detección 20 usa dispersión de luz para determinar una condición o evento, las realizaciones en las que se usa oscurecimiento, absorción y fluorescencia de luz además de o en lugar de la dispersión de luz también están dentro del alcance de la descripción.

40 En otra realización, el sistema de detección 20 puede incluir una pluralidad de nodos 34. Por ejemplo, como se ilustra en la FIG. 2A, una pluralidad de cables de fibra óptica 28 y nodos correspondientes 34 están asociados cada uno con un dispositivo sensible a la luz distinto 38. En las realizaciones en las que un dispositivo sensible a la luz individual 38 está asociado con cada nodo 34, como se muestra en la FIG. 2A, puede supervisarse la salida de señal procedente de cada nodo 34. Tras la detección de un evento o condición predeterminada, será posible localizar la posición del

45 evento porque se conoce la posición de cada nodo 34 dentro del sistema 20. Alternativamente, como se muestra en la FIG. 2B, una pluralidad de cables de fibra óptica 28 pueden estar acoplados a un único dispositivo sensible a la luz.

En realizaciones en las que un único dispositivo sensible a la luz 38 está configurado para recibir luz dispersada de una pluralidad de nodos 34, el sistema de control 50 puede localizar la luz dispersada, es decir, identificar la luz

50 dispersada recibida de cada uno de la pluralidad de nodos 34. En una realización, el sistema de control 50 usa la posición de cada nodo 34, específicamente la longitud de los cables de fibra óptica 28 asociados con cada nodo 34 y el tiempo de vuelo correspondiente (es decir, el tiempo transcurrido entre el momento en que la luz fue emitida por la luz fuente de luz 36 y el momento en que la luz fue recibida por el dispositivo sensible a la luz 38), para asociar diferentes partes de la señal de luz con cada uno de los nodos respectivos 34 que están conectados a ese dispositivo

55 sensible a la luz 38. Alternativamente, o además, el tiempo de vuelo puede incluir el tiempo transcurrido entre el momento en que se emite la luz desde el nodo y el momento en que la luz dispersada es recibida de vuelta en el nodo. En tales realizaciones, el tiempo de vuelo proporciona información respecto a la distancia del objeto en relación con el nodo.

60 En una realización, ilustrada en la sección transversal del cable de fibra óptica mostrado en la FIG. 3, dos núcleos de fibra de transmisión de luz sustancialmente idénticos y paralelos 40, 42 están incluidos en el cable de fibra óptica 28 y terminan en el nodo 34. Sin embargo, debería entenderse que en esta invención también se contemplan realizaciones en las que el cable de fibra óptica 28 incluye solo un único núcleo de fibra, o más de dos núcleos. La fuente de luz 36 puede estar acoplada al primer núcleo de fibra 40 y el dispositivo sensible a la luz 38 puede estar

65 acoplado al segundo núcleo de fibra 42, por ejemplo, cerca de un primer extremo del cable de fibra óptica 28. La fuente de luz 36 puede hacerse funcionar selectivamente para emitir luz, que viaja por el primer núcleo de fibra 40 del cable

de fibra óptica 28 al nodo 34. En el nodo 34, la luz emitida es expulsada a la atmósfera adyacente. La luz es dispersada y transmitida de vuelta al nodo 34 y por el cable de fibra 28 al dispositivo sensible a la luz 38 a través del segundo núcleo de fibra 42.

5 Con referencia ahora a la FIG. 4A, en realizaciones más complejas, el sistema de detección 20 incluye un mazo de fibras 30 que tiene una pluralidad de cables de fibra óptica 28 agrupados entre sí. Cabe señalar que un mazo de fibras 30 también puede ser solo un único cable de fibra óptica 28. En una realización, una pluralidad de núcleos de fibra 40, 42 están agrupados entre sí en una ubicación para formar un eje troncal de mazo de fibras 31 con los extremos de los cables de fibra óptica 28 separados (no incluidos en el eje troncal agrupado) para definir una pluralidad de ramas de fibra óptica 32 del mazo de fibras 30. Como se muestra, la pluralidad de núcleos de fibra 40, 42 se ramifican para formar una pluralidad de ramas de fibra individuales 32, cada una de las cuales termina en un nodo 34. En las realizaciones no limitativas de las FIGS. 4A y 4B, el mazo de fibras 30 incluye además una pata emisora 33 y una pata receptora 35 asociadas con las ramas de fibra 32. La pata emisora 33 puede contener los primeros núcleos de fibra 40 de cada una de la pluralidad de ramas de fibra 32 y la pata receptora 35 puede contener todos los segundos núcleos de fibra 42 de cada una de las ramas de fibra 32. La longitud de los núcleos de fibra óptica 40, 42 que se extienden entre la pata emisora 33 o la pata receptora 35 y el nodo 34 puede variar en longitud de modo que las ramas 32 y los nodos correspondientes 34 estén dispuestos en diversas posiciones a lo largo de la longitud del eje troncal de mazo de fibras 31. En una realización, las posiciones de los nodos 34 pueden establecerse durante la fabricación, o en el momento de instalación del sistema 20.

20 Alternativamente, el mazo de fibras 30 puede incluir un cable de fibra óptica (no mostrado) que tiene una pluralidad de ramas 32 formadas integralmente con el mismo y que se extienden desde el mismo. Las ramas 32 pueden incluir solo un único núcleo de fibra óptica. La configuración, específicamente el espaciado de los nodos 34 dentro de un mazo de fibras 30 puede ser sustancialmente equidistante, o puede variar a lo largo de la longitud del mazo 30. En una realización, la colocación de cada nodo 34 puede correlacionarse con una ubicación específica dentro del área designada.

Con referencia ahora a la FIG. 5, el sistema de detección 20 puede incluir además una pluralidad de mazos de fibras 30. En la realización ilustrada, no limitativa, un dispositivo sensible a la luz distinto 38 está asociado con cada uno de la pluralidad de mazos de fibras 30. Sin embargo, aquí también se contemplan realizaciones en las que un único dispositivo sensible a la luz 38 está acoplado a la pluralidad de mazos de fibras 30. Además, una única fuente de luz 36 puede estar acoplada operativamente a la pluralidad de núcleos de fibra de transmisión de luz 40 dentro de la pluralidad de mazos de fibras 30 del sistema 20. Alternativamente, el sistema de detección 20 puede incluir una pluralidad de fuentes de luz 36, cada una de las cuales está acoplada a uno o más de la pluralidad de mazos de fibras 30.

El sistema de detección 20 puede estar configurado para supervisar un área predeterminada tal como un edificio. El sistema de detección 20 puede utilizarse especialmente para áreas predeterminadas que tienen un entorno abarrotado, tal como una sala de servidores, como se muestra en la FIG. 6, por ejemplo. Cada mazo de fibras 30 puede estar alineado con una o más filas de equipos 46, y cada nodo 34 en el mismo puede estar ubicado directamente adyacente a una de las torres 48 dentro de las filas 46. Además, los nodos pueden estar dispuestos para supervisar recintos específicos, dispositivos electrónicos o maquinaria. La colocación de los nodos 34 de tal manera permite la detección temprana de una condición, así como la localización, lo que puede limitar la exposición de los otros equipos de la sala a la misma condición. En otra aplicación, el sistema de detección 20 puede estar integrado en una aeronave, tal como para supervisar un compartimento de carga, un estante de aviónica, un lavabo u otra región confinada de la aeronave que pueda ser propensa a incendios u otros eventos.

El sistema de control 50 del sistema de detección 20 se utiliza para gestionar el funcionamiento del sistema de detección y puede incluir el control de componentes, adquisición de datos, procesamiento de datos y análisis de datos. El sistema de control 50, ilustrado en la FIG. 7, incluye al menos un dispositivo sensible a la luz 38, al menos una fuente de luz, 36 y un conjunto de control 52, tal como un ordenador que tiene uno o más procesadores 54 y memoria 56 para implementar un algoritmo 58 como instrucciones ejecutables que son ejecutadas por el procesador 54. Las instrucciones pueden ser almacenadas u organizadas de cualquier manera en cualquier nivel de abstracción. El procesador 54 puede ser cualquier tipo de procesador, incluyendo una unidad central de procesamiento ("CPU"), un procesador de propósito general, un procesador de señales digitales, un microcontrolador, un circuito integrado de aplicación específica ("ASIC"), una matriz de puertas programables in situ ("FPGA"), o similares. Además, en algunas realizaciones, la memoria 56 puede incluir memoria de acceso aleatorio ("RAM"), memoria de solo lectura ("ROM") u otro medio electrónico, óptico, magnético o cualquier otro medio legible por ordenador para almacenar y soportar el procesamiento en la memoria 56. Además de estar acoplado operativamente a la al menos una fuente de luz 36 y el al menos un dispositivo sensible a la luz 38, el conjunto de control 52 puede estar asociado con uno o más dispositivos de entrada/salida 60. En una realización, los dispositivos de entrada/salida 60 pueden incluir una alarma u otra señal, o un sistema de extinción de incendios que se activan tras la detección de un evento o condición predefinida. Debería entenderse en esta invención que el término alarma, como se usa en esta invención, puede indicar cualquiera de los posibles resultados de una detección.

65 El procesador 54 puede estar acoplado a la al menos una fuente de luz 36 y el al menos un dispositivo sensible a la

luz 38 a través de conectores. El dispositivo sensible a la luz 38 está configurado para convertir la luz dispersada recibida desde un nodo 34 en una señal correspondiente que puede ser recibida por el procesador 54. En una realización, la señal generada por el dispositivo sensor de luz 38 es una señal electrónica. La señal producida desde el dispositivo sensor de luz 38 se proporciona a continuación al conjunto de control 52 para procesamiento usando un algoritmo para determinar si existe una condición predefinida.

La señal recibida por o producida desde el (los) dispositivo(s) sensible(s) a la luz 38 puede ser amplificada y/o filtrada, tal como mediante un comparador (no mostrado), para reducir o eliminar la información irrelevante dentro de la señal antes de ser comunicada al conjunto de control 52 ubicado a distancia del nodo 34. En tales realizaciones, la amplificación y el filtrado de la señal pueden producirse directamente dentro del dispositivo sensor de luz 38 o, alternativamente, pueden producirse a través de uno o más componentes dispuestos entre el dispositivo sensor de luz 38 y el conjunto de control 52. El conjunto de control 52 puede controlar la adquisición de datos del dispositivo sensible a la luz 38, tal como ajustando la ganancia del amplificador, la anchura de banda de los filtros, las velocidades de muestreo, la cantidad de tiempo y el almacenamiento temporal de datos, por ejemplo.

Con referencia ahora a la FIG. 8, en una realización del sistema 20, el dispositivo sensible a la luz 38 puede incluir uno o más sensores de fotodiodo de avalancha (APD) 64. Por ejemplo, una matriz 66 de sensores APD 64 puede estar asociada con el uno o más mazos de fibras 30. En una realización, el número de sensores APD 64 dentro de la matriz de sensores 66 es igual o mayor que el número total de mazos de fibras 30 acoplados operativamente a la misma. Sin embargo, en esta invención también se contemplan realizaciones en las que el número total de sensores APD 64 dentro de la matriz de sensores 66 es inferior al número total de mazos de fibras 30.

Los datos representativos de la salida de cada sensor APD 64 en la matriz APD 66 son tomados periódicamente por un conmutador 68 o, alternativamente, son recogidos simultáneamente. La adquisición de datos 67 recoge las señales electrónicas procedentes de los APD y asocia las señales recogidas con metadatos. Como ejemplo, los metadatos pueden ser el tiempo, la frecuencia, la ubicación o el nodo. En un ejemplo, las señales electrónicas que proceden de los APD se sincronizan con la modulación del láser, de modo que las señales eléctricas se recogen durante un período de tiempo que comienza cuando el láser es emitido a impulsos de varios microsegundos después del impulso láser. Los datos serán recogidos y procesados por el procesador 54 para determinar si alguno de los nodos 34 indica la existencia de una condición o evento predefinido. En una realización, solo se recoge una parte de los datos producidos por la matriz de sensores 66, por ejemplo, los datos procedentes de un primer sensor APD 64 asociado con un primer mazo de fibras 30. El conmutador 68 está configurado, por lo tanto, para recoger secuencialmente información de los diversos sensores APD 64 de la matriz de sensores 66. Mientras los datos recogidos de un primer sensor APD 64 están siendo procesados para determinar si se ha producido un evento o condición, los datos de un segundo APD 66 de la matriz de sensores 66 se recogen y proporcionan al procesador 54 para su análisis. Cuando se ha detectado una condición o evento predefinido a partir de los datos recogidos de uno de los sensores APD 64, el conmutador 68 puede configurarse para proporcionar información adicional desde el mismo sensor APD 64 al procesador 54 para rastrear la condición o evento.

En la FIG. 9 se ilustra un procedimiento de funcionamiento 100 del sistema de detección 20. El conjunto de control 52 acoplado operativamente a la fuente de luz 36 está configurado para energizar selectivamente la fuente de luz 36, como se muestra en el bloque 102, y para emitir luz a un mazo de fibras 30 acoplado a la misma como se muestra en el bloque 104. Basándose en el funcionamiento deseado del sistema de detección 20, el conjunto de control 52 puede variar la intensidad, duración, repetición, frecuencia u otras propiedades de la luz emitida. A medida que la luz viaja por el primer núcleo de fibra 40 de la al menos una rama de fibra óptica 32, toda o una parte de la luz es emitida en uno o más nodos 34 del mazo de fibras 30. En el bloque 106, la luz es dispersada en el área predeterminada y transmitida de vuelta a través de las ramas de fibra óptica 32 a través de los segundos núcleos de fibra 42. La luz dispersada puede incluir una o más de la luz dispersada dentro de la atmósfera adyacente al nodo y la luz dispersada que se refleja desde un interior de la rama de fibra óptica 32. La luz dispersada es transmitida al al menos un dispositivo sensor de luz 38 en el bloque 108. Como se muestra en el bloque 110, el dispositivo sensor de luz 38 genera una señal en respuesta a la luz dispersada recibida por cada nodo 34, y proporciona esa señal al conjunto de control 52 para procesamiento adicional.

Usando el algoritmo 58 ejecutado por el procesador 54, cada una de las señales que representan la luz dispersada recibida por los nodos correspondientes 34 se evalúa para determinar si la luz en el nodo 34 es indicativa de una condición predefinida, tal como humo, por ejemplo. Con referencia a la FIG. 10, se ilustra un diagrama esquemático que ilustra un ejemplo de un recorrido de flujo para procesar las señales generadas por cada uno de los nodos 34. Como se muestra, la señal indicativa de la luz dispersada 69 es analizada, mostrado en el bloque 70, en una pluralidad de señales basándose en su nodo de origen respectivo 34. En la realización ilustrada, no limitativa, las señales de fondo, ilustradas esquemáticamente en 72, se restan de los datos antes de que las características del impulso sean evaluadas para cada una de las señales individuales. A través de integración, compresión de impulsos y/o extracción de características, mostradas en el bloque 74, pueden determinarse una o más particularidades o características (características del impulso) de la señal. Ejemplos de tales características incluyen, pero no se limitan a, una altura de pico, un área bajo una curva definida por la señal, particularidades estadísticas como media, varianza y/o momentos de orden superior, correlaciones en el tiempo, frecuencia, espacio, y/o combinaciones de los mismos, y características empíricas determinadas por aprendizaje profundo, aprendizaje de diccionarios y/o aprendizaje adaptativo y similares.

En una realización, se analiza el registro de tiempo de vuelo y se extraen las características. El registro de tiempo de vuelo puede abarcar un periodo de tiempo. Por ejemplo, un registro de tiempo de vuelo puede registrar la intensidad de la luz a lo largo de 0,001 -1.000.000 nanosegundos, 0,1-100.000 nanosegundos o 0,1- 10.000 microsegundos. Las características extraídas de la señal pueden incluir, pero no se limitan a la altura, la anchura total a la mitad del máximo, el tiempo de recogida de la señal, el tiempo de descenso de la señal, la velocidad de grupo, la integración, la tasa de cambio, la media y la varianza, por ejemplo.

Mediante la aplicación del procesamiento de datos, ilustrado esquemáticamente en el bloque 76, las características pueden procesarse a continuación usando, por ejemplo, suavizado, transformadas de Fourier o correlación cruzada. En una realización, los datos procesados se envían a continuación al algoritmo de detección en el bloque 78 para determinar si la señal indica o no la presencia y/o magnitud de una condición o evento en un nodo correspondiente 34. Esta evaluación puede ser una comparación binaria simple que no identifica la magnitud de la desviación entre la particularidad y un umbral. La evaluación también puede ser una comparación de una función numérica de la particularidad o las particularidades con un umbral. El umbral puede determinarse *a priori* o puede determinarse a partir de la señal. La determinación del umbral a partir de la señal puede denominarse aprendizaje de antecedentes. El aprendizaje de antecedentes puede lograrse mediante filtrado adaptativo, estimación de parámetros basada en modelos, modelización estadística y similares. En algunas realizaciones, si una de las características identificadas no supera un umbral, el resto del algoritmo de detección no se aplica con el fin de reducir la cantidad total de procesamiento realizado durante el algoritmo de detección. En el caso de que el algoritmo de detección indicara la presencia de la condición en uno o más nodos 34, puede activarse una alarma u otro sistema de extinción de incendios, pero no es necesario. Debería entenderse que el procedimiento para evaluar los datos ilustrado y descrito en esta invención pretende ser solo un ejemplo y que en esta invención también se contemplan otros procedimientos que incluyen algunas o todas las etapas indicadas en la FIG.

La evaluación también puede emplear ventajosamente clasificadores, incluyendo los que pueden aprenderse de la señal a través de técnicas de aprendizaje profundo incluyendo, pero no limitadas a redes neuronales profundas, redes neuronales convolucionales, redes neuronales recursivas, aprendizaje de diccionarios, bolsa de técnicas de palabras visuales/de profundidad, máquina de vectores de soporte (SVM), árboles de decisión, bosques de decisión, lógica difusa y similares. Los clasificadores también pueden construirse usando técnicas de modelo de Markov, modelos de Markov ocultos (HMM), procedimientos de decisión de Markov (MDP), MDP parcialmente observables, lógica de decisión de Markov, programación probabilística y similares.

Además de evaluar las señales generadas desde cada nodo 34 individualmente, el procesador 54 puede estar configurado además para evaluar la pluralidad de señales o particularidades de las mismas colectivamente, tal como a través de una operación de fusión de datos para producir señales fusionadas o particularidades fusionadas. La operación de fusión de datos puede proporcionar información relacionada con la evolución temporal y espacial de un evento o condición predeterminada. Como resultado, una operación de fusión de datos puede resultar útil en la detección de un evento de nivel inferior, insuficiente para iniciar una alarma en cualquiera de los nodos 34 individualmente. Por ejemplo, en el caso de un incendio de combustión lenta, la señal de luz generada por una pequeña cantidad de humo cerca de cada uno de los nodos 34 individualmente puede no ser suficiente para iniciar una alarma. Sin embargo, cuando las señales procedentes de la pluralidad de nodos 34 se revisan en conjunto, el aumento de la luz devuelta al dispositivo sensible a la luz 38 desde múltiples nodos 34 puede indicar la aparición de un evento o la presencia de un objeto no detectado de otra manera. En una realización, la fusión se realiza mediante estimación bayesiana. Alternativamente, pueden emplearse técnicas de estimación conjunta lineal o no lineal, tales como máxima verosimilitud (ML), máximo a priori (MAP), mínimos cuadrados no lineales (NNLS), técnicas de agrupamiento, máquinas de vectores de soporte, árboles y bosques de decisión y similares.

Como se ilustra y describe anteriormente, el procesador 54 está configurado para analizar las señales generadas por al menos un dispositivo sensor de luz 38 en relación con el tiempo. En otra realización, el algoritmo de detección puede estar configurado para aplicar una o más de una transformada de Fourier, transformada de ondícula, transformada espacio-temporal, distribución de Choi-Williams, distribución de Wigner-Ville y similares, a las señales para convertir las señales de un dominio del tiempo a un dominio de la frecuencia. Esta transformación puede aplicarse a las señales cuando los nodos 34 están siendo analizados individualmente, cuando los nodos 34 están siendo analizados colectivamente durante una fusión de datos, o ambos.

La relación entre la dispersión de la luz y la magnitud o presencia de una condición se infiere midiendo la causalidad y dependencia de una señal. Como ejemplo, la medida de una causalidad utiliza una o más características de señal como entrada y determina una o más salidas a partir de un cálculo de un procedimiento de prueba de hipótesis, relación de primer plano, segunda derivada, media o prueba de causalidad de Granger. De manera similar, pueden usarse una o más características de señal como entrada para evaluar la dependencia de una señal. Se seleccionan una o más salidas a partir de un cálculo de una correlación, coeficientes de la transformada rápida de Fourier, una segunda derivada, o una ventana. La magnitud y presencia de la condición se basa entonces en la causalidad y la dependencia. La magnitud y presencia de una condición pueden calcularse utilizando una o más estrategias de evaluación: un umbral, velocidad, tasa de cambio o un clasificador. El algoritmo de detección puede incluir la utilización de la salida de la causalidad del cálculo, la dependencia o ambas. Esto se usa para indicar la presencia de la condición

en uno o más nodos 34 e iniciar una respuesta.

Debido a que la frecuencia del humo varía dentro de un intervalo pequeño, tal como, por ejemplo, de aproximadamente 0,01 Hz a aproximadamente 10 Hz, la evaluación de las señales con respecto a la frecuencia puede determinar de manera efectiva y precisa la presencia de humo dentro del espacio predeterminado 82. El algoritmo de detección puede estar configurado para evaluar las señales en una ventana de tiempo fija para determinar la magnitud de la frecuencia o la intensidad del movimiento del humo. En consecuencia, si la magnitud de un componente de frecuencia excede un umbral predeterminado, el algoritmo de detección puede iniciar una alarma que indica la presencia de un incendio. En una realización, el umbral predeterminado es aproximadamente 10 Hz, de modo que cuando la magnitud de la frecuencia de humo óptico excede el umbral, existe humo.

En una realización, el algoritmo 58 está configurado para distinguir entre diferentes eventos o condiciones basándose en la tasa de cambio en la luz dispersada por la atmósfera cerca del nodo 34 y recibida por uno o más de los nodos 34 a lo largo del tiempo. Con referencia a las FIGS. 11A y 11B, se ilustran gráficos de las señales registradas de un nodo 34 a lo largo del tiempo con respecto a diferentes eventos. La FIG. 11A indica el cambio en la señal de luz recibida por un nodo 34 cuando una persona camina a través del área que está siendo supervisada por el nodo 34. Como se muestra en el gráfico, el movimiento de una persona aparece como etapas que tienen magnitudes variables. La FIG. 11B, que representa la detección de humo de un fuego latente, aparece gráficamente como una señal que cambia mucho constantemente que tiene un aumento acelerado en el cambio en la señal de luz recibida por un nodo 34 a lo largo del tiempo. Debería entenderse que los gráficos ilustrados son solo ejemplos. Además, cada evento predefinido detectable por el sistema de detección 20 puede tener uno o más parámetros únicos asociados con el mismo.

Para reducir el ruido asociado con cada señal, el dispositivo emisor de luz 36 puede ser modulado de modo que el dispositivo 36 se haga funcionar selectivamente para generar luz modulada en un patrón específico. En una realización, la luz dentro del patrón puede variar en intensidad, anchura, frecuencia, fase y puede comprender impulsos discretos o puede ser continua. El patrón específico de luz puede estar diseñado para tener propiedades deseables tales como una autocorrelación específica consigo mismo o una correlación cruzada con un segundo patrón específico. Cuando la luz se emite en un patrón específico, la luz dispersada de vuelta a un dispositivo sensor de luz correspondiente 38 debería llegar en el mismo patrón sustancialmente. El uso de uno o más patrones específicos y conocidos proporciona capacidades de procesamiento mejoradas al permitir que el sistema 20 reduzca el ruido general. Esta reducción en el ruido, cuando se combina con el procesamiento de señal, puede dar como resultado una relación señal/ruido mejorada y el número total de eventos o condiciones falsas detectadas disminuirá. Alternativamente, o además, la sensibilidad del dispositivo puede mejorarse, aumentando así los límites del sistema de detección 20. De manera similar, mediante la correlación cruzada de uno o más segundos patrones, pueden distinguirse las causas específicas de las señales transmitidas o reflejadas, por ejemplo, mediante estimación bayesiana de las correlaciones cruzadas respectivas de la señal recibida con el uno o más segundos patrones.

Además, la modulación de la señal de luz emitida por la fuente de luz 36 puede proporcionar detección mejorada determinando más información sobre el evento o condición que causa la dispersión en la señal de luz recibida por el nodo 34. Por ejemplo, tal modulación puede permitir que el sistema 20 distinga más fácilmente entre una persona que camina por el área designada adyacente a un nodo, como se muestra en la FIG. 11A, y un fuego latente adyacente al nodo 34.

Con referencia ahora a la FIG. 12, en algunas realizaciones, el sistema 20 incluye uno o más dispositivos de mejora óptica 80, tales como un filtro de paso de banda, un polarizador, un revestimiento antirreflectante, una placa de onda y/u otras características ópticas para reducir la interferencia de señales que no son de eventos, u otras señales no deseadas, tales como la luz ambiental de la luz solar o de la iluminación en el espacio, o de objetos sólidos en el espacio predeterminado 82. Además, los dispositivos de mejora óptica 80 pueden utilizarse para reducir las longitudes de onda y/o intensidades no deseadas transmitidas desde la fuente de luz 36. La mejora óptica 80 está situada en el sistema 20 aguas abajo de la fuente de luz 36, en algunas realizaciones, un diodo láser, y aguas arriba del dispositivo sensible a la luz 38, en algunas realizaciones, el fotodiodo. El dispositivo de mejora óptica 80 está situado de modo que la luz dispersada y reflejada de vuelta al dispositivo sensible a la luz 38 se haga pasar a través del dispositivo de mejora óptica 80 para filtrar o diferenciar eventos u otras condiciones que han de ser detectadas de otras señales debido, por ejemplo, a la luz ambiental, objetos sólidos, insectos, polvo o vapor de agua.

Como se muestra en la FIG. 12, en algunas realizaciones, la mejora óptica 80 está ubicada en el dispositivo sensible a la luz 38 y/o es un componente de, integral a o integrado dentro del dispositivo sensible a la luz 38. Además, el dispositivo sensible a la luz 38 puede estar configurado de modo que el dispositivo de mejora óptica 80 sea fácilmente extraíble y/o reemplazable con otra mejora óptica 80 para filtrar o diseminar diferentes condiciones en la señal dispersada/reflejada.

Mientras que en la realización de la FIG. 12, el dispositivo de mejora óptica 80 está ubicado en el dispositivo sensible a la luz 38 o integrado en el dispositivo sensible a la luz 38, en otras realizaciones, el dispositivo de mejora óptica 80 está ubicado en otras ubicaciones, tal como en el nodo 34 como se muestra en la FIG. 13. Esto permite la colocación específica de nodo de dispositivos de mejora óptica 80 de modo que diferentes dispositivos de mejora óptica 80 pueden



situarse en diferentes nodos 34. Además, en algunas realizaciones, pueden utilizarse combinaciones de dispositivos de mejora óptica 80, tales como combinaciones de filtros de paso de banda y polarizadores, para filtrar o diseminar ciertas condiciones de la luz dispersada/reflejada. Además, en los sistemas 20 en los que los nodos 34 incluyen dos o más núcleos 40, 42, las mejoras ópticas 80 pueden estar ubicadas en un núcleo individual 40, 42 o en dos o más de los núcleos 40, 42.

Con referencia ahora a la FIG. 14, en algunas realizaciones, el sistema 20 incluye el enfoque o la ampliación de elementos ópticos para aumentar el alcance, la sensibilidad o el campo de visión del sistema de detección 20 al detectar humo/gas u otras condiciones o eventos. Un elemento óptico de enfoque puede estar situado en el nodo o entre el sistema de control y el mazo de fibras para aumentar el alcance y la sensibilidad haciendo converger o colimando la luz. Además, un elemento óptico de ampliación puede estar situado en ubicaciones similares para aumentar el campo de visión del nodo haciendo divergir la luz. A título de ejemplo, los elementos ópticos pueden incluir espejos, lentes de enfoque, lentes divergentes y difusores, junto con la integración de revestimientos antirreflectantes en los elementos ópticos o componentes de los mismos.

Como se muestra en la FIG. 14, los elementos ópticos pueden ser una o más lentes 84 ubicadas en el nodo 34. La lente 84 reduce la divergencia del haz saliente transmitido desde la fuente de luz 36, mientras que también aumenta la cantidad de luz dispersada aceptada por el nodo 34 para su transmisión al dispositivo sensible a la luz 38. En algunas realizaciones, la lente 84 se fusiona al extremo de los núcleos 40, 42 en el nodo 34 para reducir la dispersión de la luz fuera de la cara de la lente 84, mejorando así la eficiencia de captación de luz del nodo 34. Además, en algunas realizaciones, los núcleos 40, 42 pueden tener fibras lenticulares y cónicas, que no requieren fusión y funcionan como una lente 84. En otras realizaciones, la lente 84 puede estar configurada para reducir la dispersión de la luz fuera de la cara de la lente. Además, la lente 84 puede incluir características de dirección del haz, tales como un material de estado sólido que se utiliza para cambiar el índice de refracción de la luz incidente para dirigir la luz a lo largo de los núcleos 40, 42. La característica de dirección de haz también puede ser un circuito integrado fotónico, que utiliza silicio labrado para controlar la emisión direccional de la luz.

Con referencia ahora a la FIG. 15, en algunas realizaciones los elementos ópticos pueden incluir un espejo parabólico 86 ubicado en el nodo 34. El espejo parabólico 86 está ubicado fuera de ángulo en relación con un eje de nodo 88. Como con la lente 84, el espejo parabólico 86 reduce la divergencia del haz saliente transmitido desde la fuente de luz 36, mientras que también aumenta una cantidad de luz dispersada aceptada por el nodo 34 para su transmisión al dispositivo sensible a la luz 38. En algunas realizaciones, el espejo parabólico 86 está configurado para girar alrededor de un eje de rotación durante el funcionamiento del sistema 20 para aumentar aún más un área de cobertura del nodo 34.

En algunas realizaciones, en el nodo 34 pueden utilizarse tanto la lente 84 como el espejo 86. Además, aunque en las realizaciones ilustradas en las FIGs. 14 y 15 se utilizan ópticas en cada nodo 34, en otras realizaciones, pueden utilizarse ópticas solo en nodos seleccionados 34 para proporcionar sus beneficios a los nodos seleccionados 34, como aumentar el alcance de detección en los nodos seleccionados 34 debido, por ejemplo, a restricciones en la colocación de nodos 34 en el espacio protegido. En otras realizaciones, los elementos ópticos pueden estar situados en la fuente de luz 36 o el dispositivo sensible a la luz para mejorar el sistema de detección 50.

Además del humo o el polvo, el sistema 20 puede utilizarse para supervisar o detectar contaminantes tales como compuestos orgánicos volátiles (COV), contaminantes en partículas tales como partículas PM2.5 o PM10.0, partículas biológicas y/o productos químicos o gases tales como  $H_2$ ,  $H_2S$ ,  $CO_2$ ,  $CO$ ,  $NO_2$ ,  $NO_3$  o similares. Múltiples longitudes de onda pueden ser transmitidas por la fuente de luz 36 para permitir la detección simultánea de humo, así como materiales contaminantes individuales. Por ejemplo, puede utilizarse una primera longitud de onda para detección de humo, mientras que puede utilizarse una segunda longitud de onda para detección de COV. Pueden utilizarse longitudes de onda adicionales para detección de contaminantes adicionales, y el uso de información de longitud de onda múltiple en conjunto puede mejorar la sensibilidad y proporcionar discriminación de las especies de gases procedentes de fuentes falsas o molestas. Con el fin de soportar múltiples longitudes de onda, pueden utilizarse uno o más láseres para emitir varias longitudes de onda. Alternativamente, el sistema de control puede proporcionar emisión controlada selectivamente de la luz. La utilización del sistema 20 para detección de contaminantes puede conducir a una mejora de la calidad del aire en el espacio predeterminado 82, así como a una mejora de la seguridad.

Según la invención, como se muestra en la FIG. 16A, las ramas de fibra óptica 32 están conectadas cada una operativamente al eje troncal de mazo de fibras 31, que solo puede incluir un único núcleo de fibra óptica, mediante un acoplamiento 132. En algunas realizaciones, el acoplamiento 132 es uno de una conexión de empalme, una conexión fusionada o un dispositivo de conmutación de estado sólido. La utilización de acoplamientos 132 permite que se añadan nodos 34 al mazo de fibras 30 después de la instalación del mazo de fibras 30, o la extracción o reubicación de los nodos 34 una vez que el mazo de fibras 30 esté instalado. Por lo tanto, los acoplamientos 132 aumentan la flexibilidad del mazo de fibras 30 y el sistema 20.

En otra realización, tal como se muestra en la FIG. 16B, un primer núcleo de fibra óptica 40 está acoplado operativamente a un primer nodo 34, mientras que un segundo nodo 34 está acoplado operativamente a un segundo núcleo de fibra óptica 42. En tales realizaciones, el primer núcleo de fibra óptica 40 se utiliza para transmisión de luz desde la fuente de luz 36, mientras que el segundo núcleo de fibra óptica 42 recibe luz dispersada y transporta la luz

de dispersión al dispositivo sensible a la luz 38. En algunas realizaciones, un primer acoplamiento 132a que acopla el primer núcleo de fibra óptica 40 al primer nodo 34 es el mismo que un segundo acoplamiento 132b que acopla el segundo núcleo de fibra óptica 42 al segundo nodo 34, mientras que en otra realización el primer acoplamiento 132a es diferente del segundo acoplamiento 132b.

5

Además, como alternativa o además de la conexión de empalme, conexiones fusionadas, uno o más dispositivos de conmutación de estado sólido, pueden situarse amplificadores ópticos 96 a lo largo del mazo de fibras 30 para amplificar las señales que pasan a través del mazo de fibras 31. El amplificador óptico 96 puede estar ubicado, por ejemplo, como se muestra en la FIG. 17, entre los nodos 34, o entre el dispositivo de detección de luz 38 y el mazo de fibras 30. Además, en algunas realizaciones, el acoplamiento 132 puede estar ubicado en otras ubicaciones a lo largo del mazo de fibras 30, por ejemplo, entre el mazo de fibras 30 y la fuente de luz 36, y/o entre el mazo de fibras 30 y el dispositivo sensible a la luz 38.

Con referencia ahora a la FIG. 18, el sistema de control 50 está configurado para múltiples entradas y/o múltiples salidas para comunicación de información a través de los cables de fibra óptica 28 y los nodos 34. En algunas realizaciones, las múltiples entradas y salidas pueden incluir una conexión de Internet 140, una red del edificio o un sistema de gestión 142, y/o un tablero de contraincendios 134 del edificio o espacio cerrado. El tablero de contraincendios 134 está configurado para comunicaciones con, por ejemplo, un departamento de bomberos, y/o está configurado para transmitir alarmas a través del edificio o espacio en caso de detección de humo, fuego u otra sustancia por el sistema 20. En la realización ilustrada en la FIG. 18, los cables de fibra óptica 28 se utilizan además para la comunicación de alarmas, alertas y otra información, tal como información de diagnóstico del sistema a través del edificio. El sistema de control 50 puede medir la condición en el área predeterminada 82 y proporcionar comunicación. Por ejemplo, una vez que el sistema de control 50 determina que existe una condición basándose en las señales de detección recibidas de uno o más nodos 34, el sistema de control 50 transmite una o más señales de alarma desde el tablero de contraincendios 134 a lo largo de los cables de fibra óptica 28 a uno o más conjuntos de alarma 138 en el edificio o espacio que inician una alarma o alerta basándose en las señales de alarma recibidas. El sistema de control 50 puede hacer esto en un mazo de fibras ópticas 30 combinando modulación de frecuencia y amplitud de la luz. En algunas realizaciones, la alerta o alarma es un sonido o sonidos audibles, mientras que en otras realizaciones la alerta o alarma es una luz o una combinación de luz y sonido. Además, el sistema de control 50 puede estar configurado para enviar y/o recibir comunicación a través de los cables de fibra óptica 28 y los nodos 34 para comunicarse con una o más infraestructuras del edificio o dispositivos locales en el espacio mediante luz modulada transmitida a lo largo de los cables 32. En algunas realizaciones, esta comunicación es mediante protocolo Li-Fi.

Con referencia ahora a la FIG. 19, se muestra un recinto 122, por ejemplo, un alojamiento de servidores, con uno o más componentes electrónicos 124 ubicados en el mismo. En el recinto 122 está instalado un sistema de detección 20, junto con un sistema de extinción 126. El sistema de extinción 126 puede incluir, por ejemplo, un suministro de agente extintor 128 y una o más salidas de agente extintor 130 ubicadas, por ejemplo, en los nodos 34 del sistema de detección 20. El sistema de detección 20, el sistema de extinción 126 y el uno o más componentes electrónicos 124 están conectados al conjunto de control 52 del sistema de detección 20. En caso de detección de fuego o humo en un nodo 34 del sistema de detección 20, el conjunto de control 52 dispara el sistema de extinción 126 para activar la salida de agente extintor 130 en la ubicación del nodo 34 para proporcionar extinción localizada en el recinto 122. Además, el conjunto de control 52 puede ordenar el apagado de los componentes electrónicos 124 en la región del nodo 34 para impedir daños adicionales a los componentes electrónicos particulares 124. La detección y extinción localizada, tal como se describe en esta invención mediante el sistema de detección 20 y el sistema de extinción 126, proporciona protección de los componentes electrónicos 124 contra el fuego y el humo, mientras que localiza la extinción para proteger tales componentes no expuestos al fuego y al humo de la exposición al agente extintor, reduciendo el daño a esos componentes y reduciendo aún más los costes y gastos de limpieza del agente extintor después de un evento.

Aunque la descripción se ha descrito en detalle en relación con solo un número limitado de realizaciones, debería entenderse fácilmente que la invención no está limitada a tales realizaciones descritas.

Además, aunque se han descrito diversas realizaciones de la descripción, ha de entenderse que los aspectos de la descripción pueden incluir solo algunas de las realizaciones descritas. Por consiguiente, la descripción no debe verse como limitada por la descripción anterior, sino que solo está limitada por el alcance de las reivindicaciones adjuntas.

**REIVINDICACIONES**

1. Un sistema de detección (20) para medir una o más condiciones dentro de un área predeterminada, que comprende:
  - 5 un mazo de fibras (30) que tiene al menos un cable de fibra óptica (28) para transmitir luz; una pluralidad de ramas de fibra óptica (32) conectadas operativamente al al menos un cable de fibra óptica, cada rama terminada en un nodo (34) dispuesto para medir una o más condiciones dentro del área predeterminada; acoplamientos
  - 10 (132) para conectar cada rama de la pluralidad de ramas de fibra óptica, y por lo tanto cada nodo de la pluralidad de nodos, al al menos a un cable de fibra óptica; y un sistema de control (50) acoplado operativamente al mazo de fibras de modo que la luz dispersada asociada con el nodo se transmite al sistema de control, donde el sistema de control analiza la luz dispersada para determinar al menos una de una presencia y magnitud de la una o más condiciones en el nodo, caracterizado porque los
  - 15 acoplamientos están dispuestos para permitir que los nodos sean reubicados, añadidos y/o retirados después de instalarse el mazo de fibras.
2. El sistema según la reivindicación 1, donde el acoplamiento para una rama de la pluralidad de ramas de fibra óptica es una conexión de empalme.
- 20 3. El sistema según la reivindicación 1 o 2, donde el acoplamiento para una rama de la pluralidad de ramas de fibra óptica es una conexión fusionada.
4. El sistema según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, donde el acoplamiento para una rama de la pluralidad de ramas de fibra óptica es una conexión de dispositivo de conmutación de estado sólido.
- 25 5. El sistema según cualquier reivindicación anterior, donde cada cable de fibra óptica del al menos un cable está conectado operativamente a una fuente de luz (36) a través de un acoplamiento de fuente de luz.
- 30 6. El sistema según cualquier reivindicación anterior, donde la una o más condiciones incluyen la presencia de humo en el área predeterminada.
7. El sistema según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, donde la una o más condiciones incluyen la presencia de humo y/o fuego en el área predeterminada.
- 35 8. Un procedimiento para medir una o más condiciones dentro de un área predeterminada, que comprende:
  - 40 transmitir luz a lo largo de al menos un cable de fibra óptica (28) desde una fuente de luz (36) a una pluralidad de ramas de fibra óptica (32), terminando cada rama en un nodo (34) que está ubicado para medir una o más más condiciones en el área predeterminada, cada rama de la pluralidad de ramas de fibra óptica, y por lo tanto cada nodo de la pluralidad de nodos, conectado operativamente al al menos un cable de fibra óptica a través de un acoplamiento (132);
  - 45 recibir luz dispersada de la pluralidad de nodos; comunicar la luz dispersada a un sistema de control (50); y analizar la luz dispersada asociada con el nodo para determinar al menos una de la presencia y magnitud de la condición dentro del área predeterminada, caracterizado por usar acoplamientos que están dispuestos para permitir que los nodos sean reubicados, añadidos y/o retirados después de instalarse el mazo de fibras.
9. El procedimiento según la reivindicación 8, donde el acoplamiento para una rama de la pluralidad de ramas de fibra óptica es una conexión de empalme.
- 50 10. El procedimiento según la reivindicación 8 o 9, donde el acoplamiento para una rama de la pluralidad de ramas de fibra óptica es una conexión fusionada.
- 55 11. El procedimiento según la reivindicación 8, 9 o 10, donde el acoplamiento para una rama de la pluralidad de ramas de fibra óptica es una conexión de dispositivo de conmutación de estado sólido.
12. El procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 8 a 11, donde la fuente de luz es un diodo láser.
- 60 13. El procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 8 a 12, donde la una o más condiciones incluyen la presencia de humo en el área predeterminada.
14. El procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 8 a 13, que comprende además un conjunto de control (52) que identifica un nodo de la pluralidad de nodos en los que existe la condición.
- 65

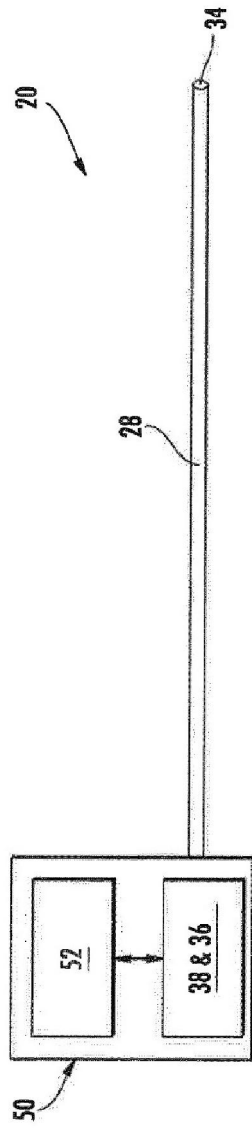
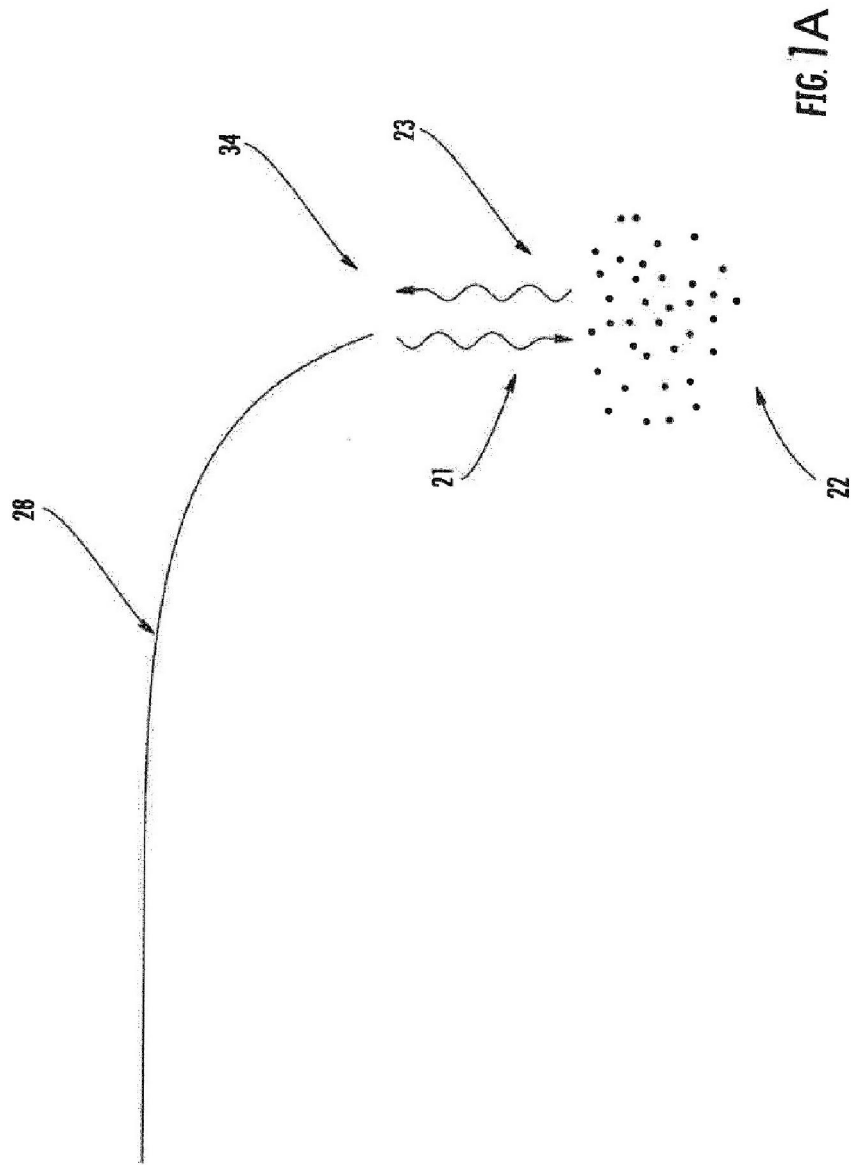
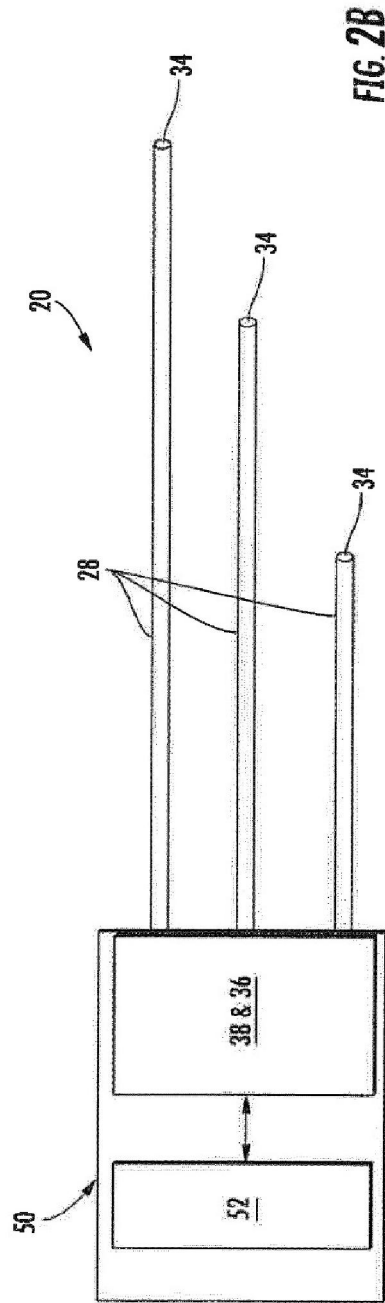
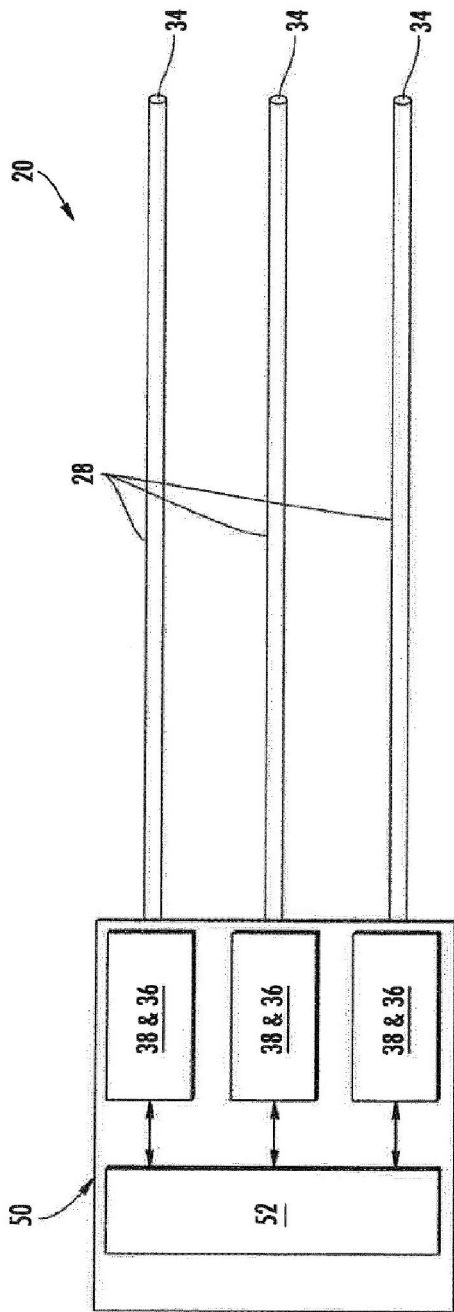
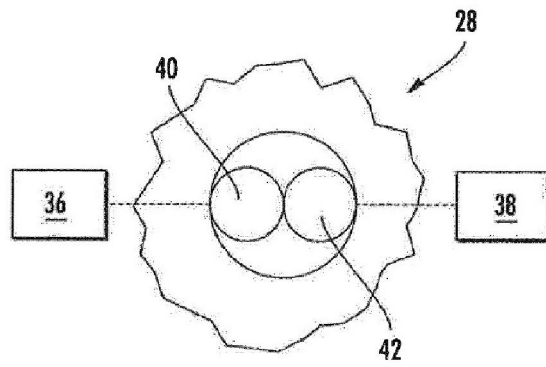


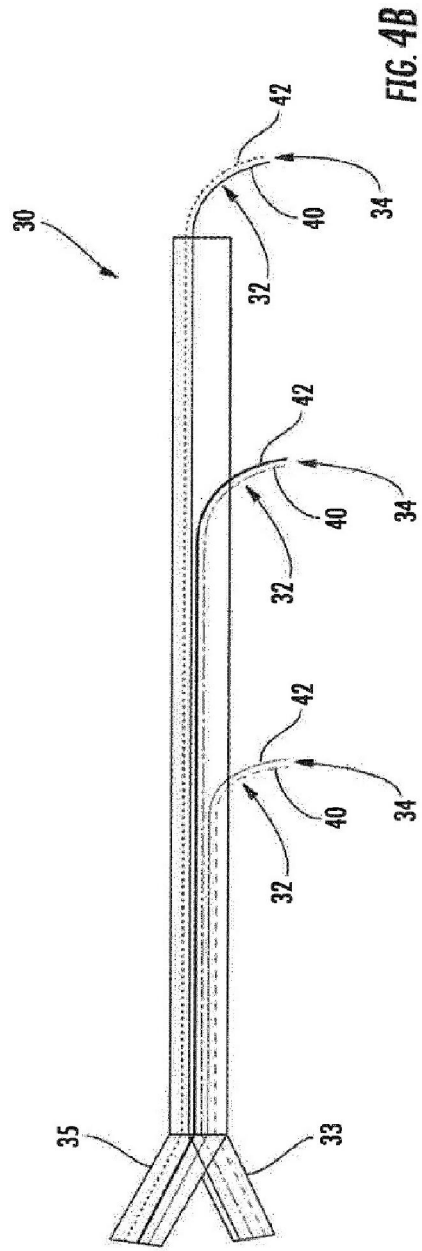
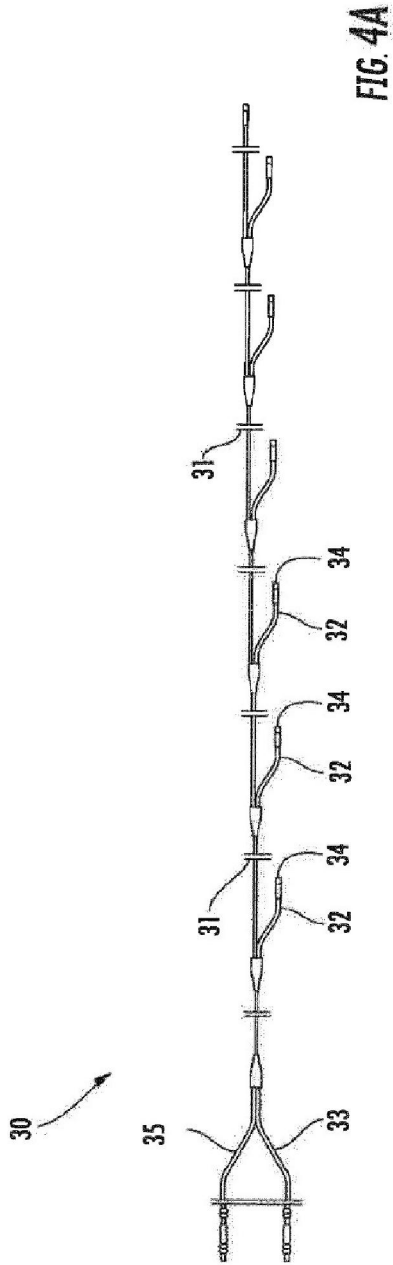
FIG. 1







**FIG. 3**





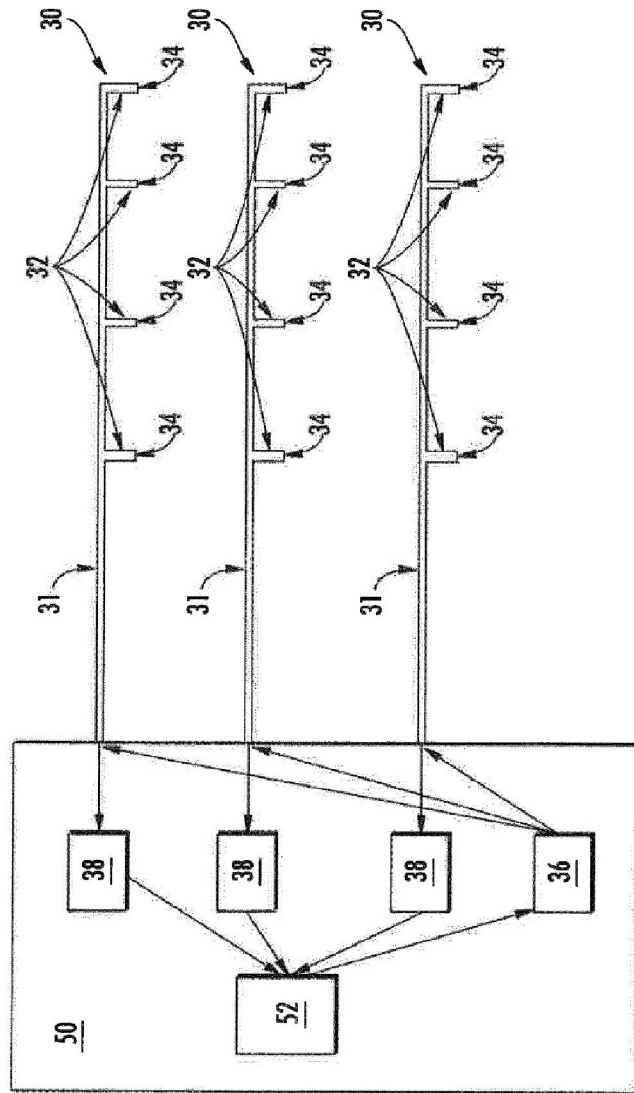


FIG. 5

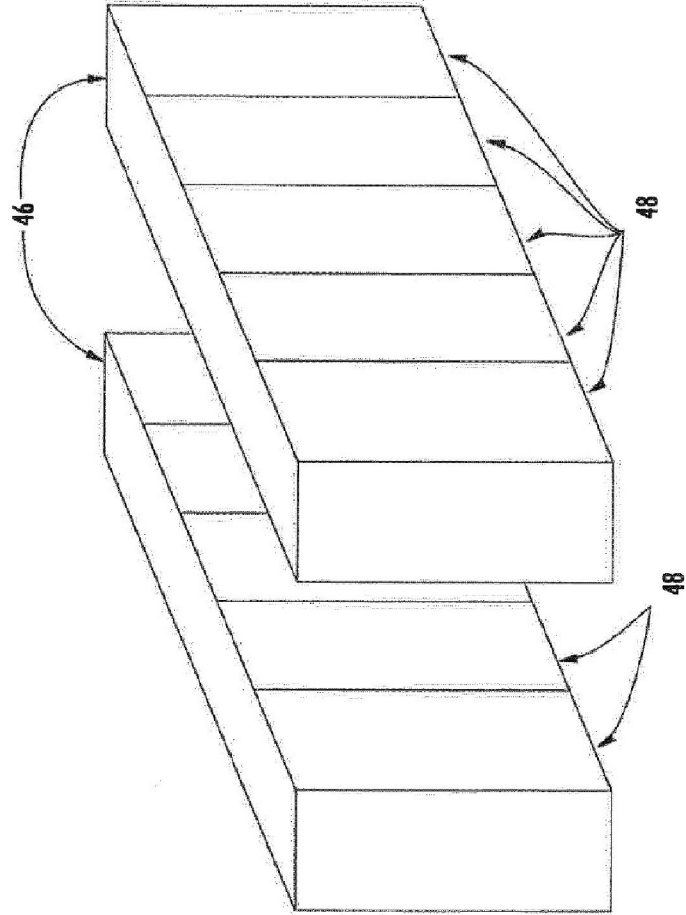


FIG. 6

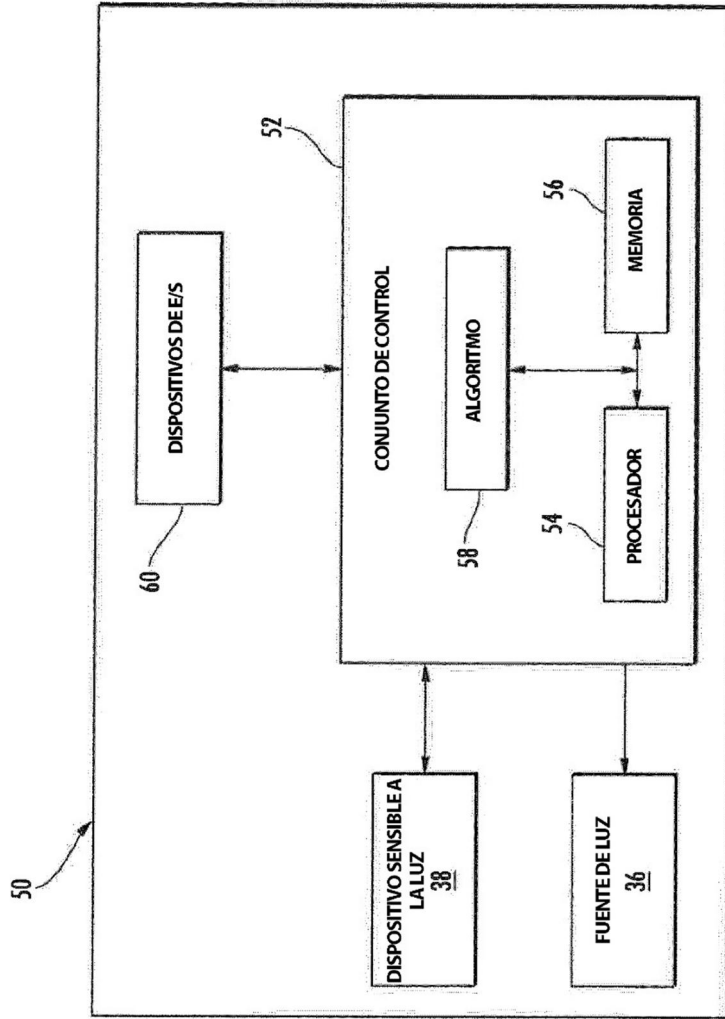


FIG. 7

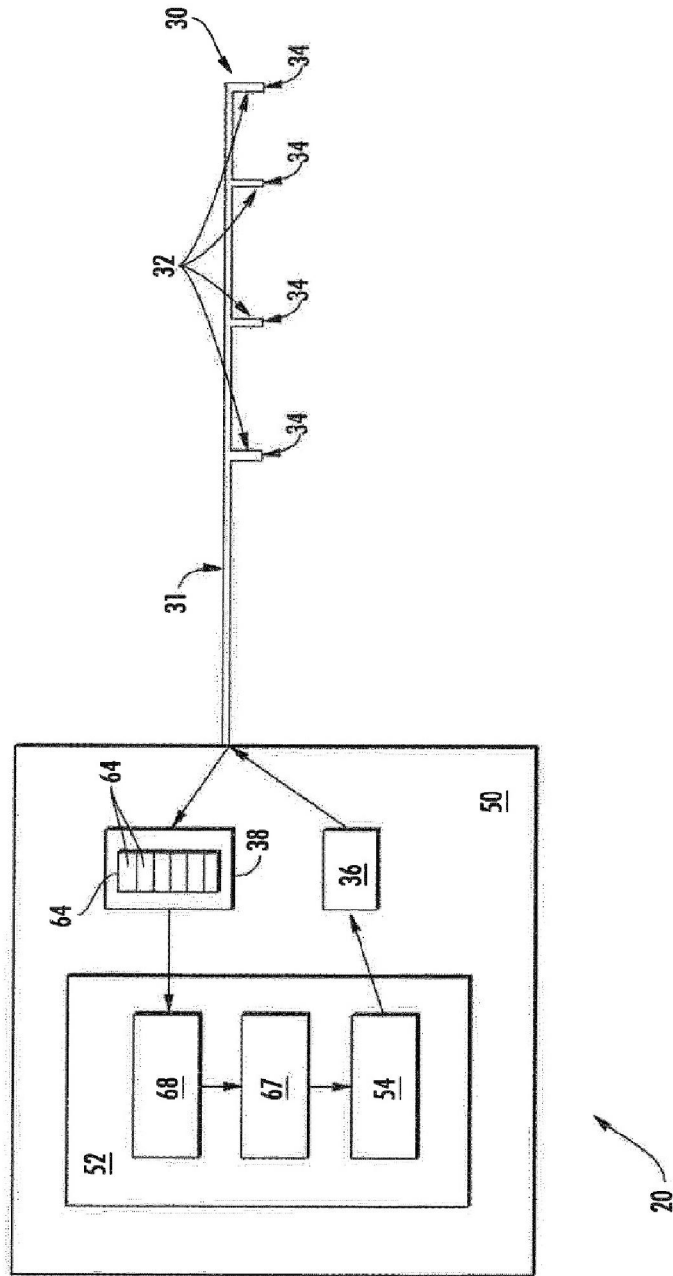


FIG. 8

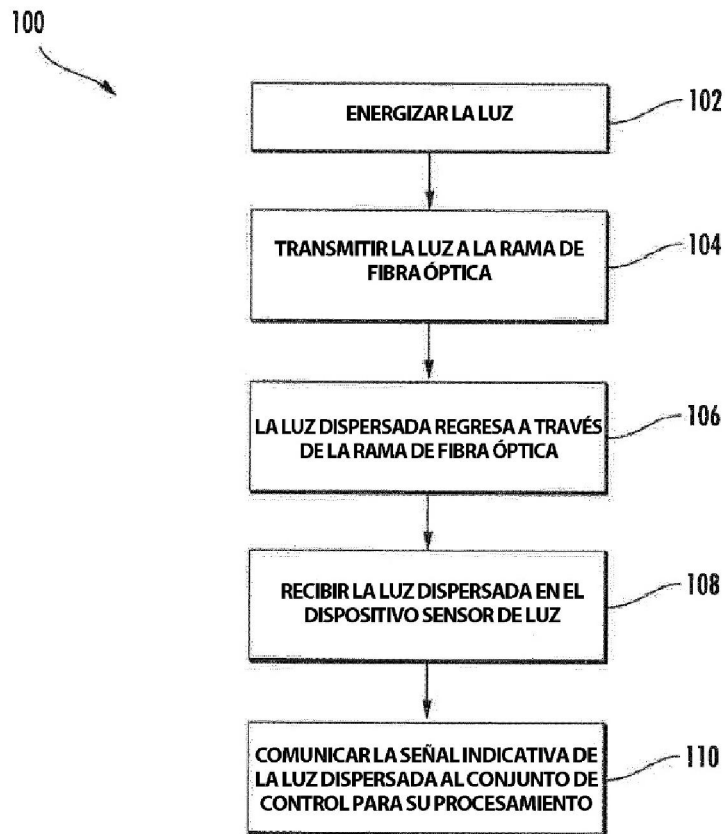


FIG. 9

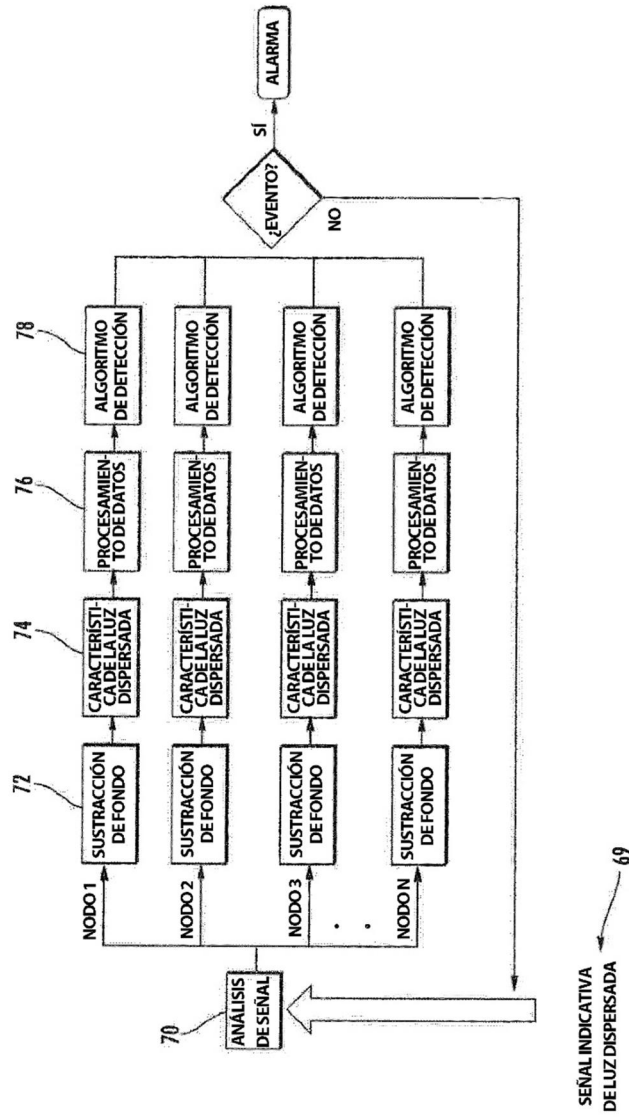


FIG. 10

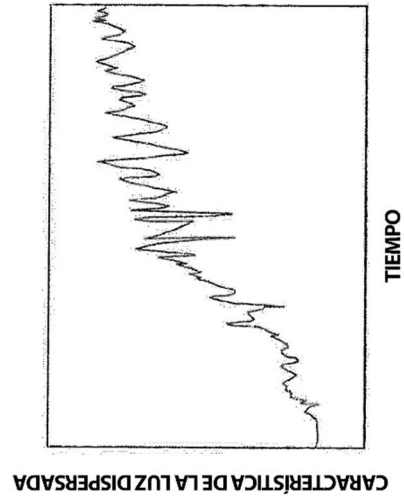


FIG. 11B

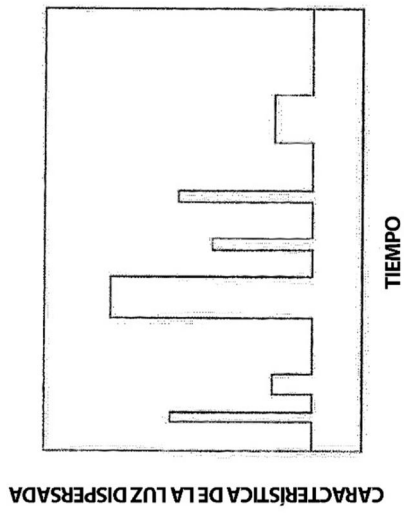


FIG. 11A

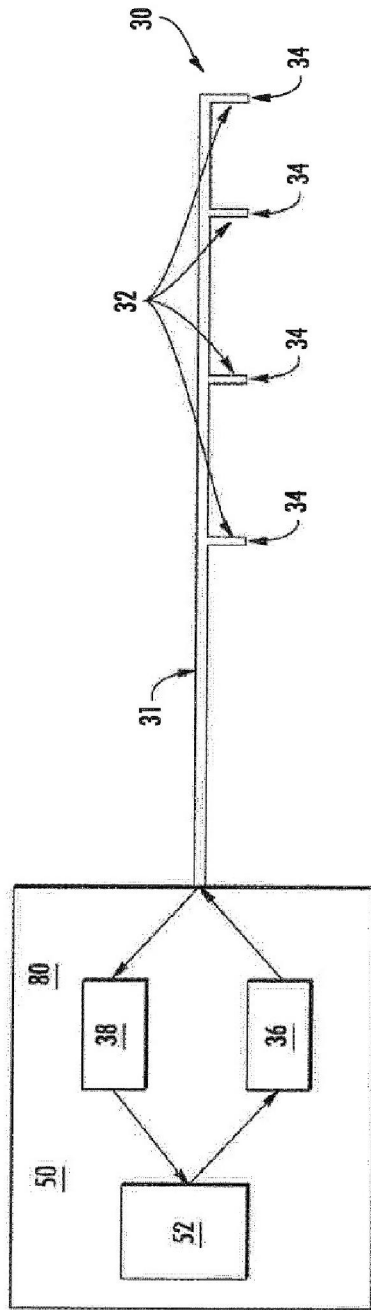


FIG. 12



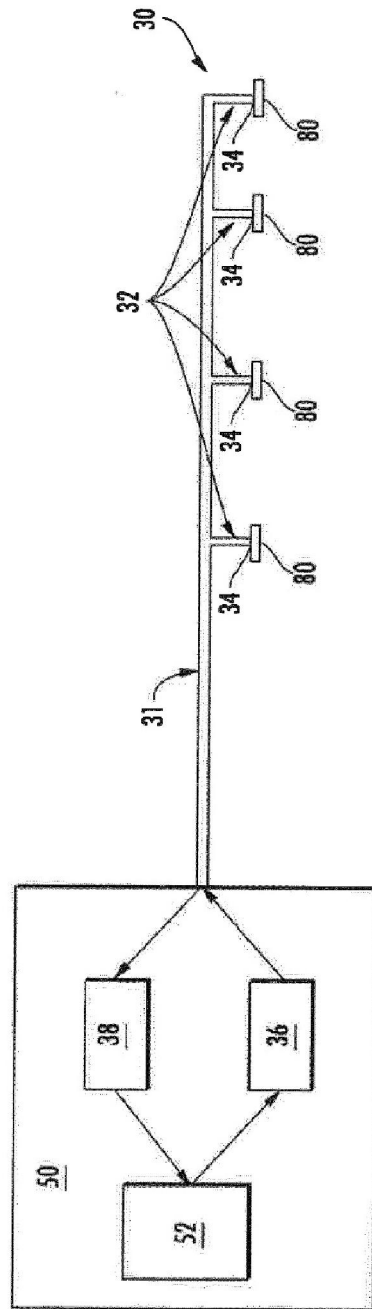


FIG. 13

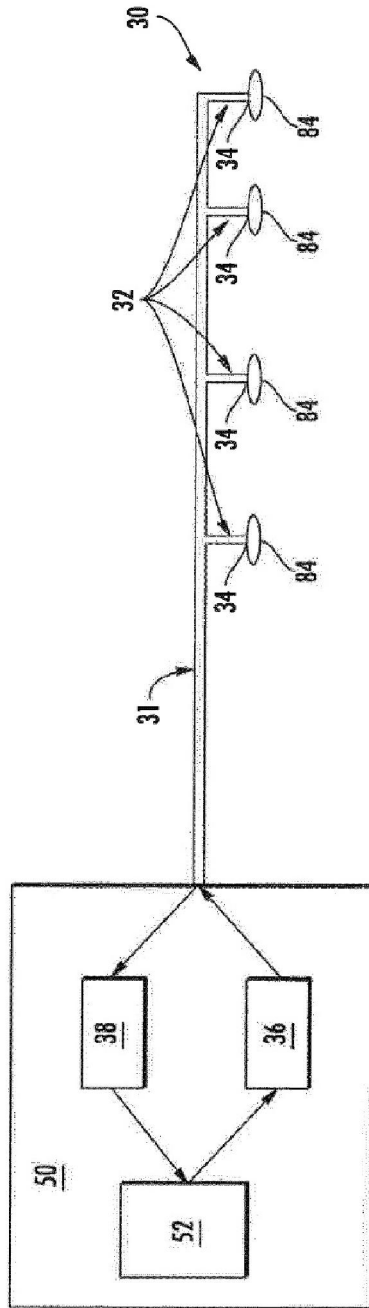
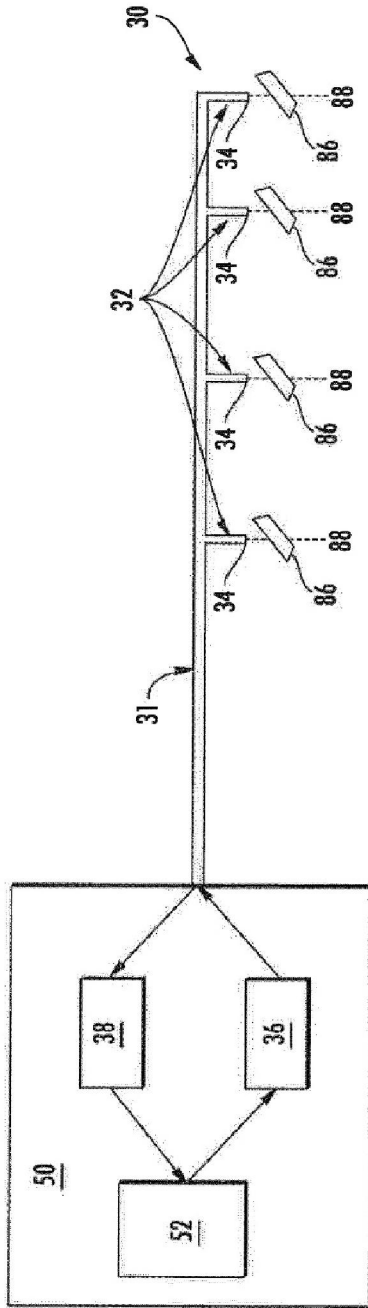


FIG. 14



**FIG. 15**

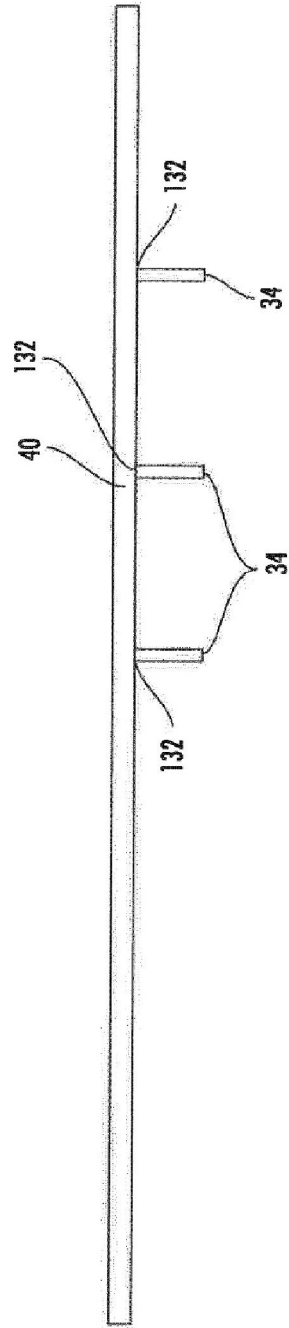


FIG. 16A

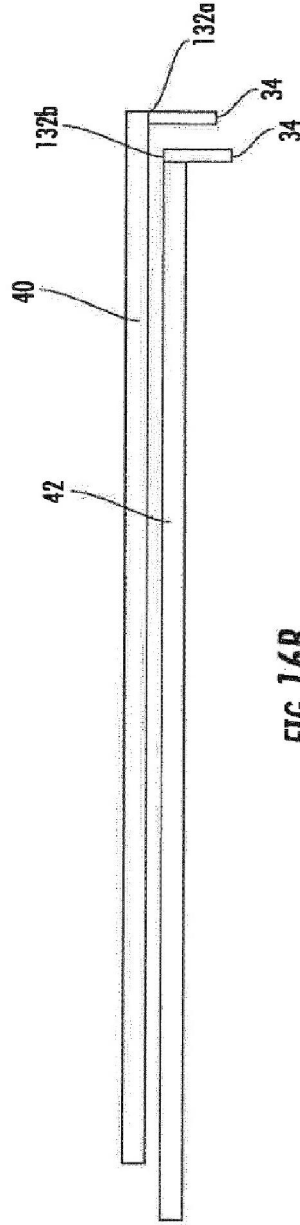


FIG. 16B

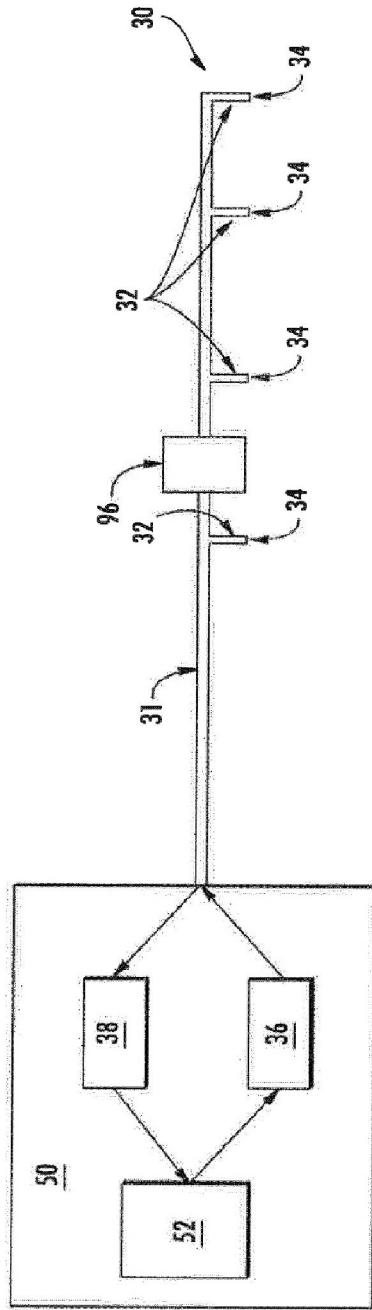


FIG. 17

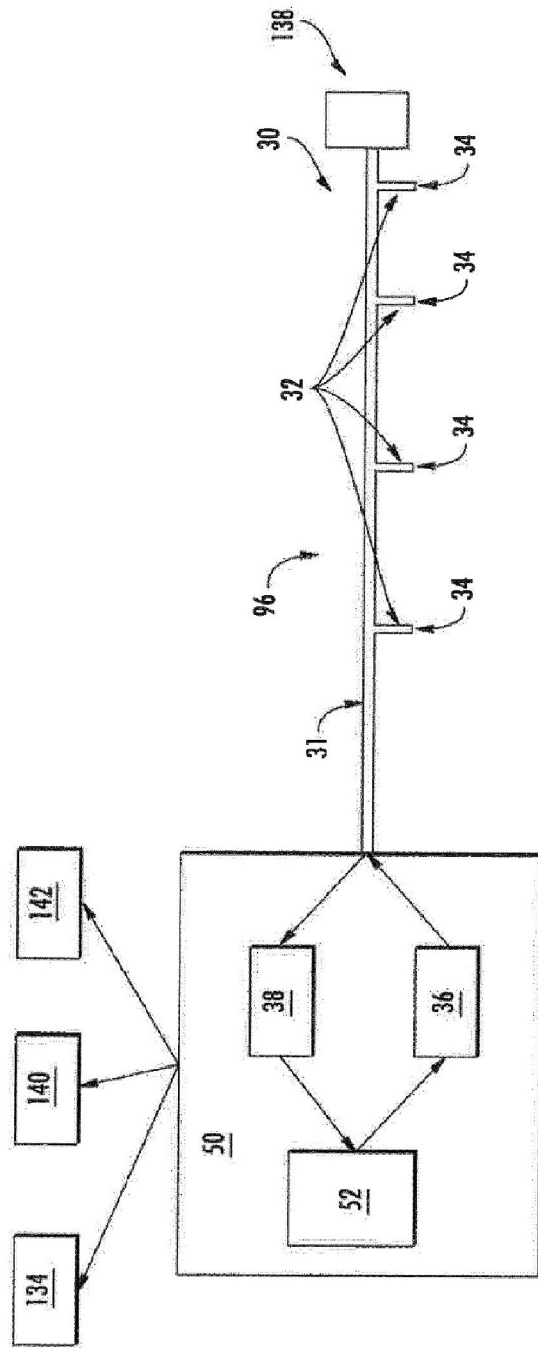


FIG. 18

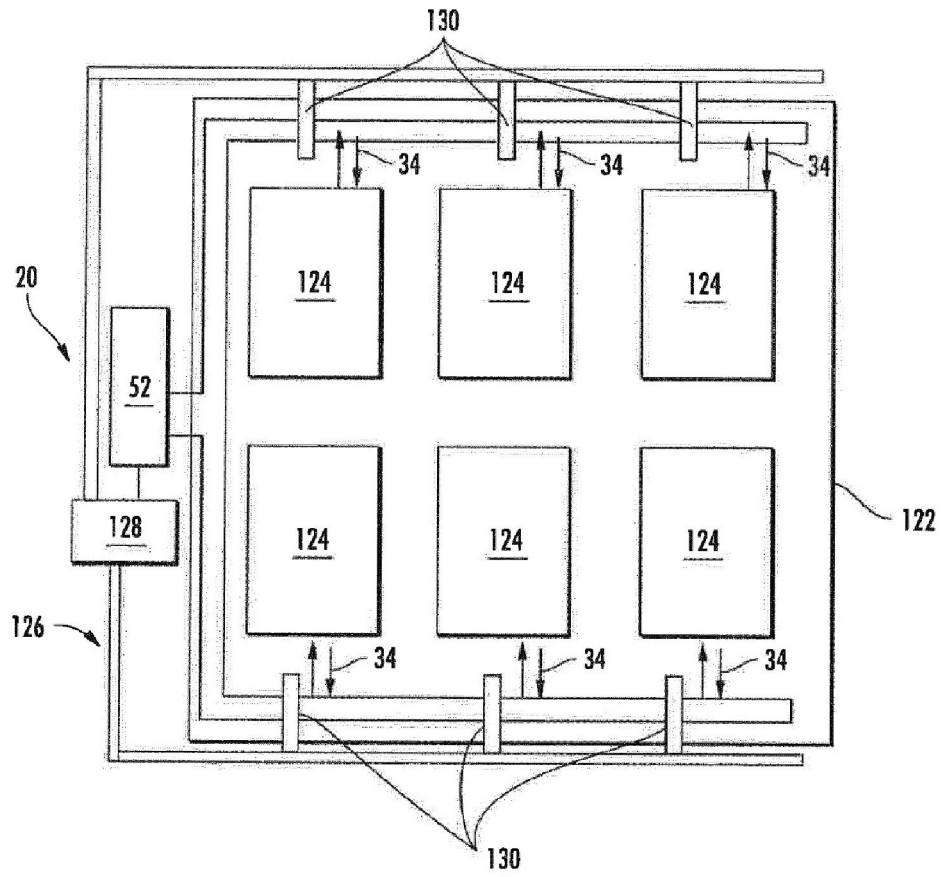


FIG. 19