

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 987 990**

51 Int. Cl.:

G08B 17/06 (2006.01)

G08B 17/107 (2006.01)

G08B 29/18 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **09.11.2017 PCT/US2017/060900**

87 Fecha y número de publicación internacional: **17.05.2018 WO18089660**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.11.2017 E 17801294 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.09.2024 EP 3539105**

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

30 Prioridad:

11.11.2016 US 201662420885 P

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

18.11.2024

73 Titular/es:

**CARRIER CORPORATION (100.0%)
13995 Pasteur Boulevard
Palm Beach Gardens, FL 33418, US**

72 Inventor/es:

**BIRNKRANT, MICHAEL J.;
ALEXANDER, JENNIFER M.;
FINN, ALAN MATTHEW;
CHEN, YANZHI;
XI, JIE y
HARRIS, PETER R.**

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 987 990 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 Las realizaciones de esta divulgación 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 mediante la detección de la presencia de humo u otros contaminantes transportados por el aire. Tras la detección de un nivel umbral de partículas, se puede activar una alarma u otra señal, tal como una señal de notificación, y se puede iniciar el funcionamiento de un sistema de extinción de incendios.

15 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 posiciones en las que se puede recoger humo o emisiones previas al incendio de una región o entorno que se está supervisando. El aire se introduce 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 unidades de sensor individuales en cada ubicación de detección, y cada unidad de sensor tiene sus propios componentes de procesamiento y detección.

20 Pueden producirse retardos en la detección de la presencia del fuego 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, existe normalmente un retardo 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 realmente llega 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 a partir de la mezcla de humo y aire puede no exceder el umbral necesario para indicar la existencia de un incendio.

30 El documento DE 102013213721 A1 divulga un módulo óptico de detección de humo para un sistema de alarma contra incendios.

35 La presente invención proporciona un sistema de detección para medir una o más condiciones dentro de un área predeterminada como se reivindica en la reivindicación 1.

Opcionalmente, en realizaciones adicionales la luz modulada incluye pulsos de luz.

40 Opcionalmente, en realizaciones adicionales la luz modulada incluye una señal continua.

Opcionalmente, en realizaciones adicionales, el área predeterminada es una de un edificio y un compartimento de aviónica de una aeronave.

45 La presente invención también proporciona un método para medir una condición dentro de un área predeterminada como se reivindica en la reivindicación 5.

Opcionalmente, el área predeterminada es una de un edificio y un compartimento de aviónica de una aeronave.

50 La materia objeto, que se considera como la presente divulgación, se señala particularmente y se reivindica de manera distinta en las reivindicaciones al término de la memoria descriptiva. Las anteriores y otras características y ventajas de la presente divulgación resultan evidentes a partir de la siguiente descripción detallada, tomada junto con los dibujos adjuntos, en los que:

55 la FIG. 1 es un diagrama esquemático de un sistema de detección;

la FIG. 1A es un diagrama esquemático de transmisión de luz en un nodo de un sistema de detección;

la FIG. 2A es un diagrama esquemático de un sistema de detección;

60 la FIG. 2B es un diagrama esquemático de un sistema de detección;

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

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

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

- la FIG. 5 es un diagrama esquemático de un sistema de detección que incluye una pluralidad de mazos de fibras;
- 5 la FIG. 6 es una vista en perspectiva de un área dentro de un edificio que se va a supervisar mediante un sistema de detección;
- la FIG. 7 es un diagrama esquemático de un sistema de control del sistema de detección;
- 10 la FIG. 8 es otro diagrama esquemático de un sistema de detección que incluye un sensor de fotodiodo de avalancha;
- FIG. 9 es un método de funcionamiento de un sistema de detección;
- 15 la FIG. 10 es un diagrama esquemático del flujo de procesos para evaluar las señales generadas por el dispositivo sensible a la luz;
- las FIG. 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;
- 20 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;
- 25 la FIG. 14 es un diagrama esquemático de un sistema de detección que utiliza lentes;
- la FIG. 15 es otro diagrama esquemático de un sistema de detección que utiliza espejos;
- la FIG. 16A es un diagrama esquemático de un sistema de detección que tiene una conexión de empalme;
- 30 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;
- 35 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 un sistema de extinción combinado.
- 40 La descripción detallada explica realizaciones de la presente divulgación, junto con las ventajas y características, a modo de ejemplo con referencia a los dibujos.

Haciendo referencia ahora a las figuras, se ilustra un sistema 20 para detectar una o más condiciones o eventos dentro de un área designada. El sistema de detección 20 está configurado para detectar una o más condiciones peligrosas, incluido el humo causado por un incendio y la presencia de una persona. Además, el sistema de detección 20 puede ser capaz de detectar la presencia de incendio, temperatura, llama o cualquiera de una pluralidad de contaminantes, productos de combustión, o productos químicos. Además, el sistema de detección 20 puede estar configurado para realizar operaciones de supervisión de personas, condiciones de iluminación u objetos. En la reivindicación 1, la una o más condiciones incluyen humo causado por un incendio y la presencia de una persona. En una realización, el sistema 20 puede funcionar de una 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. Otras condiciones o eventos adecuados están dentro del alcance de la divulgación.

55 El sistema de detección 20 usa luz para evaluar un volumen para la presencia de una condición. 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 utiliza 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 amplitud/intensidad o dirección de la luz incidente, incluyendo reflexión, refracción, difracción, absorción y dispersión en cualquiera/todas las direcciones. En este ejemplo, la luz se emite en el área designada; cuando la luz encuentra un objeto (una persona, partícula de humo, o molécula de gas, por ejemplo), la luz puede dispersarse y/o absorberse debido a una diferencia en el índice de refracción del objeto en comparación con el medio circundante (aire). Dependiendo del objeto, la luz puede dispersarse en todas las direcciones diferentes. La observación de cualquier cambio 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 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, están acoplados al cable de fibra óptica 28. Un sistema de control 50 del sistema de detección 20, descrito 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 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 están presentes o no cambios en la atmósfera ambiente adyacente al nodo 34 que están causando la dispersión de la luz. La luz dispersada como se describe en la presente memoria se pretende que incluya 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 dispersión de luz también están dentro del alcance de la divulgación.

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 34 correspondientes están asociados cada uno con un dispositivo sensible a la luz 38 distinto. En realizaciones en las que un dispositivo sensible a la luz 38 individual está asociado con cada nodo 34, como se muestra en la FIG. 2A, la salida de señal desde cada nodo 34 puede supervisarse. Tras la detección de un evento o condición predeterminada, será posible localizar la posición del 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 dispositivo sensible a la luz 38 individual está configurado para recibir luz dispersada de una pluralidad de nodos 34, el sistema de control 50 es capaz de localizar la luz dispersada, es decir, identificar la luz dispersada recibida de cada uno de la pluralidad de nodos 34. En una realización, el sistema de control 50 utiliza 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 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 34 respectivos que están conectados a ese dispositivo 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 se recibe de nuevo en el nodo. En tales realizaciones, el tiempo de vuelo proporciona información respecto a la distancia del objeto con relación al nodo.

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 la presente memoria 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 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 se desplaza hacia abajo del primer núcleo de fibra 40 del cable de fibra óptica 28 hasta el 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 debajo del cable de fibra 28 al dispositivo sensible a la luz 38 a través del segundo núcleo de fibra 42.

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. Debe observarse 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 una estructura principal de mazo de fibras 31 con los extremos de los cables de fibra óptica 28 separados (no incluidos en la estructura principal agrupada) 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 FIG.

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 manera que las ramas 32 y los nodos 34 correspondientes estén dispuestos en diversas posiciones a lo largo de la longitud de la estructura principal del mazo de fibras 31. En una realización, las posiciones de los nodos 34 pueden establecerse durante la fabricación, o en el momento de la instalación del sistema 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 la separación de los nodos 34 dentro de un mazo de fibras 30 puede ser sustancialmente equidistante, o puede variar sobre 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 adicionalmente una pluralidad de mazos de fibras 30. En la realización ilustrada, no limitativa, un dispositivo sensible a la luz 38 distinto está asociado con cada uno de la pluralidad de mazos de fibras 30. Sin embargo, también se contemplan aquí 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 se puede utilizar 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 de manera que supervisen 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 ubicación, lo que puede limitar la exposición del otro equipo en la habitación 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 aseo, u otra región confinada de la aeronave que puede ser susceptible 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 una unidad 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 almacenarse u organizarse 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 señal digital, un microcontrolador, un circuito integrado de aplicación específica ("ASIC"), una matriz de puertas programables en campo ("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 acoplada operativamente a la al menos una fuente de luz 36 y al al menos un dispositivo sensible a la luz 38, la unidad de control 52 puede estar asociada 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 memoria que el término alarma, como se usa en esta memoria, puede indicar cualquiera de los posibles resultados de una detección.

El procesador 54 puede estar acoplado a la al menos una fuente de luz 36 y al 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 salida de señal desde el dispositivo sensor de luz 38 se proporciona entonces a la unidad de control 52 para su procesamiento utilizando un algoritmo para determinar si está presente una condición predefinida.

La señal recibida por o emitida desde el(los) dispositivo(s) sensible(s) a la luz 38 puede amplificarse y/o filtrarse, tal como mediante un comparador (no mostrado), para reducir o eliminar la información irrelevante dentro de la señal antes de ser comunicada a la unidad de control 52 ubicada a distancia del nodo 34. En tales

realizaciones, la amplificación y el filtrado de la señal pueden tener lugar directamente dentro del dispositivo sensor de luz 38, o, alternativamente, pueden tener lugar a través de uno o más componentes dispuestos entre el dispositivo sensor de luz 38 y la unidad de control 52. La unidad 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 tasas 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 66 de sensores es igual o mayor que el número total de mazos de fibras 30 acoplados operativamente a la misma. Sin embargo, también se contemplan en esta invención realizaciones en las que el número total de sensores APD 64 dentro de la matriz 66 de sensores 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 se toman periódicamente por un conmutador 68 o, alternativamente, se recogen 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 tiempo, frecuencia, ubicación o nodo. En un ejemplo, las señales electrónicas que proceden de los APD se sincronizan con la modulación del láser, de manera que las señales eléctricas se recogen durante un período de tiempo que comienza cuando el láser se pulsa a varios microsegundos después del pulso 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 emitidos por la matriz 66 de sensores, 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 información de los diversos sensores APD 64 de la matriz 66 de sensores secuencialmente. Mientras se están procesando los datos recogidos de un primer sensor APD 64 para determinar si se ha producido un evento o condición, se recogen los datos de un segundo APD 66 de la matriz 66 de sensores y se 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.

Un método de funcionamiento 100 del sistema de detección 20 se ilustra en la FIG. 9. La unidad de control 52 acoplada operativamente a la fuente de luz 36 está configurada 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, la unidad de control 52 varía la intensidad, duración, repetición, frecuencia u otras propiedades de la luz emitida. A medida que la luz se desplaza hacia abajo 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 a la unidad de control 52 para procesamiento adicional.

Utilizando el algoritmo 58 ejecutado por el procesador 54, cada una de las señales que representan la luz dispersada recibida por los nodos 34 correspondientes 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 una trayectoria de flujo para procesar las señales generadas por cada uno de los nodos 34. Como se muestra, la señal indicativa de luz dispersada 69 es analizada, mostrado en el bloque 70, en una pluralidad de señales basándose en su nodo de origen 34 respectivo. En la realización ilustrada, no limitativa, las señales de fondo, ilustradas esquemáticamente en 72, se sustraen de los datos antes de que las características del pulso se evalúen para cada una de las señales individuales. A través de la integración, compresión de pulsos y/o extracción de características, mostradas en el bloque 74, se puede determinar una o más particularidades o características (características del pulso) 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 tales 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 período de tiempo. Por ejemplo, un registro de tiempo de vuelo puede registrar 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 captación de señal, el tiempo de caída de señal, la velocidad de grupo, la integración, la tasa de cambio, la media y la varianza, por ejemplo.

5 A través de la aplicación del procesamiento de datos, ilustrado esquemáticamente en el bloque 76, las características pueden entonces procesarse adicionalmente usando, por ejemplo, suavizado, transformadas de Fourier o correlación cruzada. En una realización, los datos procesados se envían entonces 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 34 correspondiente. Esta evaluación puede ser una comparación binaria simple que no identifica la magnitud de la desviación entre la particularidad y un umbral. La evaluación puede ser también
 10 una comparación de una función numérica de la particularidad o 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 fondo. El aprendizaje de fondo puede lograrse mediante filtrado adaptativo, estimación de parámetros basada en modelo, modelización estadística, y similares. En algunas realizaciones, si una de las características identificadas no excede 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 proceso para evaluar los datos ilustrados y descritos en esta memoria pretende ser solo un ejemplo, y que en esta memoria también se contemplan otros procesos que incluyen algunas o todas las etapas
 20 indicadas en la figura.

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

30 Además de evaluar las señales generadas desde cada nodo 34 individualmente, el procesador 54 puede estar configurado adicionalmente 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 otro modo. 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), máxima a priori (MAP), mínimos cuadrados no lineales (NNLS), técnicas de agrupamiento, máquinas de vectores de soporte, árboles bosques de decisión, y similares.

45 Como se ha ilustrado y descrito 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 Wavelet, transformada espacio-temporal, distribución de Choi-Williams, distribución de Winger-Ville y similares, a las señales para convertir las señales de un dominio temporal a un dominio de 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 ambas.

55 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 una entrada y determina una o más salidas a partir de un cálculo de un método 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 una entrada para evaluar la dependencia de una señal. Se seleccionan una o más salidas a partir de un cálculo de una correlación, coeficientes de transformada rápida de Fourier, una segunda derivada o una ventana. La magnitud y presencia de la condición se basa entonces en la causalidad y dependencia. La magnitud y presencia de una condición se pueden calcular utilizando uno o más enfoques 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 de 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 rango pequeño, tal como de aproximadamente 0,01 Hz a aproximadamente 10 Hz, por ejemplo, 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. Por consiguiente, 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 de aproximadamente 10 Hz, de manera que cuando la magnitud de la frecuencia de humo óptico excede el umbral, el humo está presente.

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 FIG. 11A y 11B, se ilustran gráficos de las señales registradas desde 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 a medida que 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 pasos que tienen magnitudes variables. La FIG. 11B, que representa la detección de humo de un incendio humeante, aparece gráficamente como una señal que cambia de manera muy continua 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.

De acuerdo con la invención, para reducir el ruido asociado con cada señal, el dispositivo emisor de luz 36 se modula de tal manera que el dispositivo 36 se haga funcionar selectivamente para generar luz modulada en un patrón específico. La luz dentro del patrón varía en intensidad, anchura, frecuencia, fase, y puede comprender pulsos discretos o puede ser continua. El patrón específico de luz está diseñado para tener propiedades deseables que incluyen 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 38 correspondiente debería llegar en el mismo patrón sustancialmente. El uso de más de un patrón específico y conocido proporciona capacidades de procesamiento mejoradas al permitir que el sistema 20 reduzca el ruido general. Esta reducción de ruido, cuando se combina con el procesamiento de señal, puede dar como resultado una relación señal a ruido mejorada y el número total de eventos o condiciones falsas detectadas disminuirá. Alternativamente, o además, la sensibilidad del dispositivo puede mejorarse, aumentando de este modo los límites del sistema de detección 20. Mediante la correlación cruzada de uno o más segundos patrones, se distinguen las causas específicas de las señales transmitidas o reflejadas, por ejemplo, mediante la 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 una detección mejorada al determinar 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 a través del área designada adyacente a un nodo, como se muestra en la FIG. 11A, y un incendio humeante adyacente al nodo 34.

Haciendo 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 recubrimiento antirreflejante, una placa de ondas, y/u otras características ópticas para reducir la interferencia de señales que no son eventos, u otras señales no deseadas, tales como la luz ambiental de la luz solar o 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 manera 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 se han de detectar 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 tal manera 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, tales como en el nodo 34 como se muestra en la FIG. 13.

Esto permite la colocación específica del nodo de los dispositivos de mejora óptica 80 de manera 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.

Haciendo referencia ahora a la FIG. 14, en algunas realizaciones, el sistema 20 incluye enfocar o expandir 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 colimar la luz. También, un elemento óptico de expansión puede estar situado en ubicaciones similares para aumentar el campo de visión del nodo haciendo divergir la luz. A modo 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 la 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 la recogida 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 de 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 modelado para controlar la emisión direccional de la luz.

Haciendo 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 con relación a 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 la transmisión al dispositivo sensible a la luz 38. En algunas realizaciones, el espejo parabólico 86 está configurado para rotar alrededor de un eje de rotación durante el funcionamiento del sistema 20 para aumentar adicionalmente un área de cobertura del nodo 34.

En algunas realizaciones, tanto la lente 84 como el espejo 86 pueden utilizarse en el nodo 34. Además, aunque en las realizaciones ilustradas en las FIG. 14 y 15 se utilizan ópticas en cada nodo 34, en otras realizaciones, se pueden utilizar ópticas solo en nodos 34 seleccionados para proporcionar sus beneficios a los nodos 34 seleccionados, tal como aumentar el rango de detección en los nodos 34 seleccionados 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 H₂, H₂S, CO₂, CO, NO₂, NO₃ 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, se puede utilizar una primera longitud de onda para la detección de humo, mientras que se puede utilizar una segunda longitud de onda para la detección de COV. Se pueden utilizar longitudes de onda adicionales para la detección de contaminantes adicionales, y el uso de información de longitud de onda múltiple en conjunto puede mejorar la sensibilidad y proporcionar la discriminación de las especies de gas 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 una emisión selectivamente controlada de la luz. La utilización del sistema 20 para la detección de contaminantes puede conducir a una mejor calidad del aire en el espacio predeterminado 82, así como a una mejora de la seguridad.

En algunas realizaciones, tal como se muestra en la FIG. 16A, las ramas de fibra óptica 32 están conectadas operativamente cada una a la estructura principal del 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 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. Los acoplamientos 132 aumentan, por lo tanto, 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 la transmisión de luz desde la fuente de luz 36, mientras que el segundo núcleo de fibra óptica 42 recibe luz dispersada y transporta 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.

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 proceden 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 la 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 a Internet 140, una red de edificio o un sistema de gestión 142, y/o un panel de incendios 134 del edificio o espacio cerrado. El panel de incendios 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 el caso de detección de humo, incendio u otra sustancia por parte del sistema 20. En la realización mostrada 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 es capaz tanto de medir la condición en el área predeterminada 82 como de proporcionar comunicación. Por ejemplo, una vez que el sistema de control 50 determina que está presente una condición basándose en señales de detección recibidas desde uno o más nodos 34, el sistema de control 50 transmite una o más señales de alarma desde el panel de incendios 134 a lo largo de cables de fibra óptica 28 a una o más unidades 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 es capaz de hacer esto en un mazo de fibra óptica 30 combinando la 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 de edificios o dispositivos locales en el espacio a través de luz modulada transmitida a lo largo de los cables 32. En algunas realizaciones, esta comunicación es por medio del protocolo Li-Fi.

Haciendo referencia ahora a la FIG. 19, se muestra un recinto 122, por ejemplo, un alojamiento de servidor, con uno o más componentes electrónicos 124 ubicados en el mismo. Un sistema de detección 20 está instalado en el recinto 122, junto con un sistema de extinción 126. El sistema de extinción 126 puede incluir, por ejemplo, un suministro de extintor 128 y una o más salidas de 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 a la unidad de control 52 del sistema de detección 20. En caso de detección de incendio o humo en un nodo 34 del sistema de detección 20, la unidad de control 52 acciona el sistema de extinción 126 para activar la salida de extintor 130 en la ubicación del nodo 34 para proporcionar extinción localizada en el recinto 122. Además, la unidad de control 52 puede ordenar el apagado de los componentes electrónicos 124 en la región del nodo 34 para evitar daños adicionales a los componentes electrónicos particulares 124. La detección y extinción localizada, tal como se describe en esta memoria por medio del 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 sometidos al fuego y el humo de la exposición al extintor, reduciendo el daño a esos componentes y reduciendo adicionalmente el coste y el gasto de la limpieza del extintor después de un evento.

Aunque la divulgación se ha descrito en detalle en relación con solo un número limitado de realizaciones, debería entenderse que la divulgación no está limitada a tales realizaciones divulgadas. En cambio, la invención se puede modificar para incorporar cualquier número de variaciones, alteraciones, sustituciones o disposiciones equivalentes no descritas hasta ahora, pero que entran dentro del alcance de la divulgación como se define en las reivindicaciones adjuntas.

Adicionalmente, aunque se han descrito varias realizaciones de la divulgación, debe entenderse que los aspectos de la divulgación pueden incluir solo algunas de las realizaciones descritas. En consecuencia, la divulgación no debe verse como limitada por la anterior descripción, sino que está solo 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, definiendo el al menos un cable de fibra óptica un nodo (34) dispuesto para medir la una o más condiciones;
- 10 una fuente de luz (36) acoplada al al menos un cable de fibra óptica para emitir una luz modulada al nodo, transmitiéndose la luz modulada al área predeterminada;
- un dispositivo sensible a la luz (38) acoplado al al menos un cable de fibra óptica para recibir luz dispersada dentro de la atmósfera adyacente al nodo; y
- 15 una unidad de control (52) acoplada operativamente a la fuente de luz y al dispositivo sensible a la luz y configurada para determinar al menos una de la presencia y magnitud de una o más condiciones dentro del área predeterminada;
- 20 caracterizado por que
- la fuente de luz está configurada para hacerse funcionar selectivamente para generar luz modulada en un patrón específico;
- 25 en donde determinar al menos una de la presencia y magnitud de una o más condiciones dentro del área predeterminada incluye calcular una correlación cruzada de la luz recibida por el dispositivo sensible a la luz con un segundo patrón específico;
- en donde la luz dentro del patrón específico varía en al menos uno de entre intensidad, anchura, frecuencia y fase; y
- 30 en donde la una o más condiciones incluyen humo causado por un incendio y la presencia de una persona.
2. El sistema (20) según la reivindicación 1, en donde la luz modulada incluye pulsos de luz.
- 35 3. El sistema (20) según la reivindicación 1, en donde la luz modulada incluye una señal continua.
4. El sistema (20) según la reivindicación 1, 2 o 3, en donde el área predeterminada es una de un edificio y un compartimento de aviónica de una aeronave.
- 40 5. Un método para medir una condición dentro de un área predeterminada que comprende:
- transmitir un patrón específico de luz a lo largo de un mazo de fibras (30) y a través de un nodo (34) de un cable de fibra óptica (28) del mazo de fibras, dispuesto el nodo para medir la una o más condiciones;
- 45 recibir luz dispersada dentro de la atmósfera adyacente al nodo; y
- usar la luz recibida y un segundo patrón para medir al menos una de la presencia y magnitud de una o más condiciones dentro del área predeterminada;
- 50 en donde medir al menos una de la presencia y magnitud de una o más condiciones dentro del área predeterminada incluye calcular una correlación cruzada de la luz recibida con el segundo patrón específico;
- en donde la luz dentro del patrón específico varía en al menos uno de entre intensidad, anchura, frecuencia y fase; y
- 55 en donde la una o más condiciones incluyen humo causado por un incendio y la presencia de una persona.
6. El método según la reivindicación 5, en donde el área predeterminada es una de un edificio y un compartimento de aviónica de una aeronave.

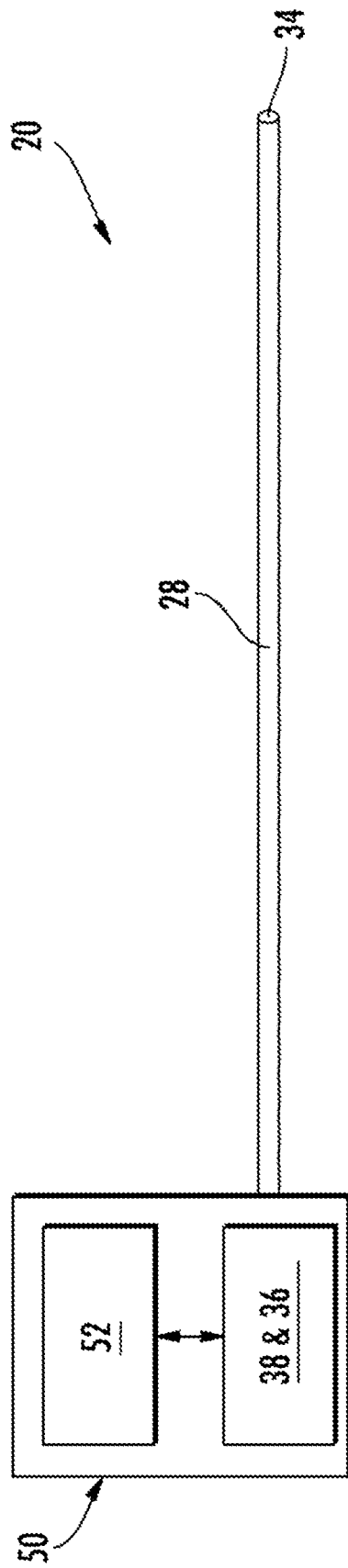
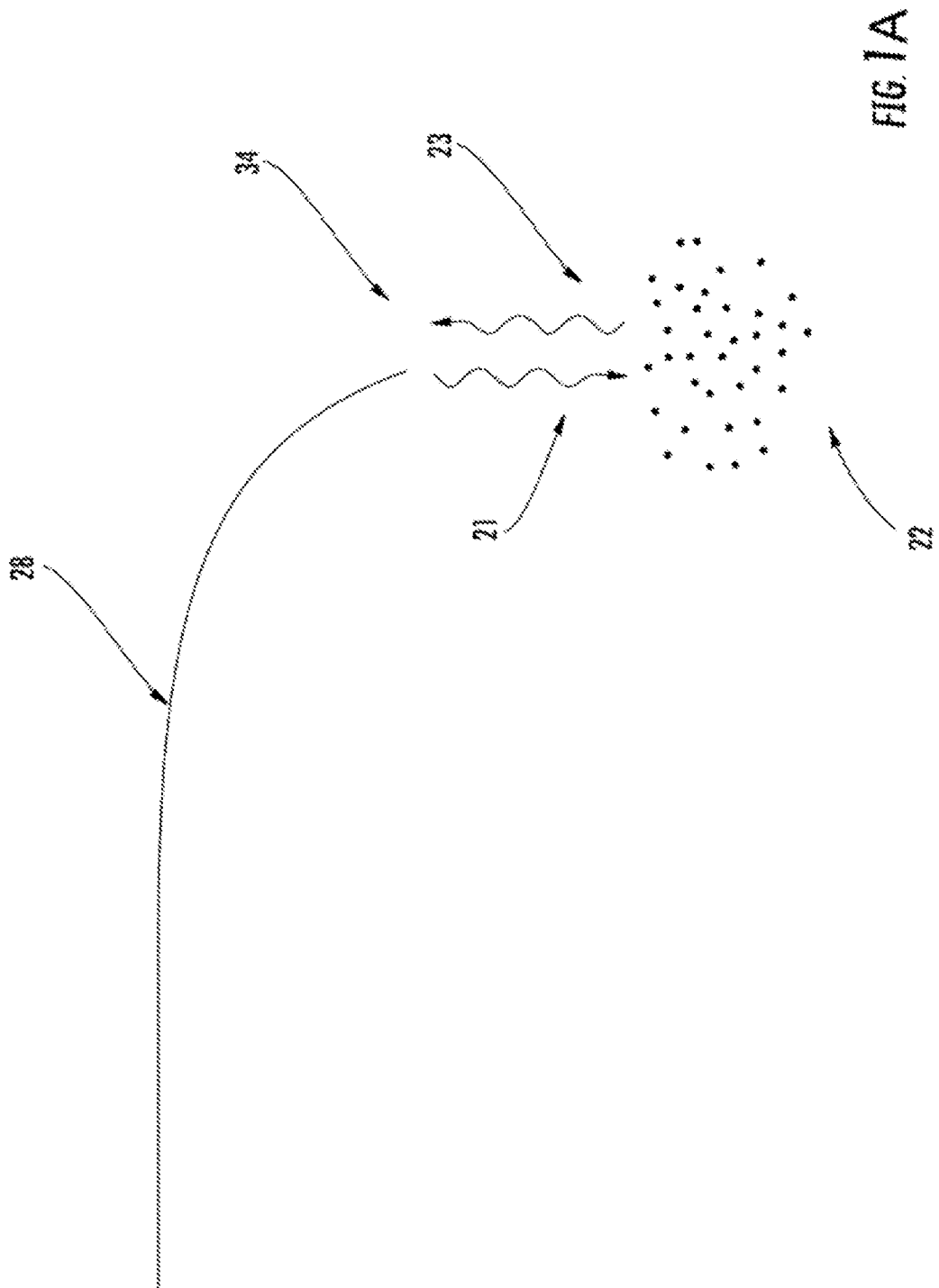


FIG. 1



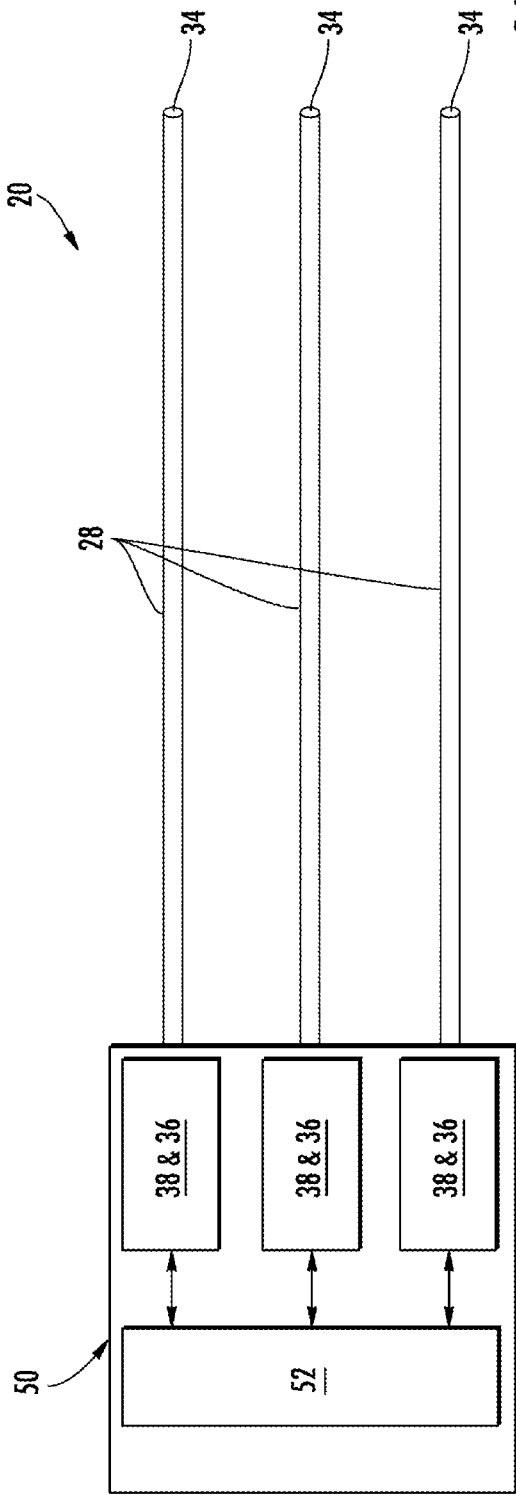


FIG. 2A

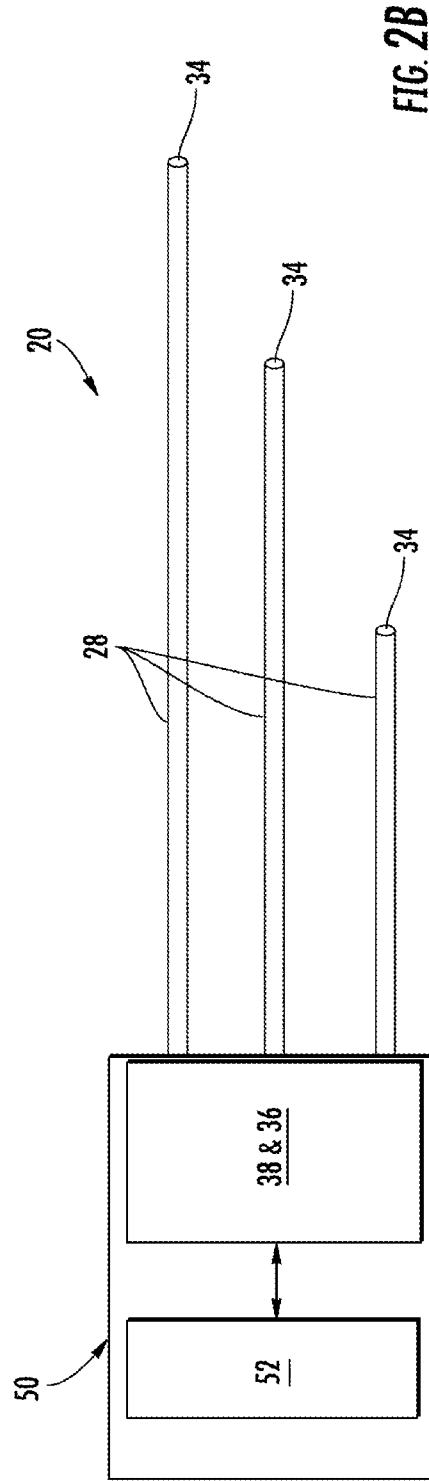


FIG. 2B

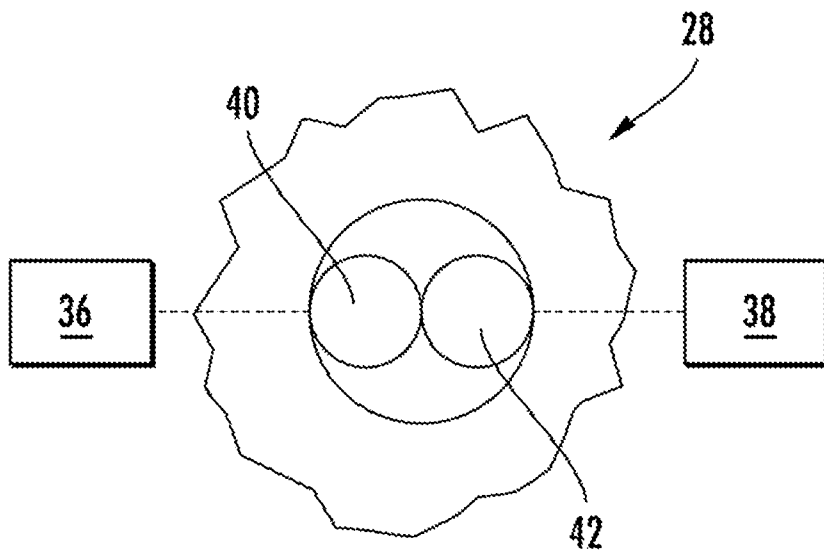
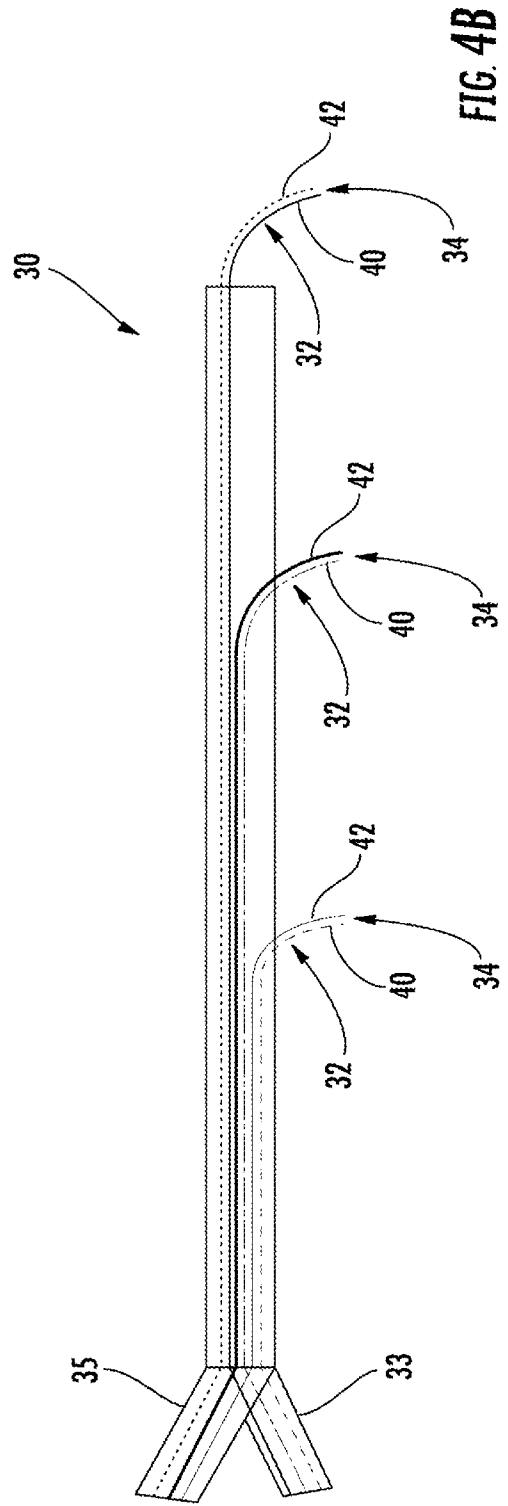
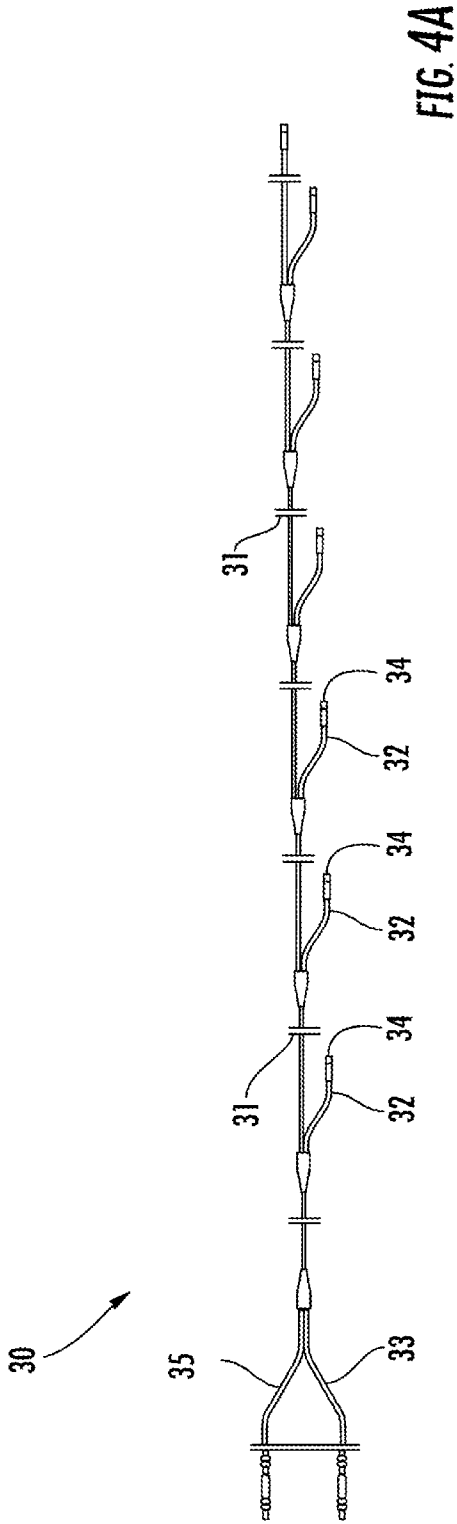


FIG. 3



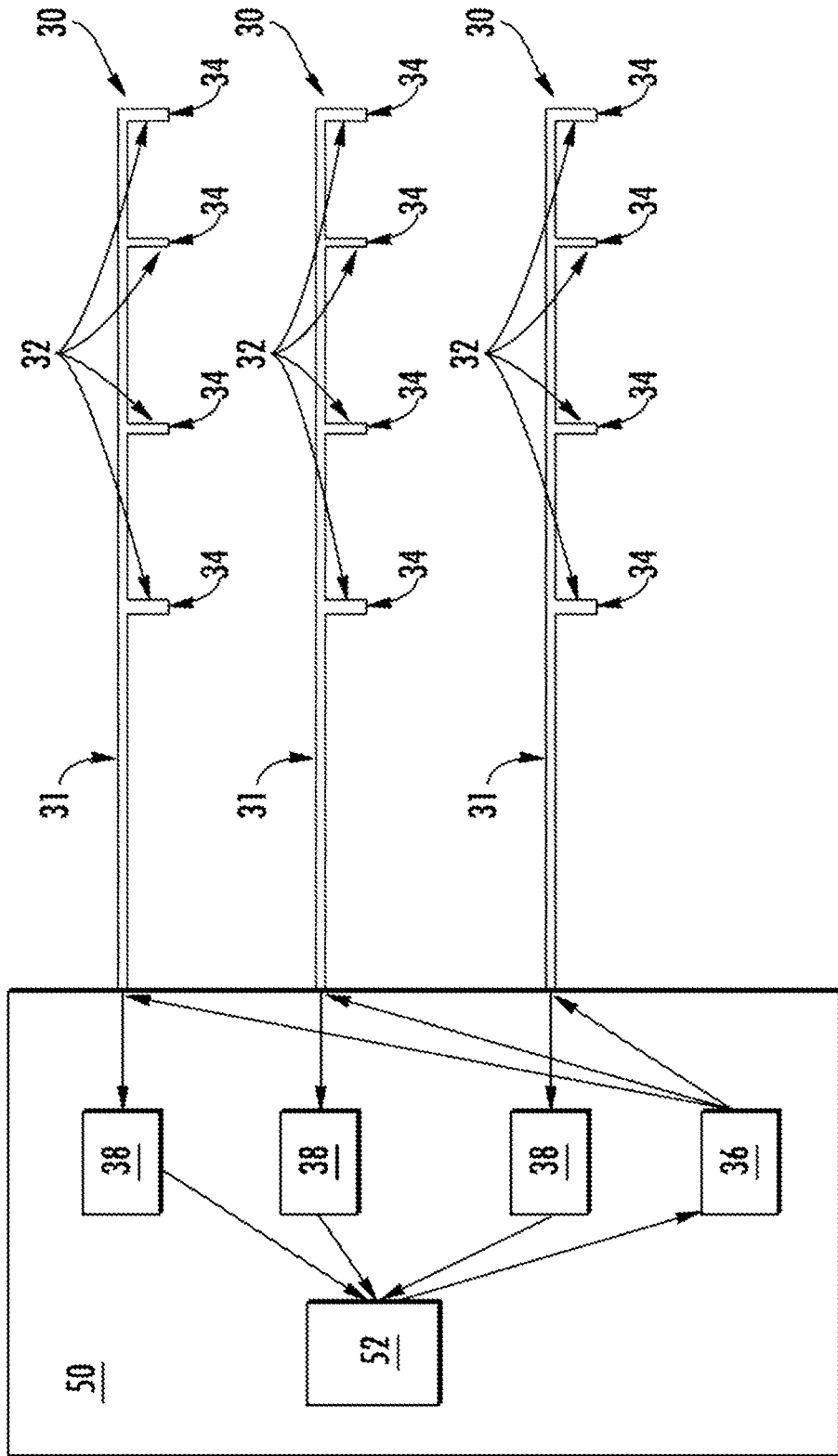


FIG. 5

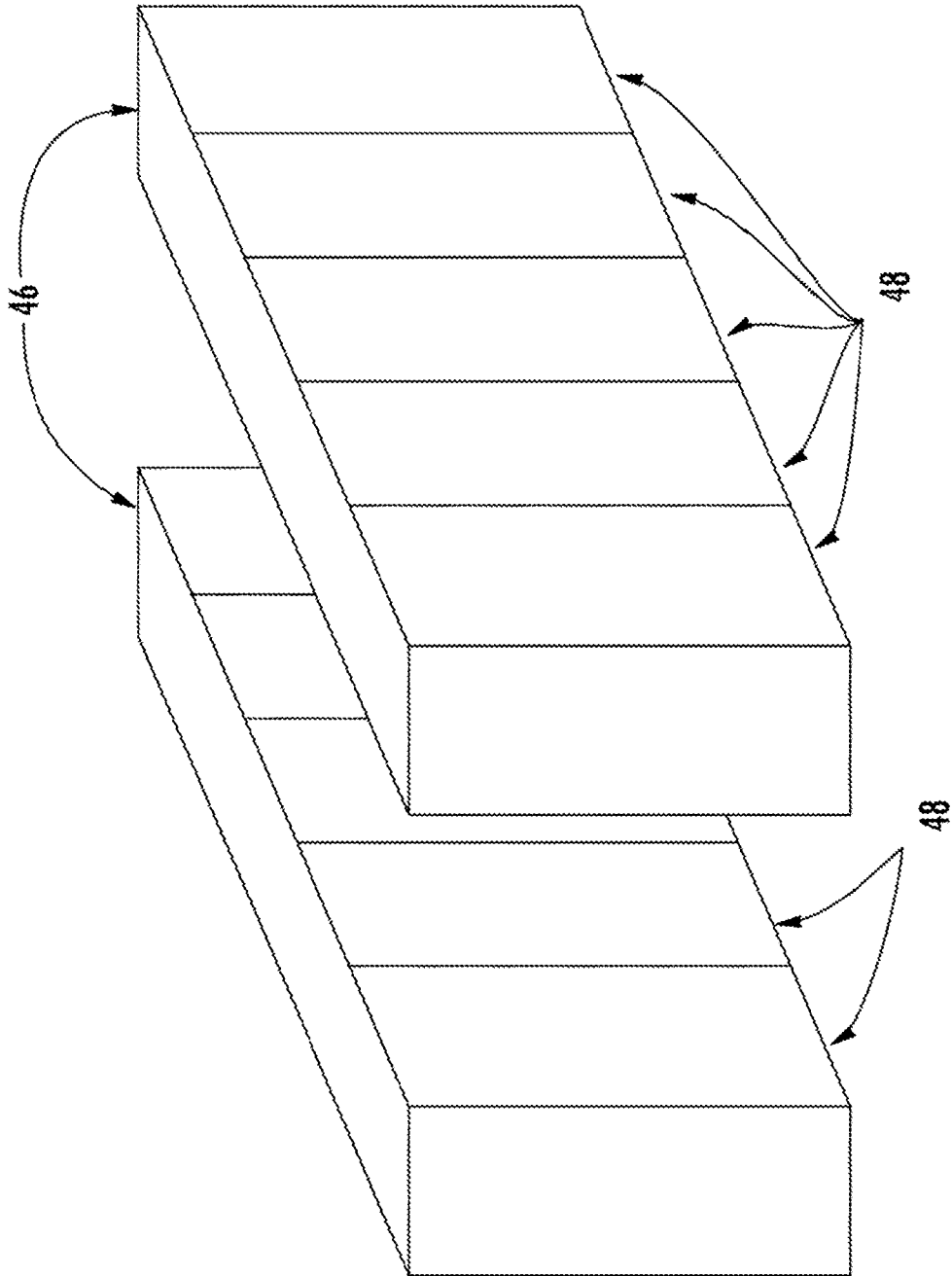


FIG. 6

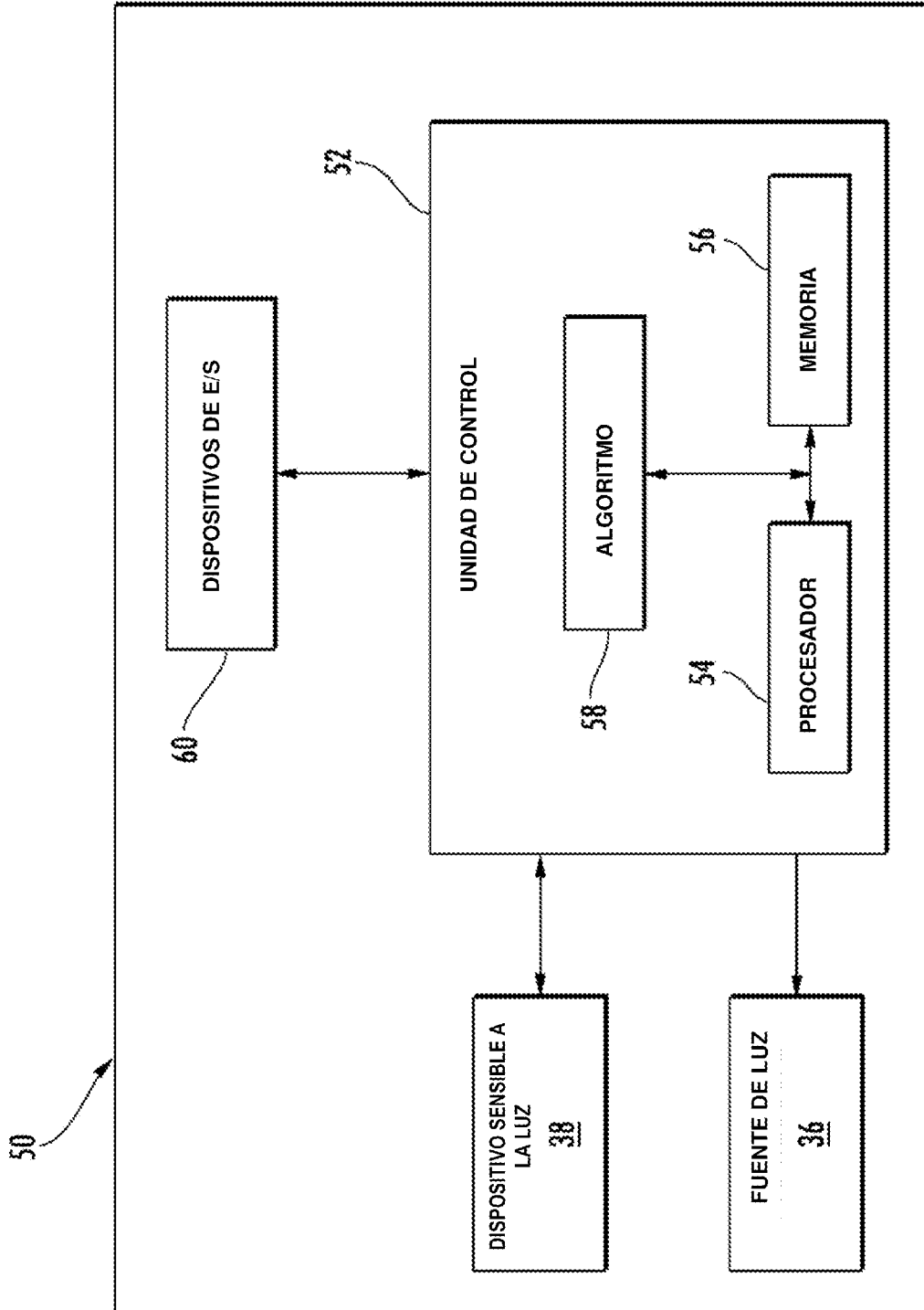


FIG. 7

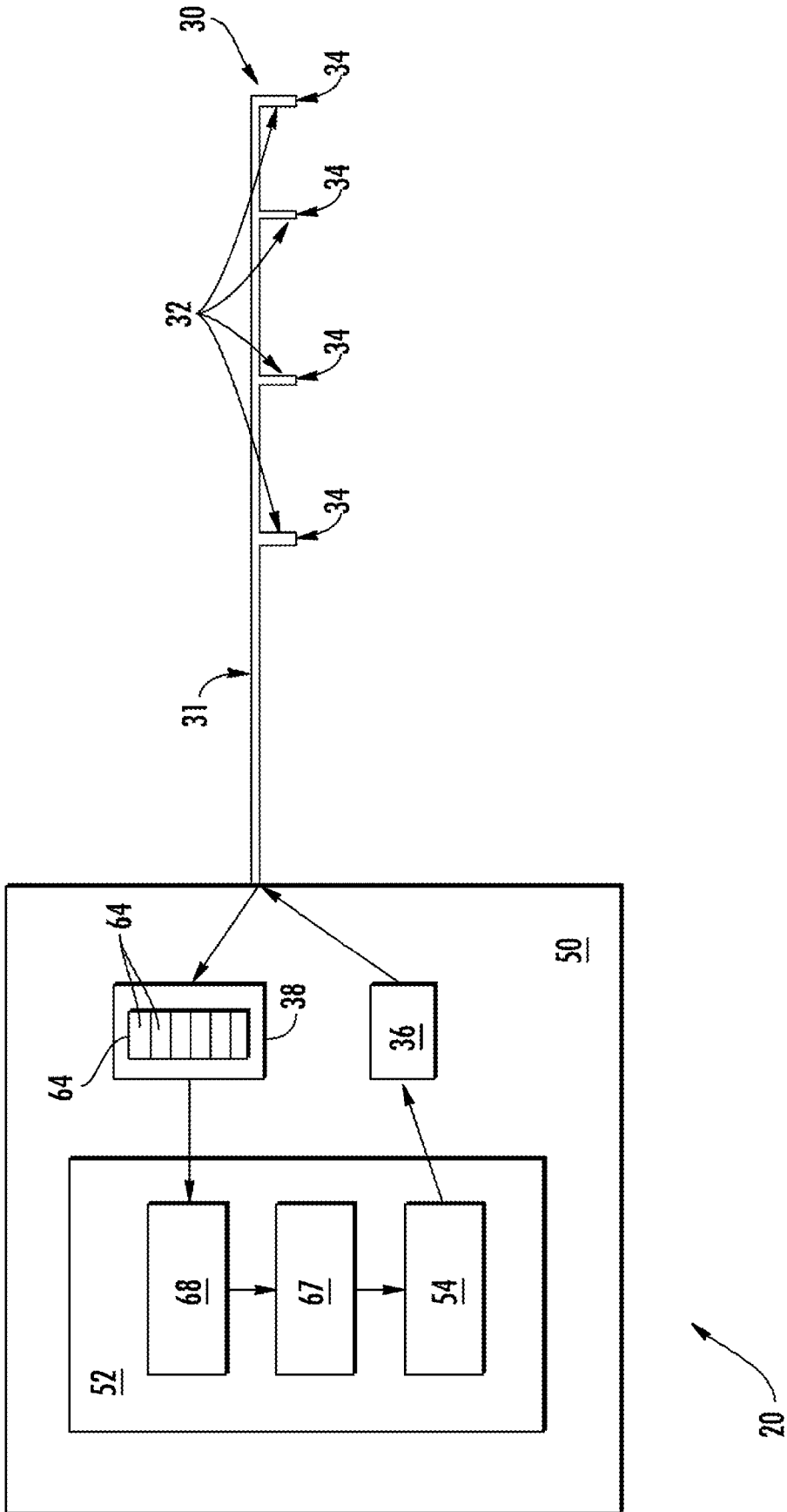


FIG. 8

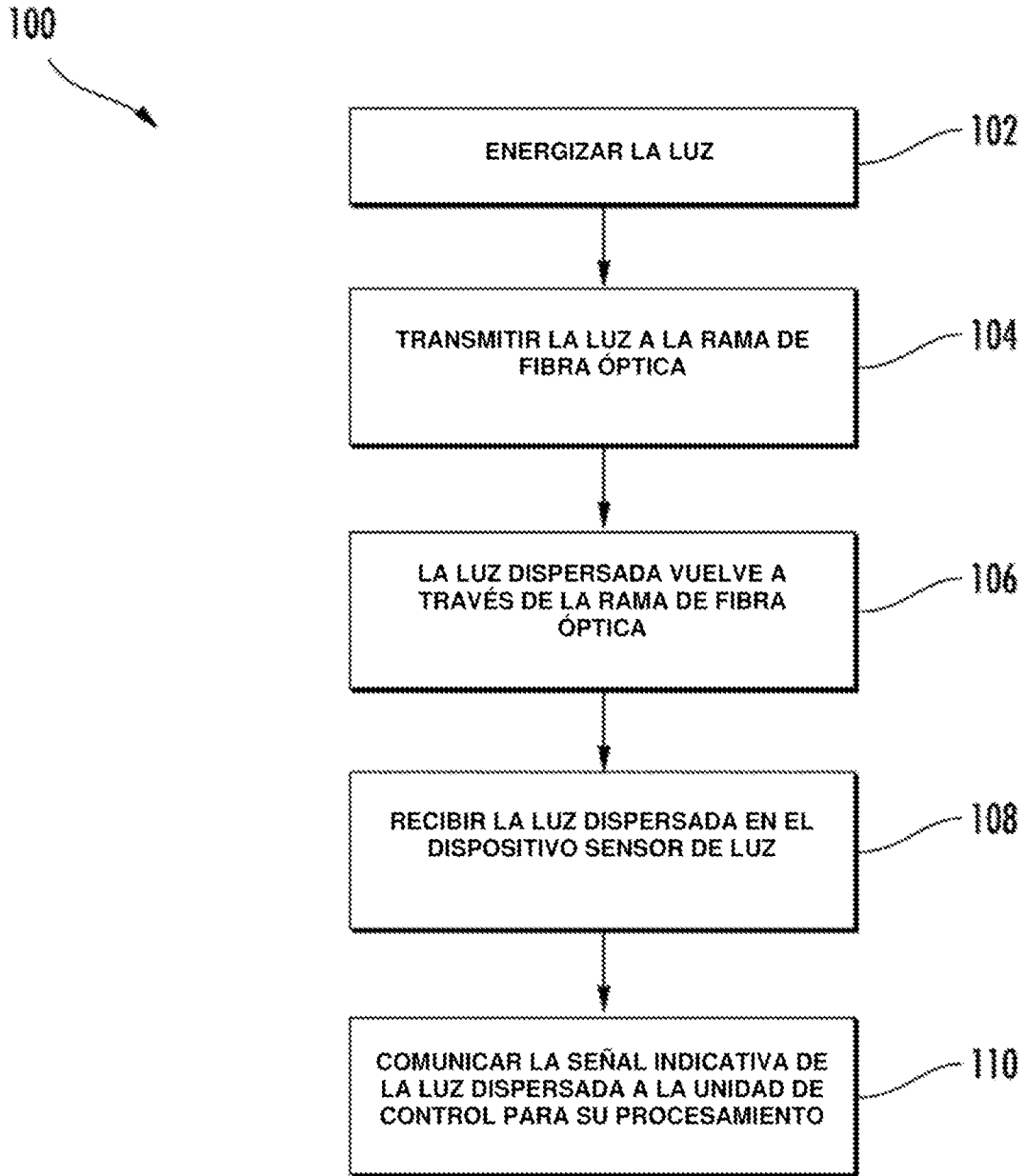


FIG. 9

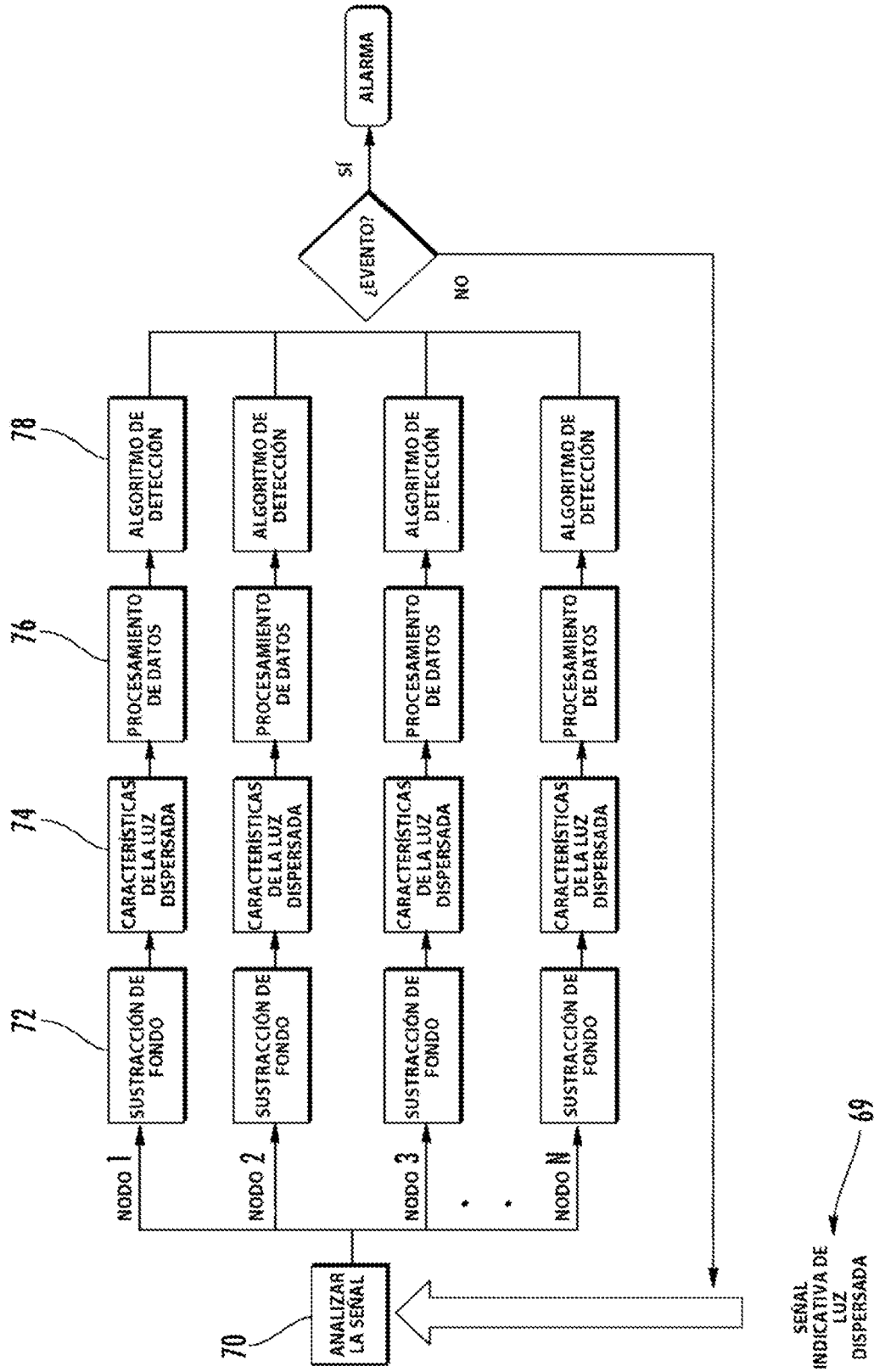


FIG. 10

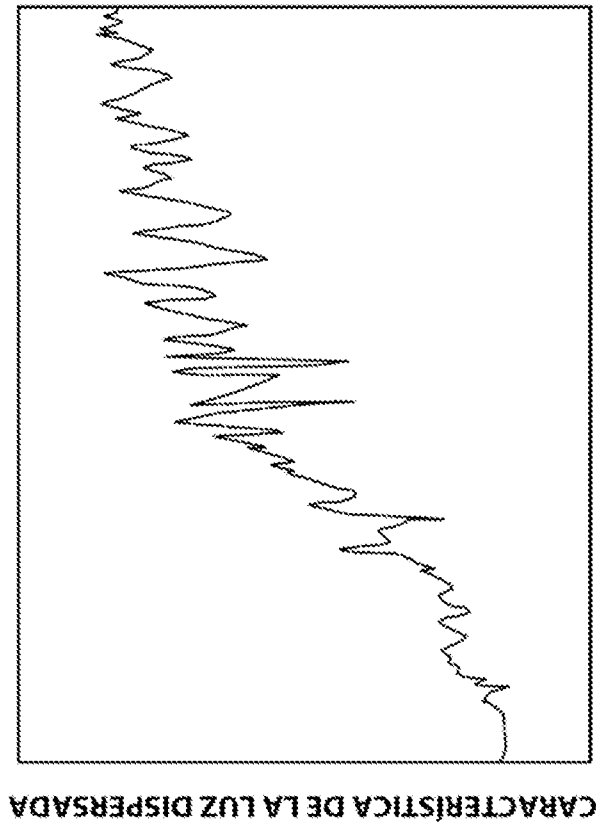


FIG. 11B

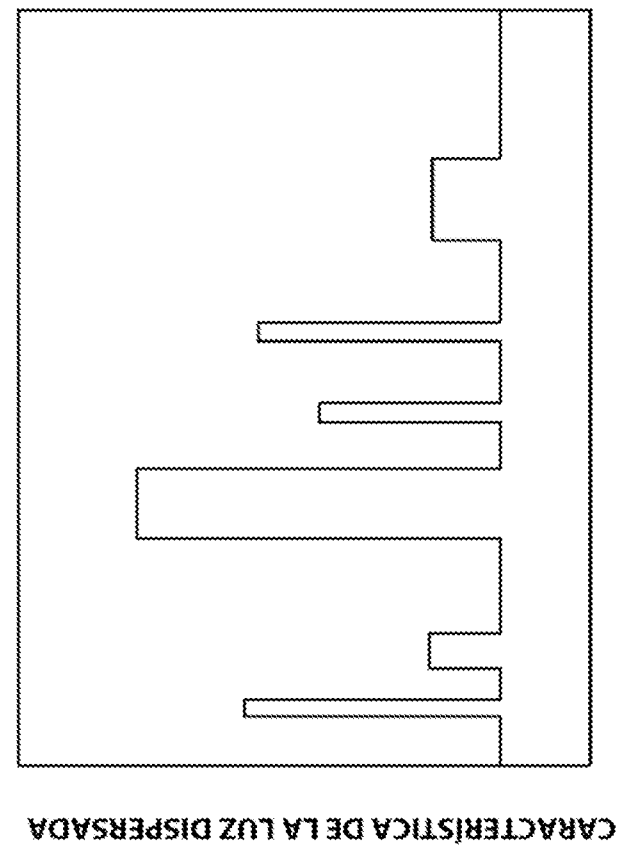


FIG. 11A

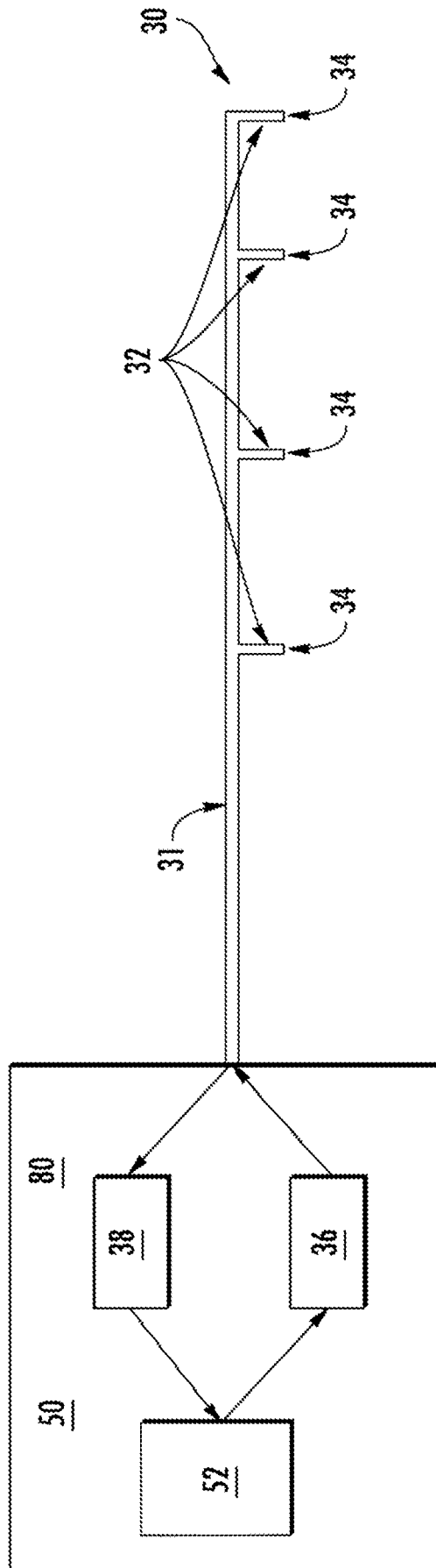


FIG. 12

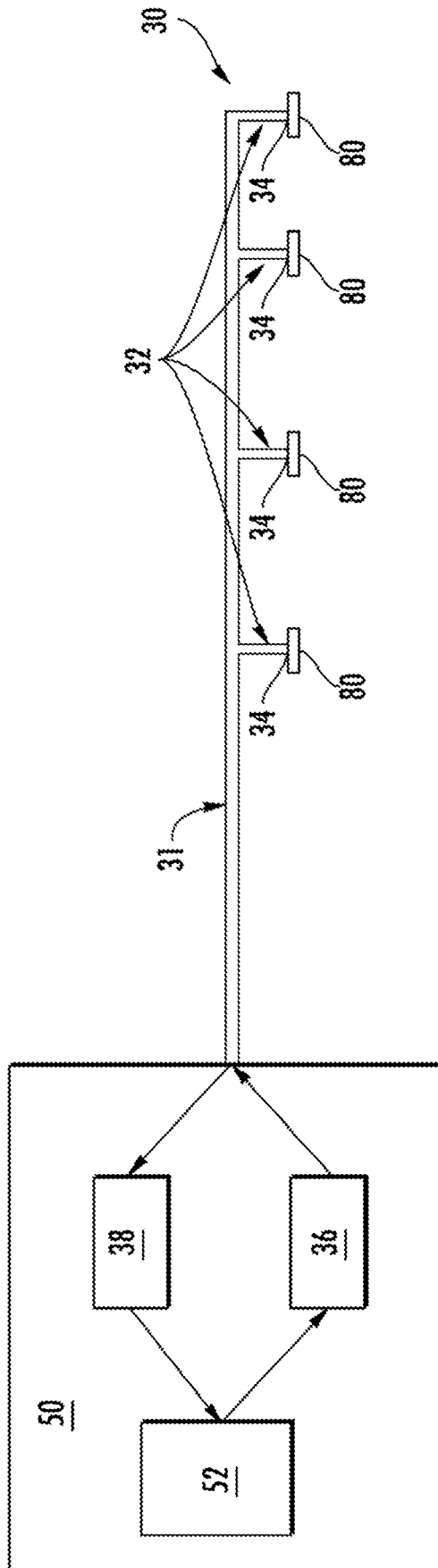


FIG. 13

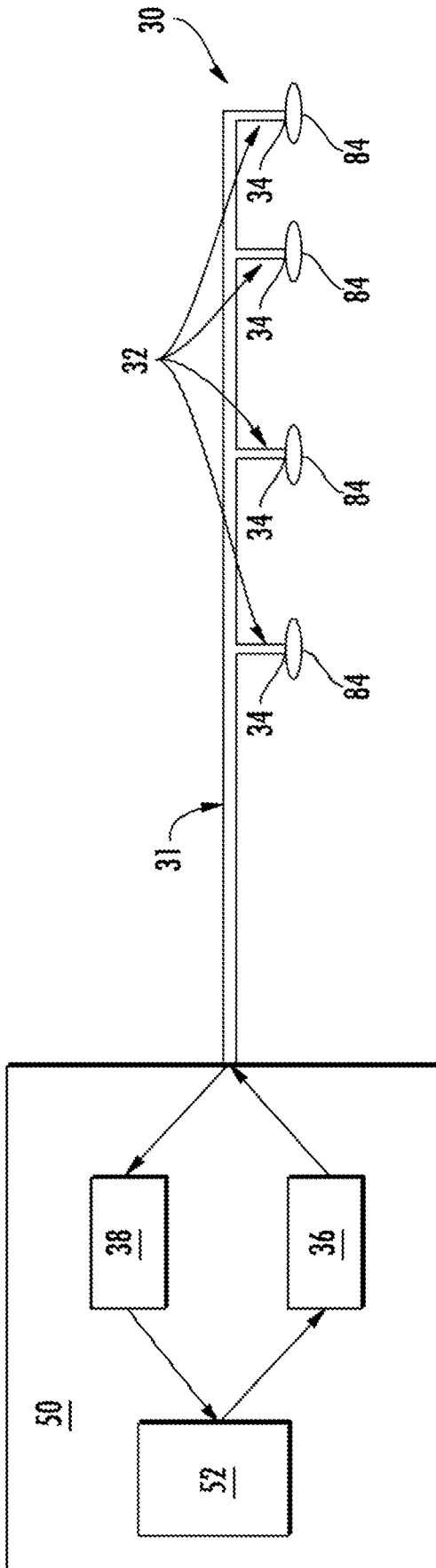


FIG. 14

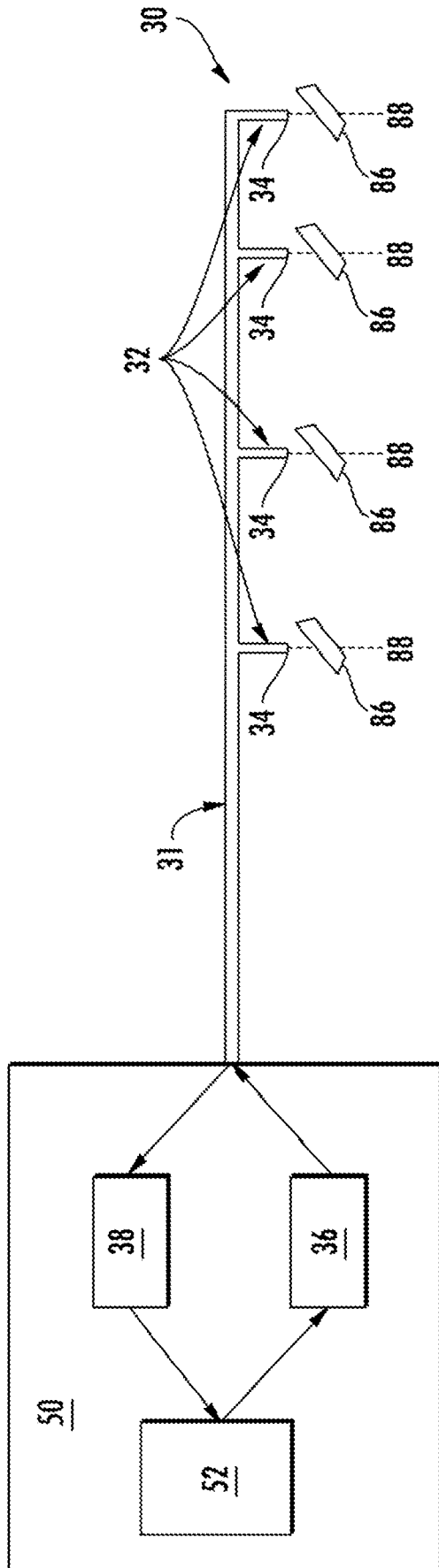


FIG. 15

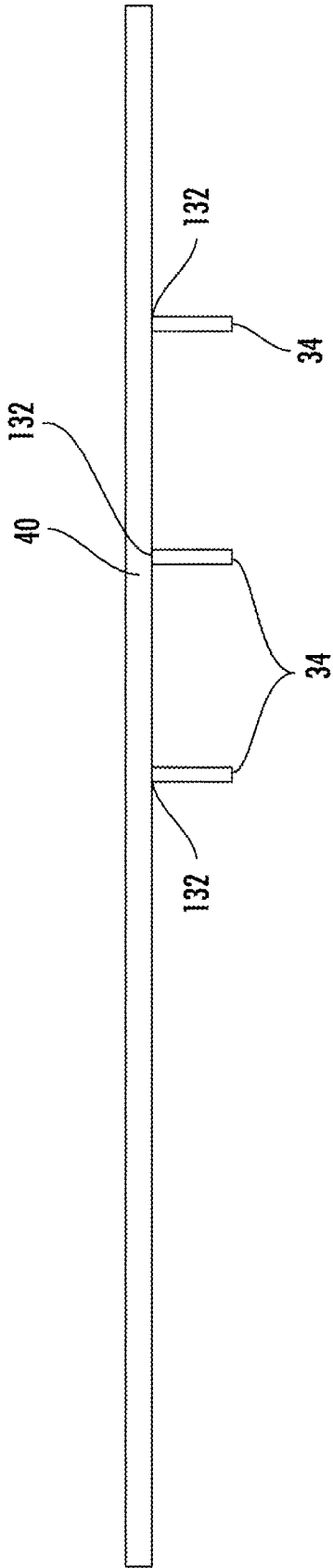


FIG. 16A

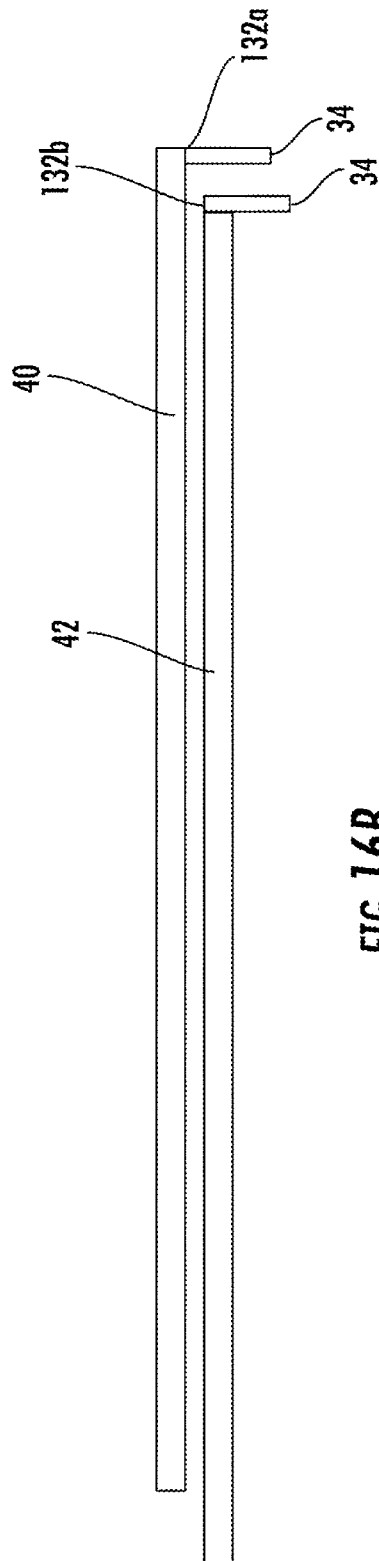


FIG. 16B

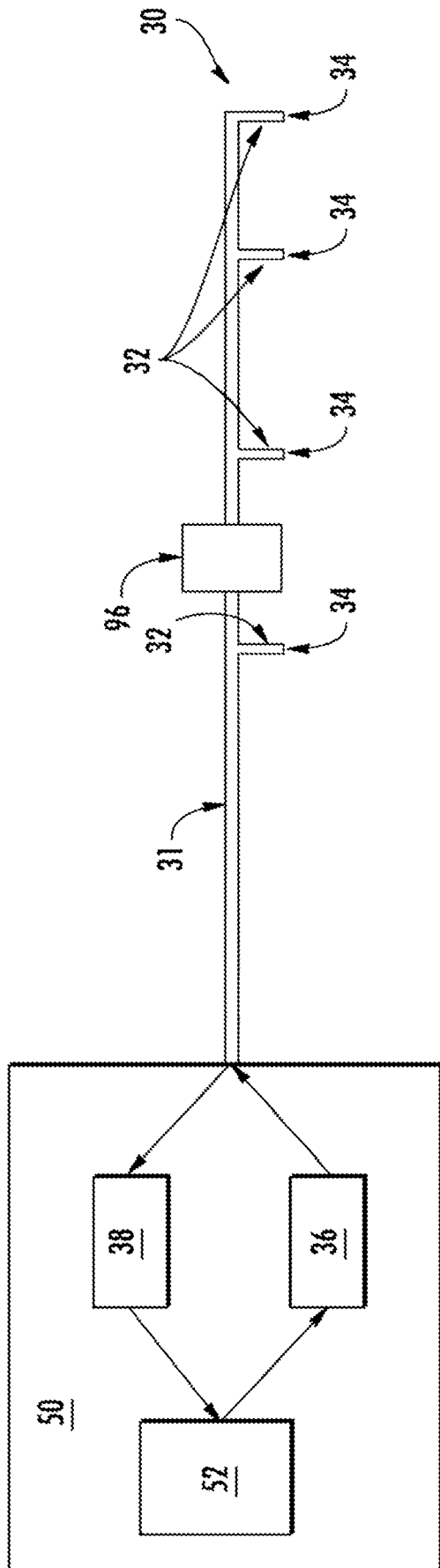


FIG. 17

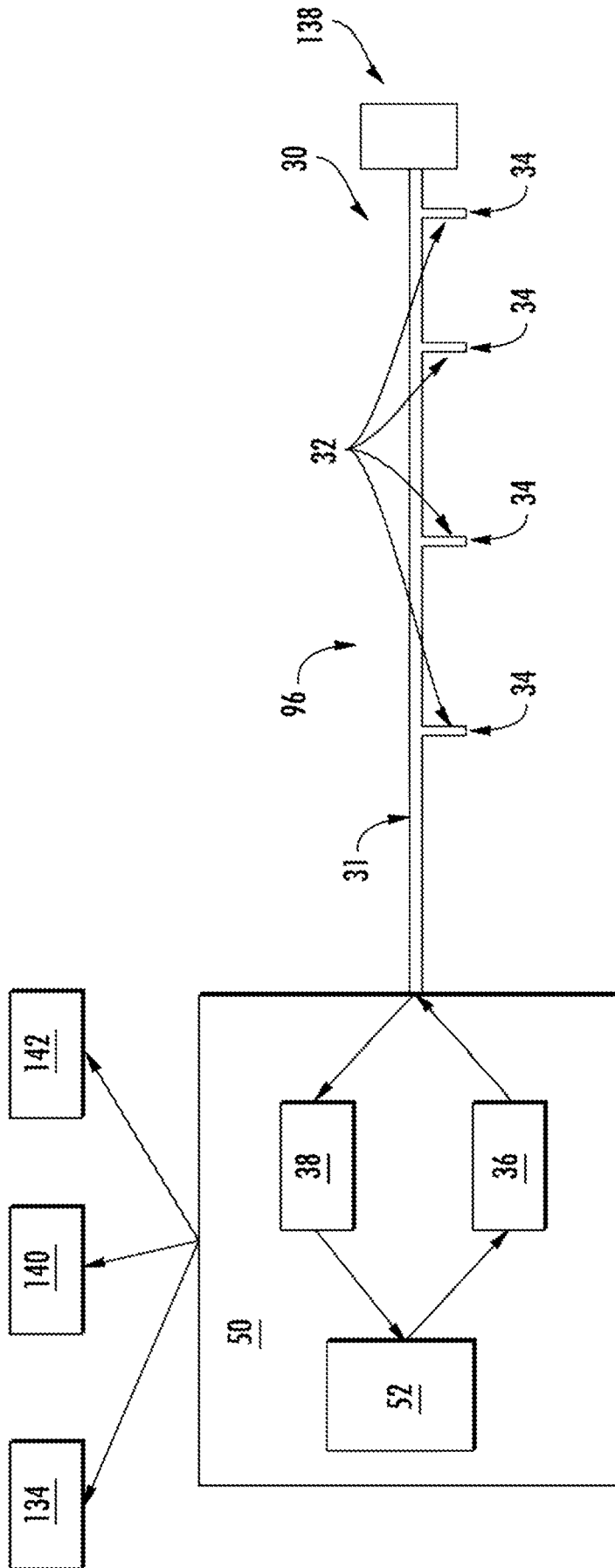


FIG. 18

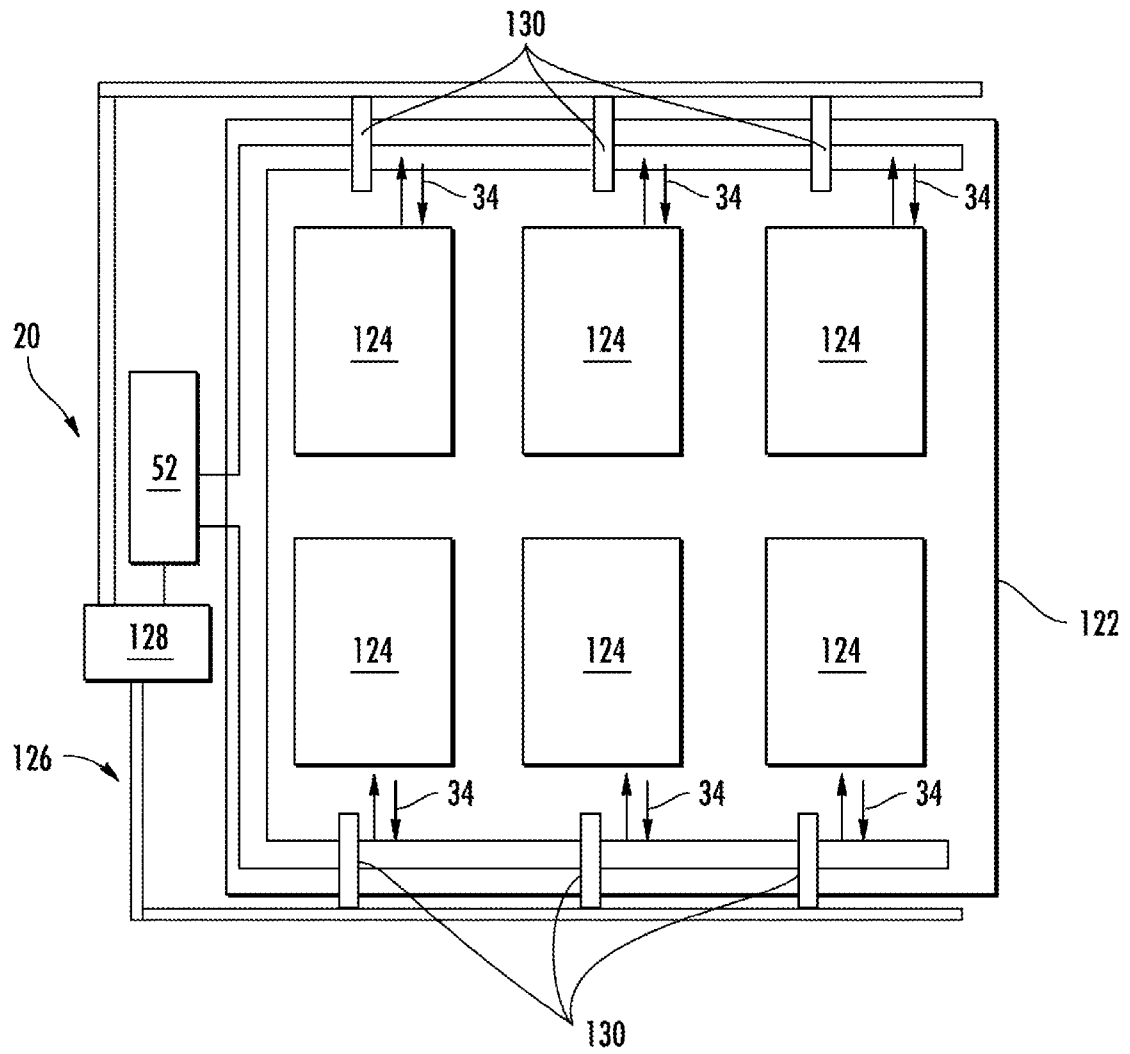


FIG. 19