

1-E
17

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO



DELEGATURA PROPIEDAD INDUSTRIAL

División de Nuevas Creaciones

PCT
SOLICITUD

PATENTE DE INVENCION

ENTRADA EN FASE NACIONAL

21. EXPEDIENTE No.

05-91311

54. TITULO SISTEMA DE IMAGENES USANDO LUZ INFRARROJA DIFUSA

51. CLASIFICACION INTERNACIONAL

71. SOLICITANTE LUMINETX CORPORATION

DOMICILIO MEMPHIS, TENNESEE, ESTADOS UNIDOS DE AMERICA

74. APODERADO JUAN PABLO CADENA SARMIENTO

22. SANTAFE DE BOGOTA, D.C.

PETITORIO

AS: 98.849



SUPERINDUSTRIA Y COMERCIO
 Radicación: 05091311 00000000 Folios: 87
 Fecha (HUB): 2005-09-09 16:19:01
 Trámite: 011 PCT-PATENT 379 FASE NACI 411 PRESENTAC
 Dependencia: 2020 DIVISION DE NUEVAS CREACIONES

FORMULARIO ÚNICO DE SOLICITUD DE PATENTE PCT ENTRADA EN FASE NACIONAL

1

SOLICITUD DE:



Patente de Invención.



Patente de Modelo de Utilidad.



Capítulo I.



Capítulo II.

2

**SOLICITANTE
 (71)**

Nombre: LUMINETX CORPORATION
 Dirección: 1256 Union Avenue, Memphis,
 Tennessee 38104 Estados Unidos de América
 Nacionalidad o Domicilio: Estados Unidos
 Lugar de Constitución: Estados Unidos
 Teléfono: Fax:
 E-mail:

IDENTIFICACION

C.C. ☐ NIT ☐
 C.E. ☐ Otro ☐
 Cual _____
 Número _____

3

**REPRESENTANTE
 O APODERADO**

Nombre: JUAN PABLO CADENA SARMIENTO
 Dirección: Cra. 7 No. 16-56 Piso 9
 Teléfono: 380-2200 Fax: 380-2700
 E-mail:

IDENTIFICACION

C.C. ☒ NIT ☐
 C.E. ☐ Otro ☐
 Cual _____
 Número 80.410.337 TP 57492

4

**INVENTOR (ES)
 (72)**

Nombre: Herbert D. Zeman
 Dirección: 1687 Peach Av., Memphis, Tennessee 38112, Estados Unidos de América
 Nacionalidad o Domicilio: Estados Unidos de América

ver folio 91

5 PCT (86)

Solicitud Internacional No. PCT/US2004/005669 Fecha 25-02-2004
 Publicación Internacional No. WO 2004/080276 A2 Fecha 23-09-2004

Título (54): SISTEMA DE IMAGENES USANDO LUZ INFRARROJA DIFUSA

7 Clasificación Internacional (51) A 61 B 6/00

8 Prioridad

SI ☒

NO ☐

(33) País de
 Origen

US

(32) Fecha

11-03-2003

(31) Número de Solicitud

10/386,249

9 Comprobante de pago No. 05-60.977

Fecha 09-09-2005

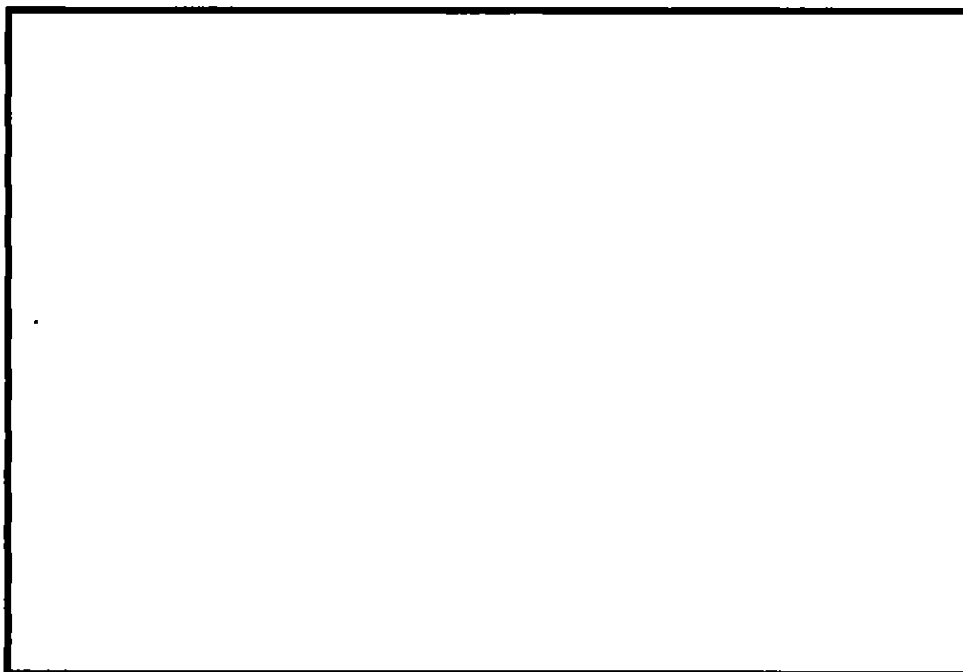
Instrucciones para el diligenciamiento del presente formulario, ver reverso de esta página.

10

ANEXOS

- ☒ Comprobante de pago de la tasa de presentación de la solicitud. \$443.000
- ☐ Documento que acredite la existencia y representación legal cuando el solicitante sea persona jurídica.
- ☐ Poderes, si fuere el caso.
- ☐ Documento de cesión del inventor al solicitante o a su causante.
- ☐ Declaraciones
- ☒ Copia de la solicitud internacional. (Resumen, descripción, reivindicaciones, dibujos)
- ☒ Traducción de la solicitud internacional al castellano. (Resumen, descripción, reivindicaciones, dibujos)
- ☐ Copia del examen preliminar efectuado por la IPEA.
- ☐ Traducción del examen preliminar efectuado por la IPEA.
- ☐ De ser el caso, copia del contrato de acceso.
- ☐ De ser el caso, documento que acredite la licencia o autorización de uso de conocimientos tradicionales de las comunidades indígenas.
- ☐ De ser el caso, certificado de depósito del material biológico.
- ☐ Arte final 12x12.
- ☐ De ser el caso, información sobre otras solicitudes de patente o títulos obtenidos en el extranjero por el mismo titular o su causante, relacionadas parcial o totalmente con la invención de esta solicitud.
- ☒ Otros: - Reivindicaciones Modificadas
- Tarjeta de Propietarios

11 FIGURA CARACTERÍSTICA:



12 Solicito la concesión de la patente:

NOMBRE: JUAN PABLO CADENA SARMIENTO

FIRMA:

CIC: 80410337 de Usaquén T.P. 57492 del C.S.J.

Instrucciones para la presentación de los anexos, ver reverso de esta página.

2

SUPERINDUSTRIA Y COMERCIO
Radicacion : 05091311 00000000 Folios: 87
Fecha (AMD): 2005-09-09 16:19:01
tramite : 011 PCI-PARENT 3/9 FASE NACI 411 PRESENTAC
Dependencia: 2620 DIVISION DE NUEVAS CREACIONES

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO

NIT : 800176089-2

RECIBO OFICIAL DE CAJA : 05 - 60,977
FECHA : AGOSTO 16 DE 2005

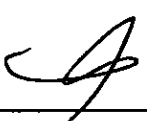
***** C O N S I G N A C I O N *****

DEPOSITANTE	TIPO PAGO	BANCO	CUENTA	No. PAGO	FECHA PGO	Vr. PAGO
BRIGARD & CASTRO LTDA	CONSIGNACION	BANCO POPULAR	050-00110-6	32947198	12/08/2005	24,970,000.00

***** C O N C E P T O *****

CANT.	RENTISTICO	CONCEPTO	TOTAL CONCEPTO
1	50005-01-01 SOLICITUDES	1 TRAMITES DE SOL. DE PATENTE DE IN	443,000.00
		TOTAL :	\$ 443,000.00

SON: CUATROCIENTOS CUARENTA Y TRES MIL PESOS

RESPONSABLE : 

RECIBO DE CAJA APLICADO AL EXPEDIENTE No. _____

4

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO
DIVISION DE NUEVAS CREACIONES

PATENTE ☒ PCT/US2004/005669 MODELO DE UTILIDAD ☐ DISEÑO INDUSTRIAL ☐

SOLICITANTE/S. RAZON SOCIAL O APELLIDOS Y NOMBRES LUMINETX CORPORATION

DOMICILIO MEMPHIS TENNESSEE ESTADOS UNIDOS DE AMERICA

APODERADO JUAN PABLO CADENA SARMIENTO

TITULO SISTEMA DE IMAGENES USANDO LUZ INFRARROJA DIFUSA

CLASIFICACION

EXPEDIENTE No. FECHA DE SOLICITUD ROLLO MICROFILM

CERTIFICADO No. FECHA DE CONCESION VIGENCIA DESDE HASTA

PRORROGA CAMBIO DE NOMBRE

TRASPASO A

INVENTOR (ES) HERBERT D. ZEMAN

OTROS

A

OFICINA DE COMUNICACIONES

(19) World Intellectual Property
Organization
International Bureau



(43) International Publication Date
23 September 2004 (23.09.2004)

PCT

(10) International Publication Number
WO 2004/080276 A2

- (51) International Patent Classification: A61B
- (21) International Application Number: PCT/US2004/005669
- (22) International Filing Date: 25 February 2004 (25.02.2004)
- (25) Filing Language: English
- (26) Publication Language: English
- (30) Priority Data: 10/386,249 11 March 2003 (11.03.2003) US

AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GH, GI, GM, GR, GU, HK, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MY, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

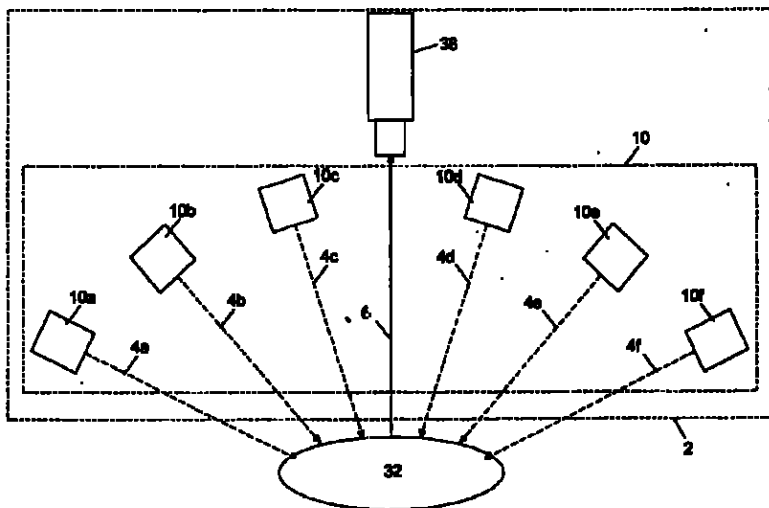
(84) Designated States (unless otherwise indicated, for every kind of regional protection available): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), Eurasian (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), European (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Published:
— without international search report and to be republished upon receipt of that report

For two-letter codes and other abbreviations, refer to the "Guidance Notes on Codes and Abbreviations" appearing at the beginning of each regular issue of the PCT Gazette.

- (71) Applicant and
(72) Inventor: ZEMAN, Herbert D. [US/US]; 1660 Galloway Avenue, Memphis, Tennessee 38112-4935 (US).
- (74) Agent: CROCKETT, Mark P.; 1871 Riverview Tower, P.O. Box 1871, Knoxville, Tennessee 37901-1871 (US).
- (81) Designated States (unless otherwise indicated, for every kind of national protection available): AE, AG, AL, AM,

(54) Title: IMAGING SYSTEM USING DIFFUSE INFRARED LIGHT



(57) Abstract: An imaging system illuminates body tissue with infrared light to enhance visibility of subcutaneous blood vessels, and generates a video image of the body tissue and the subcutaneous blood vessels based on reflected infrared light. The system includes an infrared light source for generating the infrared light and a structure for diffusing the infrared light. The diffusing structure includes one or more layers of diffusing material for diffusing the light. The system further includes a video imaging device for receiving the infrared light reflected from the body tissue and for generating a video image of the body tissue based on the reflected infrared light.

WO 2004/080276 A2

Handwritten signature

IMAGING SYSTEM USING DIFFUSE INFRARED LIGHT

Related Applications

This application is based on U.S. patent application number 10/386,249 filed March 11, 2003, entitled Imaging System Using Diffuse Infrared Light.

5 Technical Field

The present invention is generally directed to generation of diffuse infrared light. More particularly, the invention is directed to a system for illuminating an object with diffuse infrared light and producing a video image of the object based on reflected infrared light.

Background of the Invention

10 Some medical procedures and treatments require a medical practitioner to locate a blood vessel in a patient's arm or other appendage. This can be a difficult task, especially when the blood vessel lies under a significant deposit of subcutaneous fat. The performance of previous imaging systems designed to aid in finding such blood vessels has been lacking.

Therefore, a system for enhancing the visual contrast between subcutaneous blood
15 vessels and surrounding tissue is needed.

Summary of the Invention

The foregoing and other needs are met by an apparatus for providing diffuse light towards an object, such as a patient, to enhance visibility of subcutaneous blood vessels. In one embodiment, the apparatus includes an array of light-emitting sources. Each light-
20 emitting source is operable to emit infrared light having a wavelength toward the object. A power source provides power to the array, and the array can emit infrared light when the power source is enabled. The apparatus further includes a diffusing structure having more than one diffusion stage. Each diffusion stage provides a level of diffusion to the infrared light emitted from the array as the emitted light passes through the diffusing structure.

25 In another embodiment, an apparatus is disclosed for providing diffuse light to an object. The apparatus includes an array of light-emitting sources, each source for emitting infrared light having a wavelength toward the object. A power source provides power to the array. The apparatus further includes diffusing structure which provides various levels of diffusion to the infrared light emitted from the array. The diffusing structure includes a first

7

diffusing layer which is disposed adjacent to the array. The first diffusion layer provides a first level of diffusion to the light emitted by the array. A second diffusing layer is spaced apart from the first diffusing layer and provides a second level of diffusion to the light emitted by the array. A polarizer is included to polarize the light emitted by the array.

5 In yet another embodiment, an apparatus is disclosed which provides diffuse light to an object. The apparatus includes a light source for emitting infrared light toward the object. A first diffusing layer having a first diffusing plane intercepts light from the light source and provides a first amount of diffusion to the infrared light emitted by the light source. The apparatus includes a video imaging device for receiving light reflected from the object. The
10 video imaging device operates to provide a video image of the object based on the reflected light.

In yet another embodiment, an apparatus is disclosed for providing diffuse light to an object. Groups of light-emitting diodes (LEDs) are arranged in a select pattern which define an LED plane. Each LED has an emitting surface for emitting infrared light towards the
15 object and an electrical input for providing an electrical signal to the LED. The apparatus includes a control circuit which provides control signals to activate one or more LEDs in a select group of LEDs. A diffusing structure is positioned to intercept and diffuse the infrared light emitted from one or more of the LEDs.

Using the invention described herein, subcutaneous blood vessels that are difficult or
20 impossible to see under white light or under non-diffuse infrared light can be easily seen in a video image, where the subcutaneous blood vessels appear as dark lines against a lighter background of surrounding flesh.

Brief Description of the Drawings

Further advantages of the invention will become apparent by reference to the detailed
25 description of preferred embodiments when considered in conjunction with the drawings, which are not to scale, wherein like reference characters designate like or similar elements throughout the several drawings as follows:

Fig. 1 depicts an imaging system for viewing an object under infrared illumination according to a preferred embodiment of the invention;

X

Figs. 2a and 2b are perspective views of an imaging system using diffuse infrared light according to a preferred embodiment of the invention;

Figs. 3 and 4 are cross-sectional views of the imaging system according to a preferred embodiment of the invention;

5 Fig. 5 is a functional block diagram of the imaging system according to a preferred embodiment of the invention;

Fig. 6a is a perspective view of an imaging system using diffuse infrared light according to an alternative embodiment of the invention;

Fig. 6b is a cross-sectional view of the imaging system of Fig. 6a;

10 Fig. 7a is a perspective view of an imaging system using diffuse infrared light according to another embodiment of the invention;

Fig. 7b is a cross-sectional view of the imaging system of Fig. 7a;

Fig. 8 is an isometric view of yet another aspect of an imaging system;

15 Fig. 9 is a front view of a portion of the imaging system as viewed in the direction of the arrows taken along line A-A of Fig. 8;

Fig. 10 is a cross-sectional side view taken along line B-B of Fig. 9 and,

Fig. 11 is block diagram of an imaging system.

Detailed Description of the Preferred Embodiment

20 Skin and some other body tissues reflect infrared light in the near-infrared range of about 700 to 900 nanometers, while blood absorbs radiation in this range. Thus, in video images of body tissue taken under infrared illumination, blood vessels appear as dark lines against a lighter background of surrounding flesh. However, due to the reflective nature of subcutaneous fat, blood vessels that are disposed below significant deposits of such fat can be difficult or impossible to see when illuminated by direct light, that is, light that arrives
25 generally from a single direction.

The inventor has determined that when an area of body tissue having a significant deposit of subcutaneous fat is imaged in near-infrared range under illumination of highly diffuse infrared light, there is significantly higher contrast between the blood vessels and surrounding flesh than when the tissue is viewed under direct infrared illumination.
30 Although the invention should not be limited by any particular theory of operation, it appears

that most of the diffuse infrared light reflected by the subcutaneous fat is directed away from the viewing direction. Thus, when highly diffuse infrared light is used to illuminate the tissue, the desired visual contrast between the blood vessels and the surrounding flesh is maintained.

5 Shown in Fig. 1 is an imaging system 2 for illuminating an object 32, such as body tissue, with highly diffuse infrared light, and for producing a video image of the object 32 based upon infrared light reflected from the object 32. As described in detail herein, when the object 32 is body tissue, blood vessels that are disposed below subcutaneous fat in the tissue may be clearly seen in a video image produced by the system 2.

10 The imaging system 2 includes an illumination system 10 that illuminates the object 32 with infrared light from multiple different illumination directions. The system 10 includes multiple infrared light providers 10a-10f, each providing infrared light to the object 32 from a different illumination direction. The directions of arrival of the infrared light from each light provider 10a-10f are represented in Fig. 1 by the rays 4a-4f. As shown in Fig. 1, the
15 directions of arrival of the infrared light ranges from perpendicular or near perpendicular to the surface of the object 32, to parallel or near parallel to the surface of the object 32. Since the infrared illumination arrives at the object 32 from such a wide range of illumination directions, the infrared illumination is highly diffuse.

20 As described in greater detail hereinafter, the light providers 10a-10f are preferably light reflecting surfaces that direct light from a single light source toward the object 32. In other embodiments, the light providers 10a-10f are individual light sources, or combinations of light sources and reflectors.

25 The imaging system 2 also includes an imaging device 38, such as a video camera, for viewing the object 32. The imaging device 38 views the object 32 from a viewing direction which is represented in Fig. 1 by the arrow 6. The imaging device 38 receives the diffuse infrared light reflected from the object 32, and generates an electronic video image of the object 32 based on the reflected infrared light.

30 Shown in Figs. 2a and 2b is a preferred embodiment of the illumination system 10. Fig. 3 depicts a cross-sectional view of the system 10 corresponding to the section A-A as shown in Figs. 2a-b. The system 10 preferably includes a light source 12 that emits light into one end of a light diffusing structure 14. The light diffusing structure 14 includes an elongate

outer enclosure 16 having reflective inner surfaces. Preferably, the inner surfaces of the elongate outer enclosure 16 are white in color. Alternatively, these reflective surfaces are mirrored surfaces, or a combination of white and mirrored surfaces. At the end of the light diffusing structure 14 opposite the light source 12, is a hollow light guide 22. As described
5 in more detail below, the light guide 22 serves as an output aperture for the diffuse light.

The elongate outer enclosure 16 includes first and second sections 16a and 16b, each having a large end and a small end. Preferably, the first and second sections 16a and 16b are substantially pyramidal in shape, each having four trapezoidal faces. In the preferred embodiment, the four trapezoidal faces of the sections 16a and 16b are identical, such that
10 each end of the sections 16a and 16b forms a square aperture. As shown in Figs. 2a and 2, the larger ends of the first and second sections 16a and 16b are joined together to form the enclosure 16.

At the small end of the first section 16a is an input aperture 18 formed by the four short sides of the four trapezoidal faces of the section 16a. The light source 12 is preferably
15 attached to the small end of the first section 16a at the input aperture 18. Thus, the light generated by the light source 12 enters the elongate enclosure 16 at the input aperture 18, and illuminates the interior surfaces of the enclosure 16.

At the small end of the second section 16b is an output aperture 20 formed by the four short sides of the four trapezoidal faces of the section 16b. Attached at the output aperture 20
20 is one end of the hollow light guide 22. The light guide 22 preferably has white reflective inner surfaces similar to the inner surfaces of the enclosure 16.

The system 10 also includes an elongate inner reflector 24 which is disposed within and preferably coaxial with the outer enclosure 16. For clarity, the inner reflector 24 is shown in Fig. 2b removed from the outer enclosure 16. In the preferred embodiment, the
25 inner reflector 24 is formed from a square tubular section 24a joined to the square base of a pyramidal section 24b. Preferably, the pyramidal section 24b has four sides that taper down to an apex. As shown in Fig. 3, the apex of the pyramidal section 24b is disposed proximate the input aperture 18 of the outer enclosure 16. The inner reflector 24 has reflective white outer surfaces similar to those of the inner surfaces of the outer enclosure 16.

30 The light diffusing characteristics of the structure 14 are best understood with reference to Fig. 3. Within the light source 12 is a lamp 26, such as a quartz-halogen bulb

and gold-plated reflector manufactured by Gilway and having part number L517A-G. When energized, the lamp 26 produces electromagnetic radiation in the form of white light.

For purposes of this description, the lamp 26 may be thought of as a point source radiating light in multiple directions, as represented by the exemplary rays 28 and 30. As shown in Fig. 3, the ray 28 reflects from the inner surface of the section 16b of the outer enclosure 16. The ray 28 then travels through the output aperture 20, into the light guide 22, and, after multiple reflections from the inner surfaces of the light guide 22, emits from the exit aperture 23. The ray 30, which exits the light source 12 from a different angle than the ray 28, reflects from the inner reflector 24. The ray 30 then reflects from the inner surface of the section 16b of the outer enclosure 16, and travels through the output aperture 20 and into the light guide 22. After multiple reflections from the inner surfaces of the light guide 22, the ray 30 also emits from the exit aperture 23, but at a different angle than that of the ray 28.

When an object 32 is placed near the exit aperture 23, the rays 28 and 30 arrive at the object 32 from different angles. It will be appreciated that the light radiating from the light source 12 could be represented as an infinite number of rays which strike and reflect from the inner reflector 24 and the inner surfaces of the outer enclosure 16 from an infinite number of angles. Thus, the light emitted from the exit aperture 23 arrives at the object 32 from many different angles, and is therefore highly diffuse light. These arrival angles range from near perpendicular to near parallel with the plane of the exit aperture 23. Since the diffusing structure 14 is three-dimensional, it will be appreciated that light also reflects from the other surfaces of the outer enclosure 16 and the inner reflector 24, such as those that are perpendicular to the surfaces shown in Fig. 3. Therefore, the light emitted at the exit aperture 23 of the illumination system 10 is highly diffuse, appearing to be generated by many different light sources.

Due to the arrangement of the reflective inner surfaces of the outer enclosure 16 and the reflective outer surfaces of the inner reflector 24, the diffusing structure 14 efficiently transfers the light radiated from the lamp 26 to the exit aperture 23. Thus, a very large fraction of the light provided by the lamp 26 reaches the object 32, and very little light energy is wasted.

As described in more detail below, the illumination system 10 can be used to provide diffuse light for medical imaging purposes. However, it will be appreciated that the scope of

the invention is not limited to medical uses. The system 10 could also be used as a diffuse light source for general photographic purposes.

In a preferred embodiment of the invention, as depicted in Fig. 3, the light source 12 includes a cold mirror 34 disposed between the lamp 26 and the input aperture 18 of the outer enclosure 16. The cold mirror 34 reflects substantially all light having wavelengths outside a selected infrared range of wavelengths. Preferably, the selected range includes wavelengths from approximately 700 to 1000 nanometers. Immediately proximate the cold mirror 34, and disposed between the cold mirror 34 and the input aperture 18, is an infrared transmitting filter 36 which further attenuates light having wavelengths outside the selected infrared range while transmitting light having wavelengths within the selected infrared range. Thus, the light that passes through the cold mirror 34 and the filter 36 into the outer enclosure 16 is infrared light having wavelengths within the selected infrared range.

It should be appreciated that there are other ways that the light source 12 could be configured to generate infrared light. For example, the light source 12 could consist of an infrared light-emitting diode (LED) or an array of infrared LED's. Thus, the configuration of the light source 12 shown in Fig. 3 and described above is a preferred embodiment only, and the invention is not limited to any particular configuration of the light source 12.

Fig. 4 depicts the dimensions of a preferred embodiment of the illumination system 10. As shown in Fig. 4, the total length of the light diffusing structure 14 is approximately 34.82 inches. The height and width of the outer enclosure 16 at the juncture of the first and section sections 16a and 16b is approximately 10.04 inches. The preferred length of the light guide 22 is approximately 14.00 inches, and its height and width is approximately 5.08 inches. Preferably, the total length of the inner reflector 24 is approximately 15.86 inches. The preferred length of the tubular section 24a of the inner reflector 24 is approximately 7.93 inches. The height and width of the tubular section 24a is approximately 3.5 inches. The height and width of the light source 12 is approximately 2.11 inches.

As shown in Fig. 4, a preferred embodiment of the invention includes a lens 40 used in conjunction with the video imaging device 38 to produce a video image of the object 32 based on diffuse light reflected from the object 32. Preferably, the imaging device 38 of this embodiment is a charge-coupled device (CCD) video camera 38 manufactured by Cohu,

having model number 631520010000. The lens 40 of the preferred embodiment is a 25 mm f-0.95 movie camera lens manufactured by Angenieux.

The camera 38 and lens 40 of the preferred embodiment are disposed within the tubular section 24a of the inner reflector 24. As shown in Fig. 4, the open end of the tubular section 24a forms an aperture toward which the camera 38 and lens 40 are pointed. In this manner, the hollow light guide 22 is substantially centered within the field of view of the camera 38. Thus, the camera 38 receives light reflected from the object 32 that enters the light guide 22, travels through the enclosure 16, and enters the open end of the section 24a.

As shown in Fig. 4, the preferred embodiment of the invention includes an infrared-transmitting filter 42 disposed in the open end of the tubular section 24a. This filter 42 receives light reflected from the object 32, and any other light that may enter the enclosure 16, and substantially eliminates all light having wavelengths outside the infrared range of approximately 700 to 1000 nanometers. In the preferred embodiment, the filter 42 substantially eliminates light having wavelengths outside a selected infrared range of approximately 800 to 850 nanometers. Thus, the light that passes through the filter 42 and into the lens 40 is infrared light within the selected wavelength range. Therefore, the camera 38 primarily receives infrared light which originates from within the illumination system 10 and which is reflected from the object 32.

Based on the light reflected from the object 32, the camera 38 generates a video image of the object 32 in the form of an electrical video signal. As shown in Fig. 5, the video signal is preferably provided to an image enhancement board 44, such as a board manufactured by DigiVision having a model number ICE-3000. The board 44 generates an enhanced video image signal based on the video signal from the camera 38. The enhanced video image signal is provided to a video capture and display card 46, such as a model 20-TDLive card manufactured by Miro. The card 46 captures still images from the image signal which may be saved in digital format on a digital storage device. The card 46 also formats the video image signal for real-time display on a video monitor 48.

It should be appreciated that the illumination system 10 could use other means for generating diffuse infrared light in accordance with the invention. For example, the light providers 10a-10f of Fig. 1 could be embodied by a ring-light strobe light. Alternatively, a circular array of LED's could be used to illuminate a plastic transmitting diffuser placed near

the surface of the object 32. In the latter embodiment, the light providers 10a-10f would correspond to the individual LED's in the array.

In an alternative embodiment of the invention depicted in Figs. 6a and 6b, the imaging system 2 includes a video projector 50 for illuminating the object 32 with an image of the object 32 to enhance the visual contrast between lighter and darker areas of the object 32. As described in U.S. patent number 5,969,754, entitled CONTRAST ENHANCING ILLUMINATOR, the contents of which are incorporated herein by reference, the features of an object are visually enhanced for an observer when the features of a projected visible-light image of the object overlay the corresponding features of the object. The overlaid visible-light image causes the bright features of the object to appear brighter while the dark areas remain the same.

The embodiment of the invention shown in Figs. 6a and 6b provides diffuse infrared light (represented by the rays 52) to the object 32 in a manner similar to that described previously. However, in the embodiment shown in Figs. 6a and 6b, the optical path of the illuminating light is folded, such that the exit aperture 23 of the light guide 22 is rotated by 90 degrees relative to the exit aperture shown in Figs. 1-3.

As shown in Fig. 6b, a beam separator, such as a hot mirror 54, receives infrared light 52 from the interior of the light diffusing structure 14 and reflects the infrared light 52 into the light guide 22 and toward the object 32. The hot mirror 54 also receives an infrared image of the object 32 (represented by the ray 56) and reflects it toward the camera 38. The hot mirror 54 receives the visible-light image (represented by the ray 58) from the projector 50 and transmits it into the light guide 22 and toward the object 32.

As explained in greater detail in U.S. patent number 5,969,754, the video output signal from the video camera 38 is provided as a video input signal to the projector 50. Based on the video input signal, the projector 50 projects the visible-light image 58 of the object 32 toward the hot mirror 54. The hot mirror 54 receives the visible-light image 58 and transmits it into the light guide 22 toward the object 32. By proper alignment of the projected visible-light image 58 from the projector 50 with the infrared image 56 of the object 32 which is sensed by the camera 38, the features in the projected visible-light image 58 are made to overlay the corresponding features of the object 32.

When the object 32 is body tissue, and the invention is used to find subcutaneous blood vessels in the body tissue, the blood vessels appear as dark lines in the projected visible-light image 58. Thus, when the visible-light image 58 is projected onto the body tissue, the subcutaneous blood vessels will lie directly beneath the dark lines in the projected visible-light image 58. In this manner, the invention significantly improves a medical practitioner's ability to find subcutaneous blood vessels while minimizing discomfort for the patient.

Figs. 7a and 7b depict an alternative embodiment of the invention for use as a contrast enhancing illuminator. The embodiment of Figs. 7a-b operates in a fashion similar to the embodiment of Figs. 6a and 6b. However, in the embodiment of Figs. 7a-b, the camera 38 is located outside the light diffusing structure 14. To accommodate the different location of the camera 38, the hot mirror 54 shown in Figs. 7a-b is rotated by 90 degrees clockwise relative to its position in Figs. 6a-b. Otherwise, the hot mirror 54 serves a similar function as that described above in reference to Figs. 6a-b. Also to accommodate the different camera location, the infrared-transmitting filter 42 is mounted in a wall of the light guide 22. A reflective panel 60 is provided in this embodiment to further direct the light from the light source 12 into the light guide 22 and toward the exit aperture 23. Preferably, the panel 60 is a flat reflective sheet having an orifice therein to allow light to pass between the object 32 and the camera 38 and projector 50.

A preferred embodiment of a relatively compact and highly reliable imaging system 70 is depicted in Figs. 8-11. The imaging system 70 is most preferably configured to illuminate an object 71, such as body tissue and the like, and to produce a video image of the object 71 based upon infrared light reflected from the object 71. The imaging system 70 preferably includes a housing 72 which contains the imaging features of the system 70.

As shown in Fig. 8, the housing 72 preferably has a substantially rectangular configuration. The housing 72 preferably has a length of between about three and about five inches and a width of about three and one-half inches. It will be appreciated by those skilled in the art that the imaging system 70 can be configured in a variety of ways and the invention should not be limited by any specific examples or embodiments discussed herein. For example, in Fig. 8 the housing is depicted as being substantially rectangular, however, circular, polygonal, and other geometries and sizes are feasible as well.

An imaging device 74, such as a video camera having a lens 75, and video processing components reside within the housing 72. The imaging device 74 and video processing components operate to detect infrared light and to process the detected infrared light from the object 71. The imaging system 74 produces an image based on the detected infrared light reflected from the object 71, as described herein. As shown in Figs. 8 and 9, the imaging device 74 is preferably mounted within an aperture 76 of mounting wall 78, with the lens 75 extending into the housing interior 77, as described further below. More particularly, the camera 74 is preferably centrally and symmetrically mounted within the housing 72. This preferred symmetrical camera location tends to maximize the amount of light detected by the camera, which enhances the image produced by the system 70, thereby enhancing the illumination of blood vessels disposed below subcutaneous fat in body tissue.

The housing 72 most preferably contains various components operable to transmit diffuse light from the system 70 toward the object 71. Arrows 80 represent diffuse light transmitted by the system 70. Arrows 82 represent the light reflected from the object 71. As shown in Fig. 9, as viewed in the direction of the arrows along the section line A-A of Fig. 8, the wall 78 contains a number of infrared light emitting diodes (LEDs) 84 disposed in a LED array 85 for emitting infrared light. The LED array 85 defines a LED plane of reference. When activated, each LED 84 preferably transmits light at a wavelength of about 740 nanometers (nm). In the preferred embodiment, each LED 84 is manufactured by Roithner Lasertechnik of Austria under model number ELD-740-524.

As shown in Fig. 10, and according to the preferred embodiment, the LEDs 84 are mounted on a circuit board 86 located adjacent to wall 78. As shown in Fig. 9, there are most preferably eight groups 92, 94 of LEDs 84 concentrically arranged about the imaging system 74. The concentric LED arrangement tends to provide maximal dispersion and transmission of diffuse light from the system 70. It is preferred that each group 92, 94 of LEDs 84 contain at least ten LEDs 84. However, the system 70 can include more or fewer LEDs within a particular group depending upon a desired implementation of the system 70. Furthermore, the system 70 can include more or fewer groups of LEDs in the LED array 85.

With continuing reference to Fig. 9, there are four groups 92 of LEDs 84 located about the corner regions 96 of the LED array 85. Most preferably, at least fifteen LEDs 84 are disposed in each corner region 96 of the LED array 85. There are preferably four groups

94 of LEDs 84 disposed in lateral regions 98 of the LED array 85. Each lateral region 98 is located substantially between each corner region 94. Most preferably, at least ten LEDs 84 are disposed in each lateral region 98 of the LED array 85.

As described above, the LED array 85 is most preferably disposed on circuit board 86.

5 In conjunction with the control system 90, the circuit board 86 includes control circuitry that controls the activation of one or more LEDs 84 within a particular group or groups 92, 94 of LEDs 84 in the LED array 85. As shown in the block diagram of Fig. 11, a power source 88 and a control system 90, such as a microprocessor or similar control device, are electrically connected to the circuit board 86. It will be appreciated that is also possible to control the
10 LEDs without using a control system 90, that is, power source 88 can be switched "on" or "off" to activate and deactivate the LED array 85. It will be appreciated that pulse modulation techniques can also be used in conjunction with power source 88 to activate and deactivate one or more of the LEDs 84 in the LED array 85 according to a preferred duty cycle, herein defined as the LED "on" time relative to the LED "off" time.

15 As shown in the block diagram of Fig. 11, in a preferred embodiment of the imaging system 70, the LED array 85 is electrically connected via circuit board 86 to the power source 88 and control system 90. The control system 90 includes control features for controlling the LED array 85 to emit infrared light toward an object 71. As described herein, the control system 90 can enable one or more of the LEDs 84 in a group or groups of the LED array 85
20 to emit light continuously or intermittently. That is, one LED 84 or a plurality of LEDs 84 can be selected and controlled to emit infrared light intermittently or continuously toward the object 71. Thus, the system 70 can be configured to transmit infrared light from the LED array in various permutations and combinations of LEDs 84 and/or LED groups 92, 94.

Referring now to Fig. 10, a first diffusion layer 100 is disposed adjacent to the
25 emitting surfaces 102 of the LEDs 84 in the LED array 85. According to a preferred embodiment, the first diffusion layer 100 is glued, such as using known adhesives, onto the emitting surfaces 102 of the LED array 85, thereby operating to diffuse the light emitted by one or more LEDs 84 in the LED array 85. The first diffusion layer 100 is most preferably a holographic twenty degree diffuser, such as a product having identification code
30 LSD20PC10-F10x10/PSA, manufactured by Physical Optics Corporation of Torrance, California. Most preferably, the first diffusion layer 100 has a length of about three and one-

half inches, a width of about three and one-half inches, and a thickness of about 0.10 inches. When one or more of the LEDs 84 in the LED array 85 are activated, the first diffusion layer 100 diffuses the infrared light emitted from the LED array 85, thereby providing a first amount of diffusion to the emitted infrared light.

5 The interior surfaces 104 of the housing 72 are shown in Fig. 10. Most preferably, the interior surfaces 104 are coated with a reflective coating, such as white paint or the like, which reflects and further diffuses the already diffuse light produced by the first diffusion layer 100. With continuing reference to Fig. 10, a second diffusion layer 106 is spaced apart from the first diffusion layer 100 by a distance LDD. Most preferably, the distance LDD
10 between the first and second diffusion layers 100 and 106 is about three inches. The second diffusion layer 106 is most preferably a holographic twenty degree diffuser, similar to or the same as the above-described first diffusion layer 100. The second diffusion layer 106 has a preferred length of about three and one-half inches, a width of about three and one-half inches, and a thickness of about 0.10 inches.

15 The second diffusion layer 106 further diffuses the already diffuse light reflected from the interior surfaces 104 and provided by the first diffusion layer 100. As shown in Fig. 8, the first and second diffusion layers are substantially planar, that is, the layers 100 and 106 each define a planar geometry. According to the most preferred embodiment, the planes defined by the first and second diffusion layers 100 and 106 are substantially parallel with
20 respect to one another. The preferred parallel planar arrangement of the diffusion layers 100, 106 tends to promote a quantifiable and uniform amount of diffuse light emanating from the system 70 when one or more of the LEDs 84 are enabled.

With continuing reference to Fig. 10, a backing material 108, such as LUCITE, is disposed adjacent to the second diffusion layer 106. Most preferably, the backing material
25 has a thickness of about 0.125 inches. A visible polarizer 110 is disposed adjacent to the backing material 108. The visible polarizer 110 is most preferably manufactured by Visual Pursuits of Vernon Hills, Illinois under part number VP-GS-12U, and having a thickness of about 0.075 inches.

Thus, the system 70 is operable to produce various levels of diffusion as the emitted
30 light progresses through the first diffusion layer 100, reflects off of the interior surfaces 104 of the first compartment 72a, and continues to progress through the second diffusion layer

106, backing material 108, and polarizer 110. Thus, a level of diffusion results after the emitted light passes through the first diffusion layer 100. Another level of diffusion results from the reflection from the interior surfaces 104 of the first compartment 72a of the already diffused light provided by the first diffusion layer 100. Yet another level of diffusion results
5 after the diffuse light passes through the second diffusion layer 106.

As shown in Fig. 8, the visible polarizer 110 preferably includes a central portion 112, most preferably in the shape of a circle having about a one-inch diameter. The central portion 112 geometry most preferably coincides with the shape and dimension of the camera lens 75. The polarization of the central portion 112 is preferably rotated approximately
10 ninety degrees with respect to the polarization of the surrounding area 114 of the polarizer 110. In the preferred embodiment, the camera lens 75 contacts the backing material 108. As shown in Fig. 8, the positional location of the lens 75 within the housing 70 preferably coincides with or shares the same central axis as the central portion 112 of the polarizer 110. The central portion 112 of the polarizer 110 coinciding with the front of the lens 75 tends to
15 remove any surface glare in the resulting camera image.

As shown in Fig. 10, the backing material 108 and the visible polarizer 110 have planar surfaces which preferably include a similar planar orientation with respect to the planes defined by the first and second diffusion layers 100, 106. According to a most preferred embodiment, the first diffusion layer 100, interior surfaces 104, second diffusion
20 layer 106, backing material 108, and visible polarizer 110 define a diffusing system 116 (Fig. 10) for providing diffuse light to an object 71. It will be appreciated that the diffusing structure can include more or fewer components and the invention is not to be limited by any specific examples or embodiments disclosed herein. For example, the diffusing system 116 can include either the first or the second diffusion layers 100, 106, with or without the
25 polarizer 110, or can include the first and second diffusion layers 100, 106 without the polarizer 110.

Once actuated, the system 70 operates to transmit diffuse light 80 toward an object 71 and produce a video image of the object 71 with the imaging system 74, as described above. More particularly, once the power source 88 is enabled, one or more of the LEDs 84 in the
30 LED array 85 emit infrared light from the emitting surface(s) 102. The first diffusion layer 100 provides a first amount of diffusion to the emitted infrared light. The interior surfaces

104 further diffuse the diffuse light emanating from the first diffusion layer 100. The second diffusion layer 106 further diffuses the already diffuse light which is then transmitted through the backing material 108 and the polarizer before illuminating the object 71. As described above, the object 71 reflects the emitted diffuse light 80 producing diffuse reflected light 82
5 that is captured by the imaging system 74. The imaging system 74 then produces a video image of the object 71. Accordingly, by emitting diffuse light according to a unique diffusion providing system 70, the system 70 aids in locating and differentiating between different material properties of the object 71, such as between blood vessels and tissue.

It is contemplated, and will be apparent to those skilled in the art from the preceding
10 description and the accompanying drawings that modifications and/or changes may be made in the embodiments of the invention. For example, the planes defined by the first or second diffusing layers 100 and 106 can be adjusted to not be parallel with respect to one another, thereby providing different levels of diffuse light from the system 70. Furthermore, the plane defined by the LED array 85 is most preferably in substantial parallel relation with respect to
15 the plane defined by the first diffusing layer 100. However, the planes defined by LED array 85 and the first diffusing layer 100 can be varied to accommodate various operational conditions, as will be appreciated by those skilled in the art. Accordingly, it is expressly intended that the foregoing description and the accompanying drawings are illustrative of preferred embodiments only, not limiting thereto, and that the true spirit and scope of the
20 present invention be determined by reference to the appended claims.

What is claimed is:

1. An apparatus for providing diffuse light to an object to enhance subcutaneous blood vessel visibility, the apparatus comprising:
an array of light-emitting sources, each source for emitting infrared light
having a wavelength toward the object,
5 a power source for providing power to the array, the array emitting infrared light when the power source is enabled,
a diffusing structure having more than one diffusion stage providing various levels of diffusion to the infrared light emitted from the array as the emitted light passes through the diffusing structure.
2. The apparatus of claim 1 wherein the diffusing structure further comprises a first diffusing layer disposed adjacent the array, the first diffusing layer providing a first level of diffusion to the light emitted by the array.
3. The apparatus of claim 2 wherein the first diffusing layer further comprises a holographic diffuser.
4. The apparatus of claim 2 wherein the diffusing structure further comprises a second diffusing layer providing a second level of diffusion to the light emitted by the array.
5. The apparatus of claim 4 wherein the second diffusing layer further comprises a holographic diffuser.
6. The apparatus of claim 4 wherein the second diffusing layer is spaced apart from the first diffusing layer.
7. The apparatus of claim 4 wherein the first diffusing layer has a first planar surface and the second diffusing layer has a second planar surface.

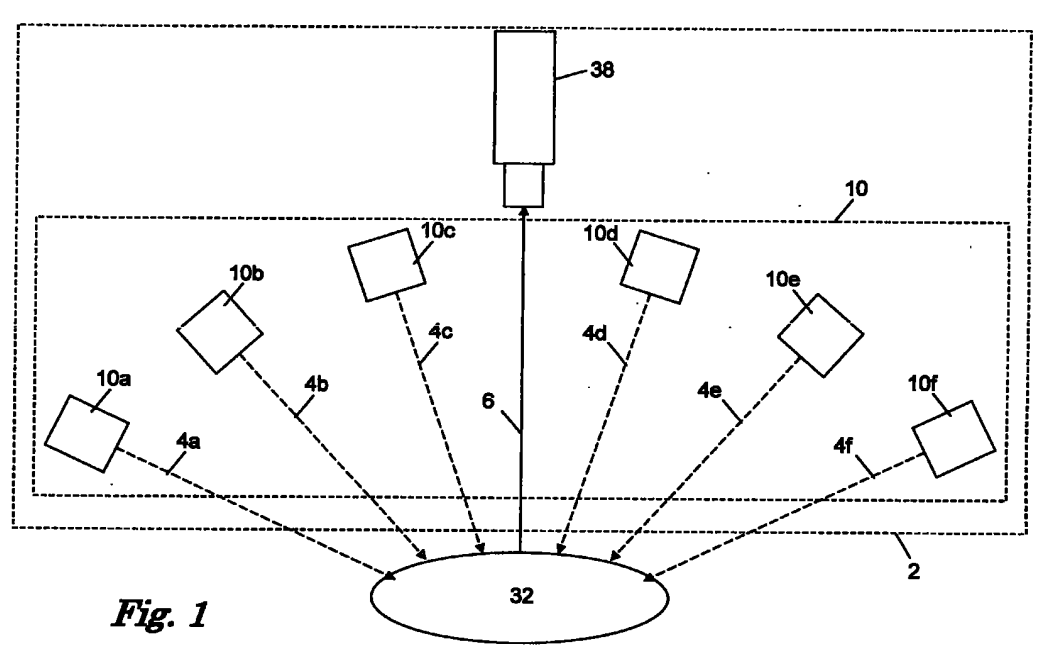
8. The apparatus of claim 7 wherein the first and second planar surfaces of the first and second diffusing layers are substantially parallel.
9. The apparatus of claim 1 further comprising a polarizer for polarizing the light emitted by the array.
10. The apparatus of claim 9 wherein the polarizer further comprises first and second regions, wherein the first region provides a first polarization rotation and the second region provides a second polarization rotation that is different from the first polarization rotation.
11. The apparatus of claim 10 wherein the first and second polarization rotations differ by about ninety degrees.
12. The apparatus of claim 1 further comprising a video imaging device for receiving light reflected from the object, the video imaging device operable to provide a video image of the object based on the reflected light.
13. An apparatus for providing diffuse light to an object, the apparatus comprising:
 - an array of light-emitting sources, each source for emitting infrared light having a wavelength toward the object,
 - 5 a power source for providing power to the array, the array emitting infrared light when the power source is enabled,
 - a diffusing structure for providing various levels of diffusion to the infrared light emitted from the array, the diffusing structure comprising:
 - 10 a first diffusing layer disposed adjacent the array, the first diffusion layer providing a first level of diffusion to the light emitted by the array,
 - a second diffusing layer spaced apart from the first diffusing layer and providing a second level of diffusion to the light emitted by the array, and

- 15 a polarizer for polarizing the light emitted by the array.
14. An apparatus for providing diffuse light to an object to enhance subcutaneous blood vessel visibility, the apparatus comprising:
 a light source for emitting infrared light toward the object,
 a first diffusing layer positioned to intercept light from the light source, the
 5 first diffusing layer providing a first amount of diffusion to the
 infrared light emitted by the light source, the first diffusing layer
 having a first diffusing plane,
 a video imaging device for receiving light reflected from the object, the video
 imaging device operable to provide a video image of the object based
 10 on the reflected light; and
 a power source for providing power to the apparatus.
15. The apparatus of claim 14 further comprising a second diffusing layer spaced
 apart from the first diffusing layer, the second diffusing layer
 providing a second amount of diffusion to the infrared light diffused
 by the first diffusing layer, the second diffusing layer having a second
 5 diffusing plane.
16. The apparatus of claim 15 wherein the first and second diffusing layers
 comprise holographic diffusers.
17. The apparatus of claim 15 wherein the first and second diffusing planes are
 substantially parallel.
18. The apparatus of claim 14 further comprising a polarizer for polarizing the
 emitted infrared light.
19. The apparatus of claim 14 wherein the light source further comprises groups
 of light emitting diodes arranged in a select pattern.
20. An apparatus for providing diffuse light to an object, the apparatus
 comprising:

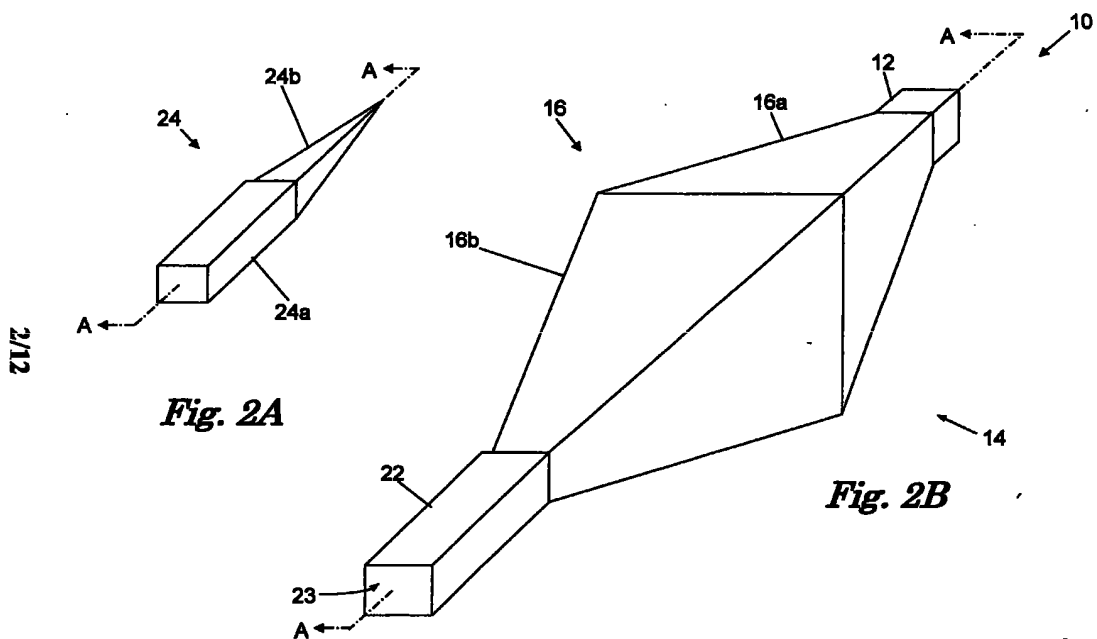
- 5 groups of light-emitting diodes (LEDs) arranged in a select pattern which
define an LED plane, each LED having an emitting surface for
emitting infrared light towards the object and an electrical input for
providing an electrical signal to the LED,
a control circuit electrically connected to the electrical inputs of the LEDs for
providing control signals to activate one or more LEDs in a select
group of LEDs,
10 diffusing structure positioned to intercept and diffuse the infrared light
emitted from one or more of the LEDs.
21. The apparatus of claim 20 wherein the groups of LEDs are symmetrically
arranged about the LED plane, and a first group of LEDs are
adjacently located to plane corners of the LED plane and a second
group of LEDs are located between adjacent plane corners of the LED
5 plane.
22. The apparatus of claim 20 wherein the diffusing structure further comprises a
diffusing layer having a diffusion plane, the diffusing layer located
adjacent to the emitting surfaces of the LEDs, wherein the diffusion
plane and the LED plane are substantially parallel.
23. The apparatus of claim 20 further comprising a video imaging system
operable to produce a video image based on the diffuse infrared light
reflected from the object.
24. The apparatus of claim 20 further comprising a control circuit for providing
control signals to the LED array, the control circuit operable to
control one or more LEDs in one or more groups of LEDs to emit
infrared light towards the object.

25. The apparatus of claim 20 further comprising a control circuit for providing control signals to the LED array, the control circuit operable to provide pulse modulation signals according to a duty cycle to the LED array.

1/12



2



2/12

Fig. 2A

Fig. 2B

27

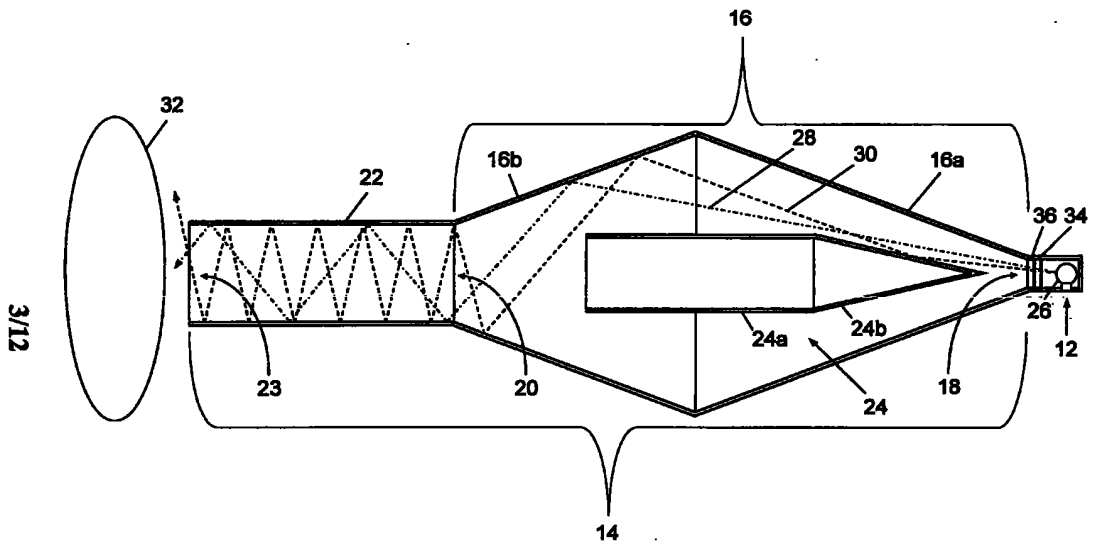


Fig. 3

Fig.

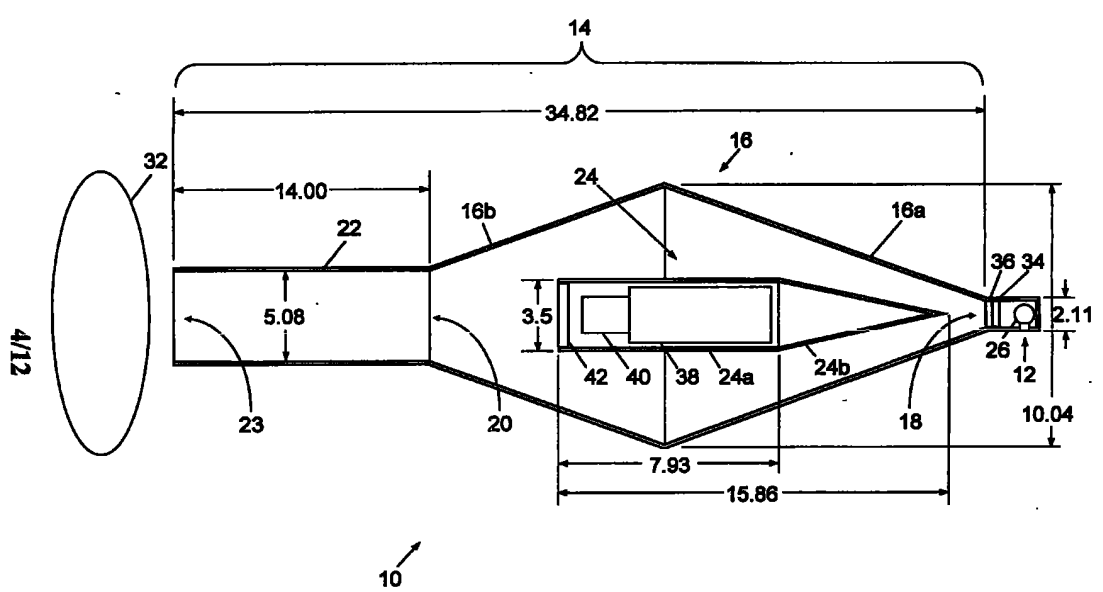


Fig. 4

Handwritten mark

5/12

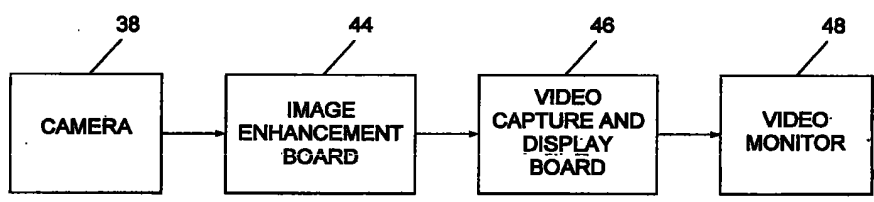
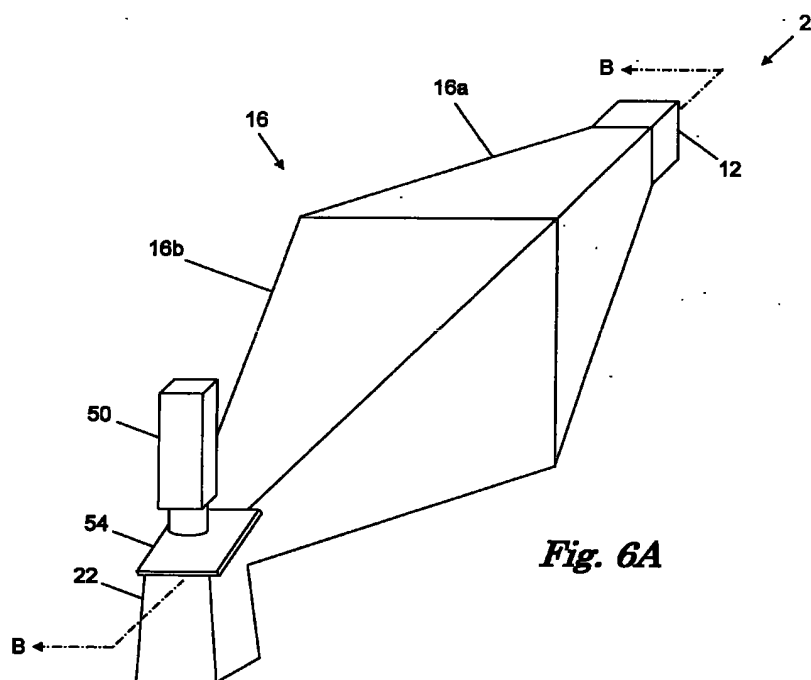


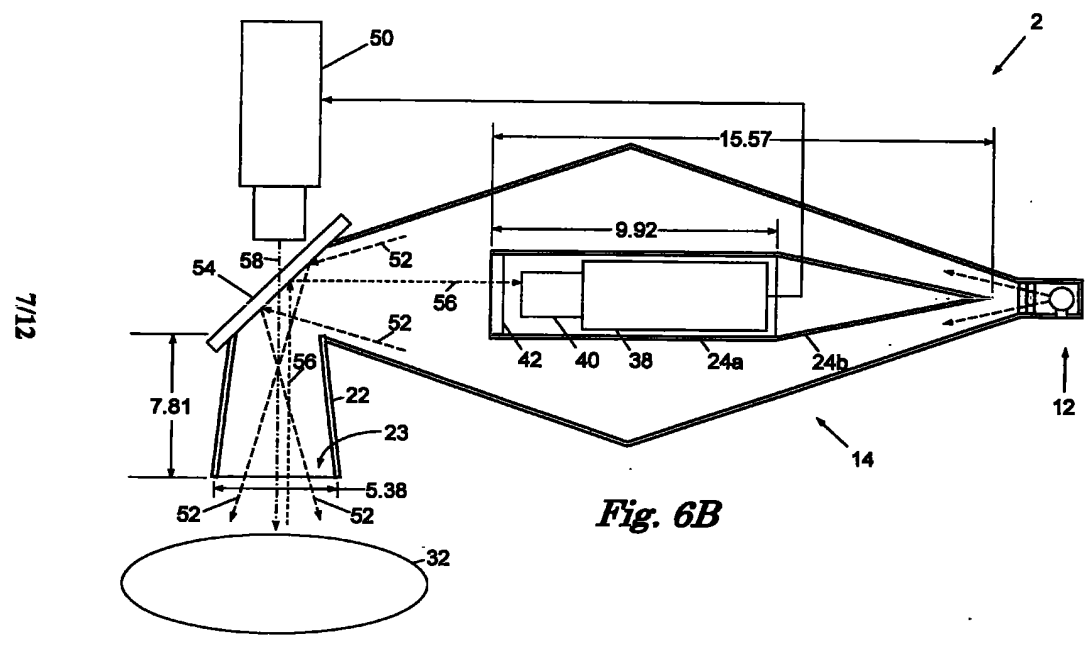
Fig. 5

2/3



6/12

26



SP

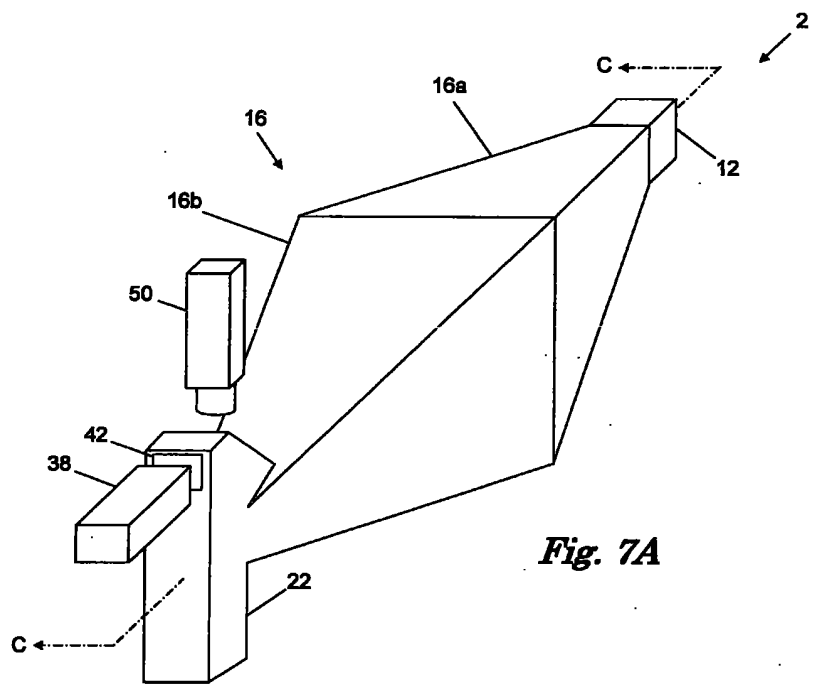


Fig. 7A

8/12



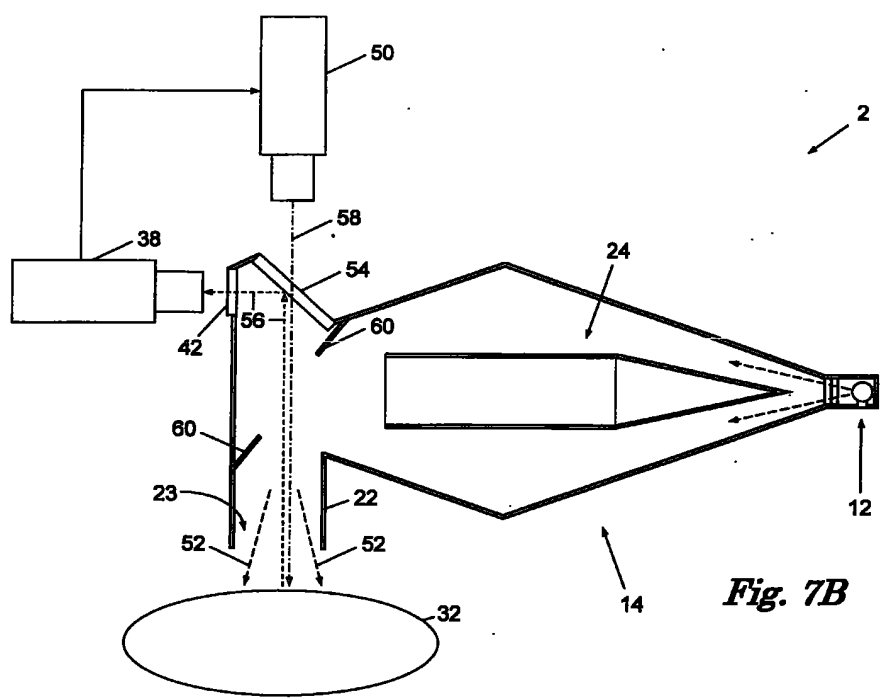


Fig. 7B

9/12

2/

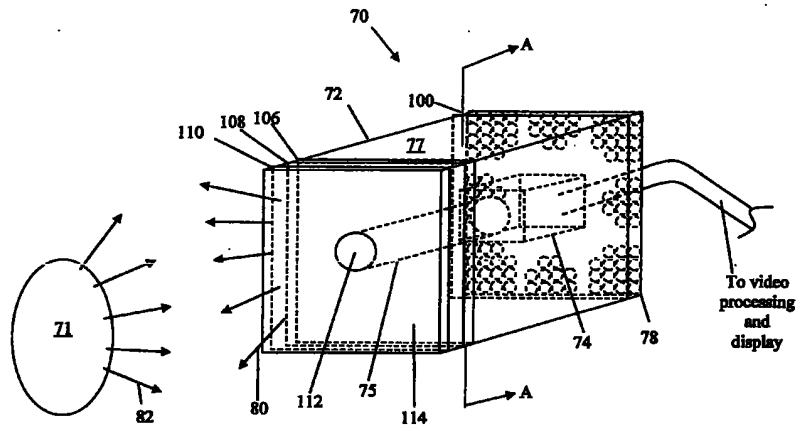


Fig. 8

10/12

70

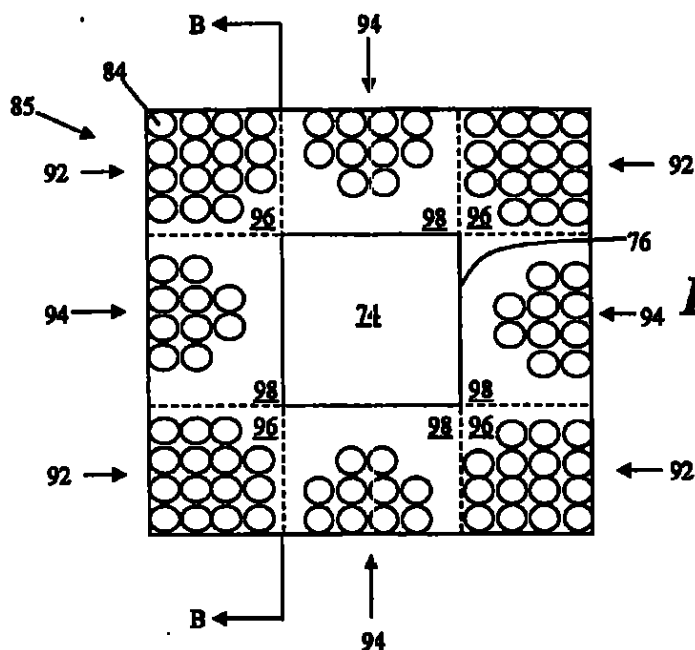


Fig. 9

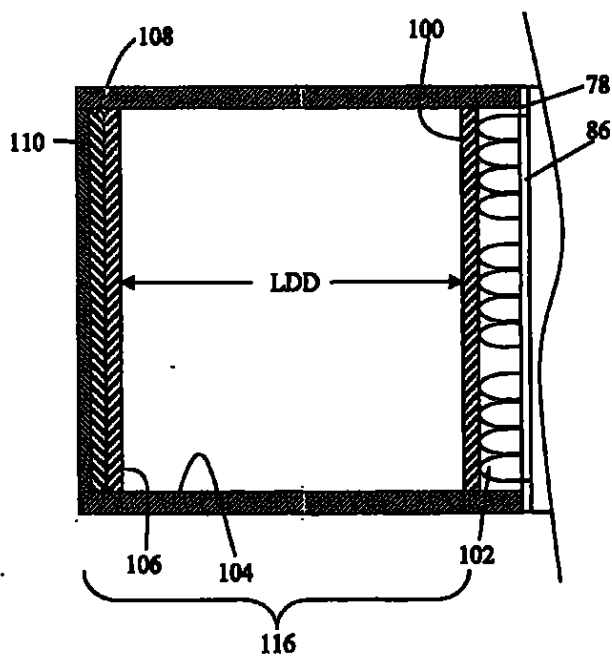


Fig. 10

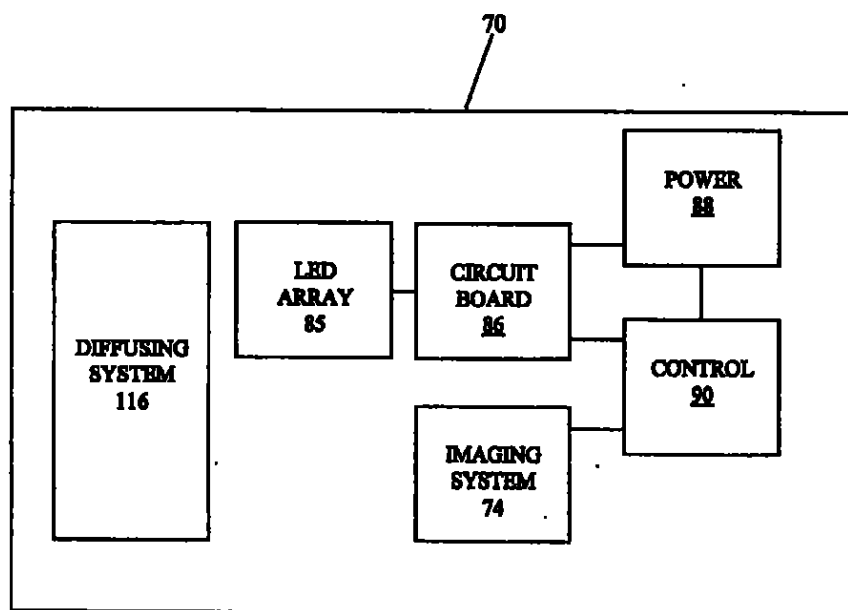


Fig. 11

37

(12) SOLICITUD INTERNACIONAL PUBLICADA BAJO EL TRATADO DE COOPERACIÓN DE PATENTES (PCT)

(19) Organización Mundial de Propiedad
Intelectual
Oficina Internacional



LA OFICINA INTERNACIONAL DE PATENTES (OIP) ES UNA DE LAS INSTITUCIONES QUE FORMAN PARTE DEL SISTEMA DE LA OMI

(43) Fecha de Publicación Internacional
23 de septiembre de 2004 (23.09.2004)

PCT

(10) Número de Publicación Internacional
WO 2004/080276 A2

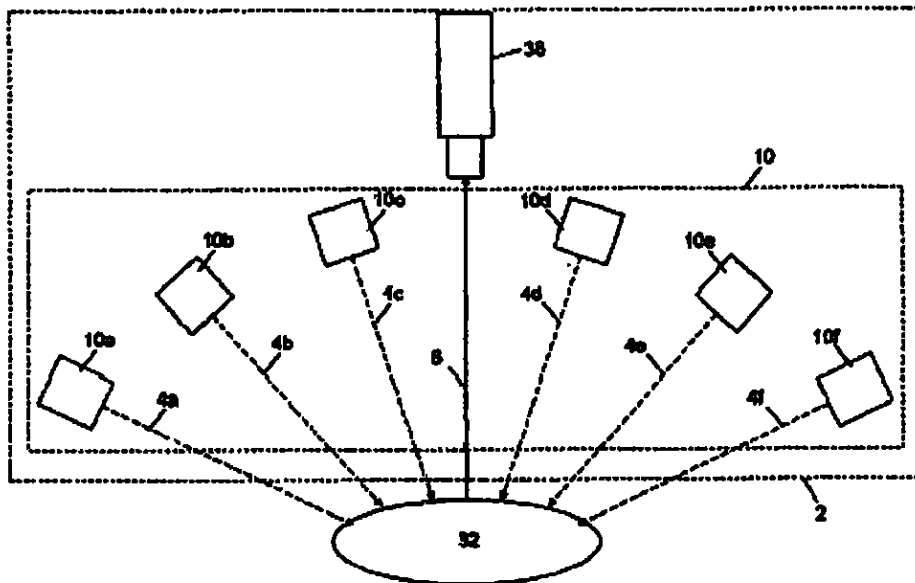
- (51) Clasificación Internacional de Patentes: A61B
- (21) Numero de Solicitud Internacional: PCT/US2004/005669
- (22) Fecha de Presentación Internacional: 25 de febrero de 2004 (25.02.2004)
- (25) Lenguaje de entrega: Inglés
- (26) Lenguaje de Publicación: Inglés
- (30) Datos de la Prioridad: 10/386,249 11 de marzo de 2003 (11.03.2003) US
- (71) Solicitante e
- (72) Inventor: ZEMAN, Herbert D. [US/US]; 1660 Galloway Avenue, Memphis, Tennessee 38112-4935 (US).
- (74) Agente: CROCKETT, Mark P.; 1871 Riverview Tower, P.O. Box 1871, Knoxville, Tennessee 37901-1871 (US).
- (81) Estados Designados (a menos que se indique lo contrario, para todo tipo de protección nacional disponible):

- AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HY, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MAMD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UAM, UG, UZ, VN, YU, ZA, ZM, ZW.
- (84) Estados Designados (regional): patente ARIPO (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), Patente Euroasiática (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), Patente europea (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, SK, TR), Patente OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publicado: sin el informe de búsqueda internacional y a ser republicado al recibir ese informe.

Para códigos de dos letras y otras abreviaciones, referirse a las "Notas de guía sobre Códigos y Abreviaturas" que aparecen al comienzo de cada edición de la Gaceta del PCT

(54) Título: SISTEMA DE IMÁGENES USANDO LUZ INFRARROJA DIFUSA



(57) Resumen: Un sistema de generación de imágenes ilumina el tejido corporal con luz infrarroja para mejorar la visibilidad de vasos sanguíneos subcutáneos y genera una imagen de video del tejido corporal y de los vasos sanguíneos subcutáneos en luz infrarroja reflejada. El sistema incluye una fuente de luz infrarroja para generar la luz infrarroja y una estructura para difuminar la luz infrarroja. La estructura difusora incluye una o más capas de material difuminante para difuminar la luz. El sistema incluye además un dispositivo generador de imágenes de video para recibir la luz infrarroja reflejada del tejido corporal y para generar una imagen de video del tejido corporal sobre la luz infrarroja reflejada.

Handwritten signature or mark.

"SISTEMA DE IMÁGENES USANDO LUZ INFRARROJA DIFUSA".

CAMPO TÉCNICO

La presente invención generalmente está direccionada para generar luz infrarroja difusa. Más específicamente, la invención está direccionada hacia un sistema para iluminar un objeto con luz infrarroja difusa y producir un video-imagen del objeto en base a luz infrarroja reflejada.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

Algunos procedimientos y tratamientos médicos requieren un profesional médico para ubicar un vaso sanguíneo en el brazo de un paciente u otro accesorio. Ello puede ser una tarea difícil, especialmente cuando el vaso sanguíneo está por debajo de un significativo depósito de grasa subcutánea. Ha faltado el desempeño de sistemas previos de imagen destinados a ayudar hallar esos vasos sanguíneos.

Por ende, es menester haber un sistema para incrementar el contraste visual entre vasos sanguíneos subcutáneos y el tejido circundante.

RESUMEN DE LA INVENCION

La necesidad precedente y otras más satisfacen un aparato que llevar luz difusa hacia un objeto, como sea un paciente, para incrementar la visibilidad de vasos sanguíneos subcutáneos. En una modalidad, el aparato incluye una serie de fuentes emisoras de luz. Cada fuente emisora de luz puede operar para emitir luz infrarroja con una longitud de onda hacia el objeto. Una fuente de energía provee energía a la serie, y la serie puede emitir luz infrarroja, cuando la fuente de energía está capacitada. El aparato, además, incluye una estructura difusora que posee más que una etapa de difusión. Cada etapa de difusión suministra un nivel de

difusión a la luz infrarroja emitida desde la serie mientras la luz emitida pasa a través de la estructura difusora.

En otra modalidad, un aparato se abre para proveer luz difusa a un objeto. El aparato incluye una serie de
5 fuentes emisoras de luz, cada fuente para emitir luz infrarroja teniendo una longitud de onda hacia el objeto. Una fuente de energía suministra energía a la serie. El aparato, además, incluye una estructura difusora, que brinda varios niveles de difusión a la luz infrarroja emitida desde la
10 serie. La estructura difusora incluye una primera capa de difusión, ubicada adyacente a la serie. La primera capa difusora proporciona un primer nivel de difusión a la luz emitida por la serie. Una segunda capa difusora está ubicada separadamente de la primera capa difusora y provee un segundo
15 nivel de difusión a la luz emitida por la serie. Un polarizador está incluido para polarizar la luz emitida por la serie.

En aún una otra modalidad, el aparato está abierto, lo que provee luz difusa a un objeto. El aparato incluye una
20 fuente de luz para emitir luz infrarroja hacia el objeto. Una primera capa difusora, teniendo un primer plan difusor, intercepta la luz desde la fuente de luz y brinda una primera cantidad de difusión a la luz infrarroja emitida por la fuente de luz. El aparato incluye un dispositivo de video-
25 imagen para recibir luz reflejada desde el objeto. El dispositivo de video-imagen opera para suministrar un video-imagen del objeto en base a la luz reflejada.

En aún una otra modalidad, un aparato está abierto para suministrar luz difusa hacia un objeto. Grupos de diodos
30 emisores de luz (*LEDs = light-emitting diodes*) están dispuestos en una figura seleccionada que define un plan LED. Cada LED tiene una superficie emisora para emitir luz

infrarroja hacia el objeto y una entrada eléctrica para suministrar una señal eléctrica para el LED. El aparato incluye un circuito de control que suministra señales de control para activar uno o más LEDs en un selecto grupo de 5 LEDs. Una estructura difusora está posicionada para interceptar y difundir la luz infrarroja emitida desde uno o más de los LEDs.

Usando la invención descrita en este instrumento, vasos sanguíneos subcutáneos, que son difíciles o imposibles de ver bajo luz blanca o bajo luz infrarroja no-difusa, pueden ser vistos prontamente en un video-imagen, donde los vasos sanguíneos subcutáneos aparecen como líneas oscuras contra un fondo más claro de carne circundante.

SOMERA DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

15 Otras ventajas de la invención se hacen aparentes, reportándose a la descripción detallada de modalidades preferidas, cuando consideradas conjuntamente con los dibujos, que no están en escala, en los cuales caracteres de referencia similares designan elementos semejantes o 20 similares en todos los distintos dibujos, como sigue:

La Fig. 1 muestra un sistema de imagen para mirar un objeto bajo iluminación infrarroja según una modalidad preferida de la invención;

Las Figs. 2a y 2b son vistas en perspectiva de un 25 sistema de imagen usando luz infrarroja difusa según una modalidad preferida de la invención;

Las Figs. 3 y 4 son vistas en secciones cruzadas del sistema de imagen según una modalidad preferida de la invención;

30 La Fig. 5 es un diagrama de bloque funcional del sistema de imagen según una modalidad preferida de la invención;

La Fig. 6a es una vista en perspectiva de un sistema de imagen usando luz infrarroja difusa según una modalidad alternativa de la invención;

La Fig. 6b es una vista en sección cruzada del sistema de imagen de la Fig. 6a;

La Fig. 7a es una vista en perspectiva de un sistema de imagen usando luz infrarroja difusa según otra modalidad de la invención;

La Fig. 7b es una vista en sección cruzada del sistema de imagen de la Fig. 7a;

La Fig. 8 es una vista isométrica de otro aspecto aún de un sistema de imagen;

La Fig. 9 es una vista frontal de una porción del sistema de imagen como se lo ve en la dirección de las flechas llevadas a lo largo de la línea A-A de la Fig. 8;

La Fig. 10 es una vista lateral de secciones cruzadas, a lo largo de la línea B-B de la Fig. 9; y

La Fig. 11 es un diagrama en bloque de un sistema de imagen.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA MODALIDAD PREFERIDA

La piel y algunos otros tejidos del cuerpo reflejan luz infrarroja en la gama casi-infrarroja de aproximadamente 700 a 900 nanómetros, mientras la sangre absorbe irradiación en esa gama. Así, en video-imágenes de tejido del cuerpo tomadas bajo iluminación infrarroja, los vasos sanguíneos aparecen como líneas oscuras contra un fondo más claro de carne circundante. Sin embargo, debido a la naturaleza reflectiva de la grasa subcutánea, los vasos sanguíneos que están ubicados por debajo de significantes depósitos de tal grasa pueden ser difíciles o imposibles de ver cuando iluminados por luz directa, es decir, luz que llega generalmente desde una sola dirección.

El inventor determinó que, cuando un área de tejido del cuerpo que tiene significativo depósito de grasa subcutánea se ve en una imagen en una gama casi-infrarroja bajo iluminación de luz infrarroja altamente difusa, hay un
5 contraste significativamente más fuerte entre los vasos sanguíneos y la carne circundante que cuando se mira el tejido bajo una iluminación infrarroja directa. Aunque la invención no debe quedar limitada por cualquier teoría particular de operación, parece que la mayoría de la luz
10 infrarroja difusa reflejada por la grasa subcutánea se direcciona hacia fuera de la dirección de la mirada. Así, cuando se usa luz altamente difusa para iluminar el tejido, el contraste visual deseado entre los vasos sanguíneos y la carne circundante se mantiene.

15 La Fig. 1 muestra un sistema de imagen 2 para iluminar un objeto 32, tal como un tejido del cuerpo, con luz infrarroja altamente difusa, y para producir un video-imagen del objeto 32 en base a luz infrarroja reflejada desde el objeto 32. Como descrito en detalle acá, cuando el objeto 32
20 es un tejido del cuerpo, vasos sanguíneos que están por debajo de grasa subcutánea en el tejido pueden se ver claramente en el video-imagen producido por el sistema 2.

El sistema de imagen 2 incluye un sistema de iluminación 10 que ilumina el objeto 32 con luz infrarroja
25 desde múltiples direcciones distintas de iluminación. El sistema 10 incluye múltiples proveedores de luz infrarroja 10a-10f, cada cual suministrando luz infrarroja al objeto 32 desde una dirección distinta de iluminación. Las direcciones de llegada de la luz infrarroja desde cada proveedor de luz
30 10a-10f están representadas en la Fig. 1 por los rayos 4a-4f. Como se ve en la Fig. 1, las direcciones de llegada de la luz infrarroja varían desde perpendiculares o casi

20

perpendiculares a la superficie del objeto 32, a paralelas o casi paralelas a la superficie del objeto 32. Como la iluminación infrarroja llega al objeto 32 desde una gama tan amplia de direcciones de iluminación, la iluminación

5 infrarroja es altamente difusa.

Como descrito en más detalle adelante acá, los proveedores de luz 10a-10f son preferentemente superficies reflectoras de luz que direccionan luz desde una sola fuente de luz hacia el objeto 32. En otras modalidades, los

10 proveedores de luz 10a-10f son fuentes individuales de luz, o combinaciones de fuentes y reflectores de luz.

El sistema de imagen 2 incluye, asimismo, un dispositivo de imagen 38, tal como una cámara de video, para mirar el objeto 32. El dispositivo de imagen 38 mira el

15 objeto 32 desde una dirección de mirada que en la Fig. 1 está representada por la flecha 6. El dispositivo de imagen 38 recibe la luz infrarroja difusa reflejada desde el objeto 32, y genera video-imágenes electrónicas del objeto 32 en base a la luz infrarroja reflejada.

Las Figs. 2a y 2b muestran una modalidad preferida del sistema de iluminación 10. La Fig. 3 muestra una vista seccional cruzada del sistema 10 correspondiente a la sección A-A como se ve en las Figs. 2a-b. El sistema 10 incluye, preferentemente, una fuente de luz 12 que emite luz hacia

20 dentro de un extremo de la estructura difusora de luz 14. La estructura difusora de luz 14 incluye un recinto externo alargado 16, que tiene superficies internas reflectoras. Preferentemente, las superficies internas del recinto externo alargado 16 son de color blanco. Alternativamente, esas

25 superficies reflectoras son superficies reflejadas, o una combinación de superficies blancas y reflejadas. En el extremo de la estructura difusora de luz 14, en posición

30

opuesta a la fuente de luz 12, está una guía hueca de luz 22. Como se describe en más detalle abajo, la guía de luz 22 sirve como una apertura de salida para la luz difusa.

5 El recinto externo alargado 16 incluye las secciones primera y segunda lea y LAB, cada cual teniendo un extremo grande y un extremo pequeño. Preferentemente, las secciones primera y segunda lea y 6b son sustancialmente en formato piramidal, cada cual teniendo cuatro caras

10 trapezoidales. En la modalidad preferida, las cuatro caras trapezoidales de una apertura cuadrada. Como se ve en las Figs. 2a y 2b, los extremos más grandes de las secciones primera y segunda lea y LAB están unidas de modo a componer el recinto 16.

15 En el extremo pequeño de la primera sección lea hay una apertura de entrada 18 conformada por los cuatro lados cortos de las caras trapezoidales de la sección lea. La fuente de luz 12 preferentemente está unida al extremo pequeño de la primera sección lea en la apertura de entrada

20 18. Así, la luz generada por la fuente de luz 12 ingresa al recinto alargado 16 en la apertura de entrada 18, e ilumina las superficies interiores del recinto 16.

En el extremo pequeño de la segunda sección 16b hay una apertura de salida 20, conformada por los cuatro lados

25 cortos de las cuatro caras trapezoidales de la sección 16b. Unido a la apertura de entrada 20 está un extremo de la guía hueca de luz 22. La guía de luz 22 preferentemente tiene superficies internas reflectoras blancas similares a las superficies internas del recinto 16.

30 El sistema 10 también incluye un reflector interno alargado 24, ubicado dentro y de preferencia coaxialmente al recinto externo 16. Para claridad, el reflector interno 24 se

muestra en la Fig. 2b con el recinto externo 16 removido. En la modalidad preferida, el reflector interno 24 está conformado por una sección tubular cuadrada 24a, unida a la base cuadrada de una sección piramidal 24b. Preferentemente, la sección piramidal 24b tiene cuatro lados que van disminuyendo hasta un ápice. Como se ve en la Fig. 3, el ápice de la sección piramidal 24b está ubicado cerca de la apertura de entrada 18 del recinto externo 16. El reflector interno 24 tiene superficies externas reflectoras blancas similares a aquellas de las superficies internas del recinto externo 6.

Las características difusoras de luz de la estructura 14 se entienden mejor, remitiéndose a la Fig. 3. Dentro de la fuente de luz 12 está una lámpara 26, tal como un foco cuarzo-halógeno y un reflector dorado fabricado por Gilway y que tiene L517A-G como número de pieza. Cuando energizada, la lámpara 26 produce irradiación electromagnética en forma de luz blanca.

Para los propósitos de la presente descripción, la lámpara 26 puede imaginarse como una fuente de un punto irradiando luz en direcciones múltiples, como representado por los rayos ejemplares 28 y 30. Como se ve en la Fig. 3, el rayo 28 refleja desde la superficie interna de la sección 16b del recinto externo 16. El rayo 28 entonces se mueve de la apertura de entrada 20 hacia dentro de la guía de luz 22 y, luego de múltiples reflejos desde las superficies internas de la guía de luz 22, emite desde la apertura de salida 23. El rayo 30, que sale de la fuente de luz 12 desde un ángulo distinto del rayo 28, refleja desde el reflector interno 24. El rayo 30 entonces refleja desde la superficie interna de la sección 16b del recinto 16, y se mueve a través de la apertura de salida 20 y hacia dentro de la guía de luz 22.

X

Luego de múltiples reflejos desde las superficies internas de la guía de luz 22, el rayo 30 también emite desde la apertura de salida 23, pero en un ángulo distinto del ángulo del rayo 28.

5 Cuando se posiciona un objeto 32 cerca de la
apertura de salida 23, los rayos 28 y 30 llegan al objeto 32
desde ángulos distintos. Se verá que la luz que se irradiaba
desde la fuente de luz 12 podría representarse como un número
infinito de rayos que tocan y se reflejan desde el reflector
10 interno 24 y las superficies internas del recinto externo 16
desde un número infinito de ángulos. Así, la luz emitida
desde la apertura de salida 23 llega al objeto 32 desde
muchos ángulos distintos y, por ende, es una luz altamente
difusa. Esos ángulos de llegada varían de casi
15 perpendiculares a casi paralelos en relación al plan de la
apertura de salida 23. Como la estructura difusora 14 es
tridimensional, se entenderá que la luz también se refleja
desde las demás superficies del recinto externo 16 y del
reflector interno 24, tal como aquellas que son
20 perpendiculares a las superficies y que se ven en la Fig. 3.
Por ende, la luz emitida en la apertura de salida 23 del
sistema de iluminación 10 es altamente difusa, pareciendo
haber sido generada por muchas fuentes distintas de luz.

Debido al arreglo de las superficies internas
25 reflectoras del recinto externo 16 y las superficies externas
reflectoras del reflector interno 24, la estructura difusora
14 traslada eficientemente la luz irradiada desde la lámpara
26 hacia la apertura de salida 23. Así, una fracción muy
grande de la luz proporcionada por la lámpara 26 alcanza el
30 objeto 32, y muy poca energía de luz se pierde.

Como descrito en más detalle abajo, el sistema de
iluminación 10 puede usarse para proveer luz difusa para

propósitos médicos de imágenes. Sin embargo, se comprenderá que el escopo de la invención no se limita a usos médicos. El sistema 10 también puede usarse como fuente de luz difusa para propósitos fotográficos generales.

5 En la modalidad preferida de la invención, como lo muestra la Fig. 3, la fuente de luz 12 incluye un espejo frío 34, ubicado entre la lámpara 26 y la apertura de entrada 18 del recinto externo 16. El espejo frío 34 refleja sustancialmente toda la luz que tiene longitudes de onda fuera de la gama infrarroja seleccionada de longitudes de onda. Preferentemente, la gama seleccionada incluye longitudes de onda de alrededor de 700 a 1000 nanómetros. Inmediatamente cerca del espejo frío 34 y ubicado entre el espejo frío 34 y la apertura de entrada 18, hay un filtro
10 transmisor de infrarrojo 36, el cual atenúa la luz que tiene longitudes de onda fuera de la gama seleccionada de infrarrojo mientras transmitiendo luz que tiene longitudes de onda dentro de la gama seleccionada de infrarrojo.

 Debe tenerse en cuenta de que hay otras formas de
20 configurar la fuente de luz 12 para generar luz infrarroja. Por ejemplo, la fuente de luz 12 podría consistir de un diodo emisor de luz infrarroja (LED) o una serie de LEDs infrarrojos. Así, la configuración de la fuente de luz 12, que se muestra en la Fig. 3 y descrita arriba, es solamente
25 una modalidad preferida, y la invención no se limita a una configuración especial de la fuente de luz 12.

 La Fig. 4 ilustra las dimensiones de una modalidad preferida del sistema de iluminación 10. Como se ve en la Fig. 4, la extensión total de la estructura difusora de luz
30 14 es de aproximadamente 34,32 pulgadas. La altura y el ancho del recinto externo 16 en la unión de las primera y segunda secciones 16a y 16b es de aproximadamente 10,04 pulgadas. La

47

extensión preferida de la guía de luz 24 es de aproximadamente 14,00 pulgadas, y su altura y ancho es de aproximadamente 5,08 pulgadas. Preferentemente, la extensión total del reflector interno 24 es de aproximadamente 15,86 5 pulgadas. La extensión preferida de la sección tubular 24a del reflector interno 24 es de aproximadamente 3,5 pulgadas. La altura y el ancho de la fuente de luz 12 es de aproximadamente 2,11 pulgadas.

Como se ve en la Fig. 4, una modalidad preferida de 10 la invención incluye una lente 40 usada en conjunto con el dispositivo de video-imagen 38 para producir una video-imagen del objeto 32 en base a luz difusa reflejada desde el objeto 32. Preferentemente, el dispositivo de imagen 38 de esa modalidad es una video-cámara de dispositivo *charge-couple* 15 (CCD) 38, fabricada por Cohu, que tiene como número de modelo 631520010000. La lente 40 de la modalidad preferida es una lente de cámara cienmatográfica f-0,95 de 25mm fabricada por Angenieux.

La cámara 38 y la lente 40 de la modalidad 20 preferida están ubicadas dentro de la sección tubular 24a del reflector interno 24. Como lo muestra la Fig. 4, el extremo abierto de la sección tubular 24a forma una apertura hacia la cual apuntan la cámara 38 y la lente. De esa forma, la guía hueca de luz 22 está sustancialmente centrada dentro del 25 campo de visión de la cámara 38. Así, la cámara 38 recibe luz reflejada desde el objeto 32 que ingresa en la guía de luz 22, se mueve a través del recinto 16, e ingresa en el extremo abierto de la sección 24a.

Como se ve en la Fig. 4, la modalidad preferida de 30 la invención incluye un filtro transmisor de infrarrojo 42, ubicado en el extremo abierto de la sección tubular 24a. Ese filtro 42 recibe luz reflejada desde el objeto 32, y

cualquier otra luz que pueda pasar al recinto 16, para eliminar considerablemente todas las luces que tengan longitudes de onda fuera del rango infrarrojo aproximado de 700 a 1000 nanómetros. En las incorporaciones preferidas, el filtro 43 elimina sustancialmente la luz cuyas longitudes de onda son superiores al rango infrarrojo seleccionado de aproximadamente 800 a 850 nanómetros. Consecuentemente, esta luz que pasa a través del filtro 42 y penetra en la lente 40 es una luz infrarroja que se encuentra dentro del rango de longitudes de las ondas seleccionadas. Por ende, la cámara 38 recibe principalmente luz infrarroja que se origina en el sistema de iluminación 20 y que se refleja a partir del objeto 32.

En base a la luz reflejada desde el objeto 32, la cámara 38 genera una imagen de video del objeto 32 en el formato de un video señal eléctrica. La Fig. 5 muestra que la señal de video se suministra preferentemente a una placa de enriquecimiento de la imagen 44, del tipo de las fabricadas por DigiVision, que tiene el modelo número ICE-3000. La placa 44 genera una videoseñal enriquecida basada en la señal de la cámara 38. La señal de la imagen del video enriquecida se suministra a una tarjeta que captura tanto el video como el visualizador 46, similar al modelo 20-TD Live card fabricada por la empresa Miro. La tarjeta 46 captura las imágenes fijas de una videoseñal que puede guardarse en un formato digital en un dispositivo de almacenamiento digital. La tarjeta 46 captura las imágenes fijas de una videoseñal que pueden guardarse en un formato digital en un dispositivo de almacenamiento digital. La tarjeta 46 también formata la imagen de la videoseñal para obtener una visualización en tiempo real en un monitor de video 48.

Debemos dejar claro que, según esta invención, el

sistema de iluminación 10 puede utilizar otros medios para generar una luz infrarroja difusa. Por ejemplo, los proveedores de luz 10a-10f de la Fig. 1 podrían incorporarse por medio de una luz en anillo de una lámpara estroboscópica.

5 Por otra parte, una red circular de LEDs podría utilizarse para iluminar un difusor plástico de transmisión colocado cerca de la superficie del objeto 32. En la modalidad posterior, los proveedores de luz 10a-1 Of corresponderían a los LEDs individuales en la red.

10 En una modalidad alternativa de la invención ilustrada en las Figs. 6a y 6b, el sistema de generación de imágenes 2 incluye un video proyector 50 para iluminar el objeto 32 con la imagen del objeto 32, para enriquecer el contraste visual entre las áreas más claras y más oscuras del
15 objeto 32. Tal cual consta en la descripción de la Patente Norteamericana número 5.969.754 denominada *CONTRAST ENHANCING ILLUMINATOR* (Iluminador de Enriquecimiento del Contraste), cuyo contenido se encuentra incorporado en este texto como referencial del tipo de las características de un objeto que
20 un observador puede considerar está enriquecido cuando las características de una imagen de luz visible proyectada del objeto se yuxtapone a sus características del mismo. La imagen de luz visible sobrepuesta hace que las características más brillantes del objeto aparezcan más
25 brillantes, mientras que las áreas más oscuras no cambian.

La modalidad de la invención ilustrada en las Figs. 6a y 6b suministra una luz infrarroja difusa (representada por 52 rayos) al objeto 32 en una forma similar a la descrita anteriormente.

30 Sin embargo, en la modalidad ilustrada en las Figs. 6a y 6b, la trayectoria óptica de la luz de iluminación está doblada, de tal forma que la apertura 23 de salida de la guía

46

de luz 22 gire 90 grados en relación a la apertura de salida mostrada en las Figs. 1-3.

Conforme observamos en la Fig. 6b, un separador de haz, tal como un espejo caliente 54, recibe la luz infrarroja 52 del interior de la estructura de difusión de la luz 14 y refleja la luz infrarroja 52 dentro de la luz guía 22 hacia el objeto 32. El espejo caliente 54 también recibe una imagen infrarroja del objeto 32 (representado por el rayo 56) reflejándolo hacia la cámara 38. El espejo caliente 54 recibe la imagen de luz visible (representando el rayo 58) del proyector 50 y lo transmite hacia la guía de luz 22 y el objeto 32.

Según se explica detalladamente en la patente norteamericana número 5.969.754, la videoseñal de salida de una cámara de video cuenta con una videoseñal de entrada para el proyector 50. En base a la videoseñal de entrada, el proyecto 50 proyecta la imagen 58 de la luz visible del objeto 32 hacia el espejo caliente 54. El espejo caliente 54 recibe la imagen 58 de la luz visible y la transmite a través de una guía de luz 22 hacia el objeto 32. Gracias al alineamiento apropiado de la imagen de la luz visible 58 proyectada desde el proyector 50 con la imagen infrarroja 56 del objeto 32 que capta el censor de la cámara 38, las características de la imagen proyectada con la luz visible se realizan para sobreponerse a la característica correspondiente del objeto 32.

Cuando el objeto 32 es un tejido corporal y la invención se utilizar para encontrar los vasos sanguíneos subcutáneos en los vasos sanguíneos del tejido corporal, los vasos sanguíneos aparecen como líneas oscuras en la imagen de la luz visible 58. Consecuentemente, al proyectar la imagen de la luz visible 58 sobre el tejido corporal, los vasos

sanguíneos subcutáneos permanecerán directamente debajo de las líneas oscuras observadas en la imagen de la luz visible 58. Por ende, la invención mejor considerablemente la habilidad del médico para encontrar los vasos sanguíneos 5 subcutáneos, minimizando concomitantemente la incomodidad del paciente.

Las Figs. 7a y 7b ilustran una incorporación alternativa de la invención que puede utilizarse como un iluminador de enriquecimiento del contraste. La modalidad 10 ilustrada por las Figs. 7a-b opera de manera similar a la encontrada en las Figs. 6a y 6b. Sin embargo, en la incorporación de las Figs. 7a-b, la cámara 38 está localizada en el exterior de la estructura 14 de difusión de la luz. Con el propósito de acomodar las diferentes ubicaciones de la 15 cámara 38, el espejo caliente 54 ilustrado en las Figs. 7a-b se gira 90 en el sentido horario con respecto a la posición que ocupan las Figs. 6a-b. Caso contrario, el espejo caliente 54 ejecutaría una función similar a la descrita arriba para las Figs. 6a-b. Por otra parte, también debe montarse el 20 filtro transmisor infrarrojo 42 montado en una pared de la luz guía 22, para acomodar la ubicación diferente de la cámara, en dirección a la apertura de salida 23. Preferentemente, el panel 60 es una chapa plana reflectiva que posee un orificio para permitir que la luz pase entre el 25 objeto 32, la cámara 38 y el proyector 50.

Existe una modalidad preferida de un sistema de generación de imagen 70 relativamente compacto y altamente fiable, que se encuentra ilustrado en las Figs. 8-11. El sistema de imagen 70 generalmente se configura para iluminar 30 un objeto 71, tal como el tejido corporal o algo similar, para producir una videoimagen del objeto 71 basada en la luz infrarroja reflejada desde el objeto 71. En forma general, el

40

sistema de imagen 70 incluye preferentemente un alojamiento 72 que contiene las características de la generación de imágenes del sistema 70.

Según ilustrado en la Fig. 8, el alojamiento 72 acostumbra tener una configuración sustancialmente rectangular. El alojamiento 72 suele tener una extensión entre tres a casi cuatro pulgadas y un ancho que ronda entre tres a una pulgada y media. También podrá observarse que las personas que tienen experiencia en usar este tipo de procedimiento, pueden usar el sistema de imagen 70 configurado en una vasta gama de maneras, y que la invención no debería limitarse a ningún ejemplo específico o incorporación discutida en este estudio. Por ejemplo, en la Fig. 8 el alojamiento está ilustrado con un formato sustancialmente rectangular. Sin embargo, también pueden existir formatos circulares, poligonales y otras composiciones geométricas y tamaños.

Un dispositivo de generación de imágenes 74, tal como una cámara de video que tenga una lente 75 y componentes de video procesamiento, pueden encontrarse en el seno del alojamiento 72. El dispositivo de generación de imágenes 74 y los componentes de procesamiento del video operan para detectar la luz infrarroja y procesar la luz infrarroja detectada a partir del objeto 71. El sistema de generación de imágenes 74 produce una imagen basada en la luz infrarroja detectada que se refleja sobre el objeto 71, como describimos en este texto. Según la ilustración de las Figs. 8 y 9, el dispositivo de generación de imágenes 74 se acostumbra montar preferentemente dentro de una apertura 76 de la pared de montaje 78, con una lente 75 extendida hacia el interior del alojamiento 77, tal cual describimos en más detalle abajo. Primordialmente, la cámara 74 se monta preferentemente en una

AC

ubicación simétrica que tiende a maximizar la cantidad de luz detectada por la cámara, lo que enriquece y realza la imagen producida por el sistema 70 y, consecuentemente, la iluminación de los vasos sanguíneos que se encuentran en el
5 tejido corporal, debajo de la grasa subcutánea.

La gran mayoría de las veces el alojamiento 72 contiene varios componentes que se puede operar para transmitir una luz difusa desde el sistema 70 hacia el objeto 71. Las flechas 80 representan la luz difusa transmitida por
10 el sistema 70. Las flechas 82 representan la luz reflejada desde el objeto 71. Tal cual muestra la Fig. 9, y de conformidad a lo indicado por la dirección de las flechas a lo largo de la sección de la línea A-A de la Fig. 8, la pared 78 contiene un cierto número de diodos emisores de luz
15 infrarroja 84 (LEDs) colocados en una red 85 LED para emitir la luz infrarroja. La red 85 LED define el plano referencial LED. Al activarse, cada LED 84 transmite preferentemente una luz a una longitud de onda de aproximadamente 740 nanómetros (nm). En la modalidad o incorporación preferida, cada LED 84
20 ha sido fabricado por Roithner Lasertechnik de Austria bajo el modelo número ELD-740-524.

De conformidad a lo ilustrado en la Fig. 10, y según la modalidad o incorporación preferida, los LEDs 84 se montan sobre una placa de circuito ubicada en la adyacencia
25 de la pared 78. La Fig. 9 muestra que generalmente existen ocho grupos 92, 94 de LEDs 84 dispuestos concéntricamente a través del sistema de generación de imágenes 74. El arreglo LED concéntrico tiene a suministrar máxima dispersión y transmisión de la luz difusa generada por el sistema 70. Es
30 preferible que cada grupo 92, 94 de LEDs 84 contenga por lo menos diez LEDs 84. No obstante, el sistema 70 puede incluir un número inferior o superior de LEDs dentro de un grupo

específico, dependiendo del uso que se pretende dar a la implementación del sistema 70. Además, el sistema 70 también puede incluir más o menos grupos de LEDs en la red de LED 85.

Continuando a referirnos a la Fig. 9, existen
5 cuatro grupos 92 de LEDs 34 localizados alrededor de los rincones de las regiones 96 de la red LED 85. Generalmente, por lo menos quince LEDs 84 se encuentra colocados en cada rincón de la región 96 de la red LED 85. Existen preferentemente cuatro grupos 94 de LEDs 84 dispuestos en las
10 regiones laterales 98 de la red LED 85. Cada región lateral 98 está situada sustancialmente entre cada rincón de la región 94. Lo preferible es tener por lo menos diez LEDs 84 colocados en cada región lateral 98 de la red LED 85.

Según la supramencionada descripción, la red LED 85
15 debe colocarse preferentemente en la placa de circuito 86. Conjuntamente con el sistema de control 90, la placa de circuito 86 incluye un control de circuitería que controla la activación de uno o más LEDs 84 dentro de un grupo o grupos específicos 92, 94 de LEDs 84 en la red LED 85. Según la
20 ilustración del diagrama en bloque de la Fig. 11, la fuente de potencia 88 y el sistema de control 90, este tipo de microprocesador o dispositivo de control similar están conectados eléctricamente a la placa de circuito 86. Se podrá observar que también se puede controlar el LEDs sin usar el
25 sistema de control 90, en otras palabras, la fuente de energía 88 puede conmutarse a la posición "on" u "off" para activar y desactivar la red LED 85. Se observará también que las técnicas de modulación del pulso también pueden usarse conjuntamente con la fuente de energía 88 para activar y
30 desactivar uno o más de los LEDs 84 que se encuentran en la red LED 85, de concordancia con el ciclo de uso preferido, definido en este texto como el tiempo en que el LED queda

S

S7

conectado (on) respecto al tiempo que permanece desconectado (off).

Como se encuentra ilustrado en el diagrama en bloques en la Fig. 11, en una incorporación preferida del sistema de generación de imágenes 70, la red LED 85 está conectada eléctricamente a través de la placa de circuito 86 a una fuente de energía 88 y al sistema de control 90. El sistema de control 90 incluye características de control para controlar la emisión de la luz infrarroja de red LED 85 hacia un objeto 71. Tal cual describimos en este texto, el sistema de control 90 puede habilitar uno o más de los LEDs 84 en un grupo o grupos de red LED 85 para emitir luz continua o intermitentemente hacia el objeto 71. Consecuentemente, el sistema 70 puede configurarse para transmitir una luz infrarroja desde la red LED en diversas permutaciones y combinaciones de LEDs 84 y/o grupos LED 92, 94.

Refiriéndonos ahora a la Fig. 10, la primera capa de difusión 100 está colocada en una posición adyacente a las superficies con el propósito de emitir 102 de los LEDs 84 en una red LED 85. De acuerdo con una modalidad o incorporación preferida, la primera capa de difusión 100 se pega utilizando, por ejemplo, algún adhesivo conocido sobre las superficies de emisión 102 de la red LED 85, operando de este modo la luz difusa emitida por uno o más LEDs 84 de la red LED 85. La mayoría de las veces, se prefiere que la primera capa de difusión 100 sea un difusor holográfico de veinte grados como, por ejemplo, un producto cuyo código de identificación es LSD20PC10-F10x10/PSA, fabricado por Physical Optics Corporation of Torrance, California. Es preferible que la primera capa de difusión 100 tenga una extensión de aproximadamente tres pulgadas y media, con un

S7

ancho de tres pulgadas y media, y un espesor de cerca de 0.10 pulgadas. Al activar uno o más de los LEDs 84 que se encuentran en la red LED 85, la primera capa de difusión 100 difunde la luz infrarroja emitida desde la red LED 85
5 suministrando de este modo la primera cantidad de difusión a la luz infrarroja emitida.

El interior de la superficie 104 del alojamiento 72 se encuentra ilustrado en la Fig. 10. Lo preferible, es que las superficies internas 104 se encuentren revestidas con un
10 revestimiento reflectivo, del tipo de una pintura blanca o producto similar, lo que reflejará y difundirá aún más la luz ya difundida producida por la primera capa de difusión 100. Continuando a referirnos a la Fig. 10, la segunda capa de difusión está separada de la primera capa de difusión 100 por
15 una distancia LDD. Lo más conveniente es que la distancia LDD entre la primera y segunda capas de difusión 100 y 106 sean de aproximadamente tres pulgadas. La segunda capa de difusión 106 es preferible que sea un difusor holográfico de veinte grados, similar a o el mismo al mencionado en la descripción
20 anterior de la primera capa de difusión 100. La segunda capa de difusión 106 tiene preferentemente una extensión aproximada de tres pulgadas y media, un ancho de cerca de tres pulgadas y media y un espesor que ronda las 0.10 pulgadas.

25 La segunda capa de difusión 106 difunde aún más la luz ya difundida que se refleja desde el interior de las superficies 104, suministrada por la primera capa de difusión 100. Tal cual se encuentra ilustrado en la Fig. 8, la primera y segunda capas de difusión son sustancialmente planares, o
30 sea, cada capa de 100 y 106 define por sí misma una geometría planar. De acuerdo a la modalidad o incorporación preferida, los planos definidos por la primera y segunda capas de

5 difusión 100 y 106 son sustancialmente paralelas entre sí. El arreglo planar paralelo preferido de las capas de difusión 100 y 106 tienden a promover una cantidad cuantificable e uniforme de luz difusa que emana del sistema 70 al habilitarse uno o más LEDs 84.

Continuando las referencias a la Fig. 10, un material 108 de revestimiento o refuerzo, tal como la LUCITA, se coloca adyacente a la segunda capa de difusión 106. Es preferible que el material de refuerzo tenga un espesor de 10 aproximadamente 0.125 pulgadas. El polarizador visible 110 está colocado adyacente al material de refuerzo 108. Generalmente, el polarizador 110 escogido es el fabricado por Visual Pursuits of Vernon Hills, Illinois bajo la patente número VP-GS-12U, y tiene un espesor de aproximadamente 0.075 15 pulgadas.

De acuerdo a lo antedicho, el sistema 70 puede operarse para producir diferentes niveles de difusión a medida que la luz emitida avanza a través de la primera capa de difusión 100, se refleja hacia fuera del interior de las 20 superficies 104 del primer alojamiento 72^a, y continúa avanzando a través de la segunda capa de difusión 106, el material de refuerzo 108, y el polarizador 110. Consecuentemente, después que la luz emitida pasa a través de la primera capa de difusión 100, se produce un nivel de 25 difusión. Otro nivel de difusión resulta de la reflexión que proviene de las superficies interiores 104 del primer alojamiento 72^a de la luz ya difundida, suministrada por la primera capa de difusión 100. Sin embargo, también se produce otro nivel de difusión después que la luz difusa pase a 30 través de la segunda capa de difusión 106.

Como observamos en la ilustración de la Fig. 8, el polarizador visible 110 preferentemente incluye una porción

SA

central 112 en la forma de un círculo que tiene aproximadamente una pulgada de diámetro. Es conveniente que la porción central geométrica 112 coincida con la forma y tamaño de la lente de cámara 75. La polarización de la
5 porción central 112 conviene que gire aproximadamente noventa grados con respecto a la polarización del área circundante 114 del polarizador 110. En la modalidad o incorporación preferida, la lente de la cámara 75 entra en contacto con el material de refuerzo 108. Tal cual ilustrado en la Fig. 8, la
10 ubicación posicional de la lente 75 dentro del alojamiento 70 debería coincidir con o compartir el mismo eje central utilizado por la porción central 12 del polarizador 110. La porción central 112 del polarizador 110, al coincidir con el frente de la lente 75, tiende a remover cualquier resplandor
15 sobre la superficie de la imagen que se obtiene con la cámara.

La Fig. 10 ilustra que el material de refuerzo 108 y el polarizador 110 tienen superficies planares que, preferentemente, incluyen una orientación planar similar con
20 respecto a los planos definidos por la primera y segunda capa de difusión 100, 106. De concordancia con la modalidad/incorporación más preferida, la primar capa de difusión 100, las superficies interiores 104, la segunda capa de difusión 106, el material de refuerzo 108 y el polarizador
25 visible 110 definen el sistema de difusión 116 (Fig.10), por suministrar una luz difusa a un objeto 71. Podemos observar también que la estructura de difusión puede incluir más o menos componentes, y que la invención no debe verse limitada por ningún ejemplo específico o incorporaciones mencionadas en
30 este texto. Por ejemplo, el sistema de difusión 116 puede incluir ya sea la primera o segunda capas de difusión 100, 106, con o sin el polarizador 110, o puede incluir la primera

y segunda capas de difusión 100, 106 sin el polarizador 110.

Una vez iniciado, el sistema 70 opera para transmitir la luz difusa 80 hacia un objeto 71 y producir una video imagen del objeto 71 con el sistema de generación de imágenes 74, tal cual describimos anteriormente. Más precisamente, una vez que se habilita la fuente de energía 88, uno o más de los LEDs 84 en la red LED 85 emiten una luz infrarroja desde la(s) superficie(s) de emisión 102. La primera capa de difusión 100 suministra una primera cantidad de difusión a la luz infrarroja emitida. Las superficies del interior 104 difunden aún más la luz que emana de la primera capa de difusión 100. La segunda capa de difusión 106 difunde aún más la ya difundida luz, que se transmite a continuación a través del material de refuerzo 108 y al polarizador antes de iluminar el objeto 71. De acuerdo a la descripción indicada, el objeto 71 refleja la luz difusa emitida 80, produciendo una luz difusa reflejada 82 capturada por el sistema de generación de imágenes 74. A continuación, el sistema de generación de imágenes 74 produce una videoimagen del objeto 71. Por consiguiente, por emitir una luz difusa de acuerdo al singular sistema de suministro de difusión 71, el sistema 70 ayuda a localiza y establecer una diferenciación entre las propiedades del material del objeto 71, tales como entre los vasos sanguíneos y el tejido.

Además, también se ha considerado, y quedará bien claro a todos los que tienen la habilidad necesaria para realizar la técnica que consta en la descripción anterior y los diseños adjuntos, que pueden incorporarse modificaciones y/o cambios en las nuevas modalidades de la invención. Por ejemplo, los planos definidos por la primera y segunda capas de difusión 100 y 106 pueden ajustarse de tal forma a no quedar paralelos entre sí y, por ende, suministrar diferentes

niveles de luz difusa del sistema 70. Además, el plano definido por la red LED 85 es mucho más conveniente para establecer una relación paralela sustancial con respecto al plano definido por la primera capa de difusión 100. Sin embargo, los planos definidos por un red LED 85 y la primera capa de difusión 100 pueden variar para acomodar diversas condiciones operativas, como seguramente notarán aquellos versados en esta técnica. Por ende, lo que pretendemos lograr expresamente, es que la descripción dada anteriormente y los diseños adjuntos se consideren únicamente como elementos ilustrativos de las incorporaciones/modalidades preferidas, sin limitarse a ello, y que el verdadero espíritu y alcance de la presente invención queden determinados usando como referencial las afirmaciones adjuntadas.

SA

Lo que se reivindica es:

1. Un aparato para proporcionar luz difusa a un objeto para mejorar la visibilidad de vasos sanguíneos subcutáneos, el aparato comprende:
5 una disposición de fuentes emisoras de luz, cada fuente para emitir luz infrarroja que tiene una longitud de onda hacia el objeto,
una fuente de electricidad para proporcionar
10 electricidad a la disposición, la disposición emite luz infrarroja cuando se habilita la fuente de electricidad,
una estructura difusora que tiene más de una etapa de difusión que proporciona varios niveles de difusión
15 de la luz infrarroja emitida desde la disposición a medida que la luz emitida pasa a través de la estructura difusora.
2. El aparato de la reivindicación 1 en donde la estructura
20 difusora comprende además una primera capa difusora dispuesta adyacente a la disposición, la primera capa difusora proporciona un primer nivel de difusión a la luz emitida por la disposición.
- 25 3. El aparato de la reivindicación 2 en donde la primera capa difusora comprende un difusor holográfico.
4. El aparato de la reivindicación 2 en donde la estructura
30 difusora comprende además una segunda capa difusora que proporciona un segundo nivel de difusión a la luz emitida por la disposición.

5. El aparato de la reivindicación 4 en donde la segunda capa difusora comprende además un difusor holográfico.
- 5 6. El aparato de la reivindicación 4 en donde la segunda capa difusora esta separada de la primera capa difusora.
- 10 7. El aparato de la reivindicación 4 en donde la primera capa difusora tiene una primera superficie plana y la segunda capa difusora tiene una segunda superficie plana.
- 15 8. El aparato de la reivindicación 7 en donde la primera y segunda superficies planas son sustancialmente paralelas.
- 20 9. El aparato de la reivindicación 1 que además comprende un polarizador para polarizar la luz emitida por la disposición.
- 25 10. El aparato de la reivindicación 9 en donde el polarizador comprende primera y segunda regiones, en donde la primera región proporciona una primera rotación de polarización y la segunda región proporciona una segunda rotación de polarización que es diferente de la primera rotación de polarización.
- 30 11. El aparato de la reivindicación 10 en donde la primera y segunda rotaciones de polarización difieren por alrededor de noventa grados.

59

12. El aparato de la reivindicación 1 que además comprende un dispositivo de generación de imágenes de video que recibe luz reflejada desde el objeto, el dispositivo de generación de imágenes de video proporciona una imagen de video del objeto basada en la luz reflejada.
13. Un aparato para proporcionar luz difusa a un objeto, el aparato comprende:
- una disposición de fuentes emisoras de luz, cada fuente para emitir luz infrarroja que tiene una longitud de onda hacia el objeto,
 - una fuente de electricidad para proporcionar electricidad a la disposición, la disposición emite luz infrarroja cuando se habilita la fuente de electricidad,
 - una estructura difusora para proporcionar varios niveles de difusión a la luz infrarroja emitida desde la disposición, la estructura difusora comprende:
 - una primera capa difusora dispuesta adyacente a la disposición, la primera capa de difusión proporciona un primer nivel de difusión a la luz emitida por la disposición,
 - una segunda capa difusora separada de la primera capa difusora y que proporciona un segundo nivel de difusión a la luz emitida por la disposición, y
 - un polarizador para polarizar la luz emitida por la disposición.

60

14. Un aparato para proporcionar luz difusa a un objeto para mejorar la visibilidad de vasos sanguíneos subcutáneos, el aparato comprende:
- una fuente de luz para emitir luz infrarroja hacia el objeto,
- una primera capa difusora para interceptar luz de la fuente de luz, la primera capa difusora proporciona una primera cantidad de difusión a la luz infrarroja emitida por la fuente de luz, la primera capa difusora tiene un primer plano de difusión,
- un dispositivo de generación de imágenes de video para recibir la luz reflejada del objeto, el dispositivo de generación de imágenes de video es operable para proporcionar una imagen de video del objeto basado en la luz reflejada, y
- una fuente de electricidad para proporcionar electricidad al aparato.
15. El aparato de la reivindicación 14 que además comprende una segunda capa difusora separada de la primera capa difusora, la segunda capa difusora proporciona una segunda cantidad de difusión a la luz infrarroja difuminada por la primera capa difusora, la segunda capa difusora tiene un segundo plano difusor.
16. El aparato de la reivindicación 15 en donde la primera y segunda capas difusoras comprende difusores holográficos.

17. El aparato de la reivindicación 15 en donde el primer y segundo planos difusores son sustancialmente paralelos.
- 5 18. El aparato de la reivindicación 14 que además comprende un polarizador para polarizar la luz infrarroja emitida.
- 10 19. El aparato de la reivindicación 14 en donde la fuente de luz comprende además grupos de diodos emisores de luz dispuestos en un patrón seleccionado.
- 15 20. Un aparato para proporcionar luz difusa a un objeto, el aparato comprende:
grupos de diodos emisores de luz (LEDs) dispuestos en un patrón seleccionado que cual define un plano LED, cada LED tiene una superficie emisora para emitir luz infrarroja hacia el objeto y una entrada eléctrica para proporcionar una señal eléctrica al LED,
20 un circuito de control conectado eléctricamente a las entradas eléctricas de los LEDs para proporcionar señales de control para activar uno o más LEDs en un grupo de LEDs seleccionado,
25 la estructura difusora posicionada para interceptar y difuminar la luz infrarroja de uno o más de los LEDs.
- 30 21. El aparato de la reivindicación 20 en donde los grupos de LEDs están dispuestos simétricamente alrededor del plano LED, y un primer grupo de LEDs esta localizado en la esquina del plano del plano LED y

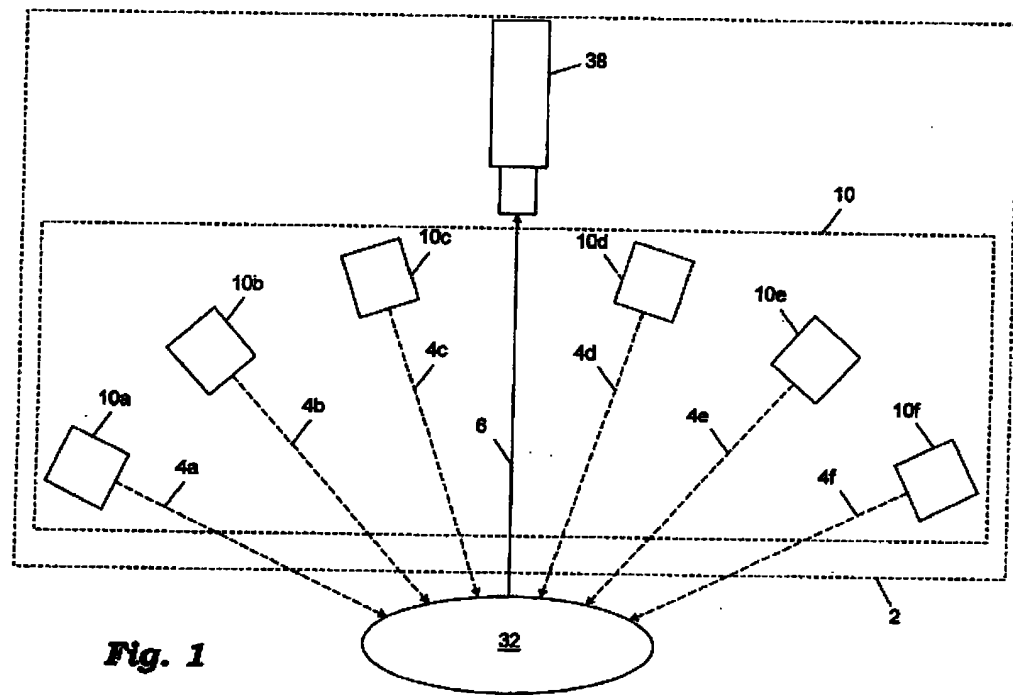
un segundo grupo de LEDs está localizado entre esquinas del plano adyacentes del plano LED.

- 5 22. El aparato de la reivindicación 20 en donde la estructura difusora comprende además capas difusoras que tienen un plano de difusión, la capa difusora localizada adyacente a las superficies emisoras de los LEDs, en donde el plano difusor y el plano LED son sustancialmente paralelos.
- 10 23. El aparato de la reivindicación 20 que además comprende un sistema de generación de imágenes de video basado en la luz infrarroja difuminada reflejada desde el objeto.
- 15 24. El aparato de la reivindicación 20 que además comprende un segundo circuito de control para proporcionar señales de control a la disposición de LEDs, el circuito de control es operable para controlar uno o más LEDs en uno o más grupos de LEDs para emitir luz infrarroja hacia el objeto.
- 20 25. El aparato de la reivindicación 20 que además comprende un circuito de control para proporcionar señales de control a la disposición de LEDs, el circuito de control es operable para proporcionar señales de modulación de pulsote acuerdo con un ciclo de funciones de la disposición de LEDs.
- 25

RESUMEN

Un sistema de imagen ilumina los tejidos del cuerpo con una luz infrarroja para enriquecer la visibilidad de los vasos sanguíneos subcutáneos, generando una videoimagen del tejido del cuerpo y de los vasos sanguíneos subcutáneos en base a la luz infrarroja reflejada. El sistema incluye una fuente de luz infrarroja para generar la luz infrarroja y la estructura para la difusión de la luz infrarroja. La estructura de difusión incluye una o más capas de material de difusión para provocar la difusión de la luz. Además, el sistema también incluye un dispositivo para obtener la video imagen que recepta la luz infrarroja reflejada en el tejido del cuerpo, para generar una video imagen del tejido del cuerpo en base a la luz infrarroja reflejada.

69



DP

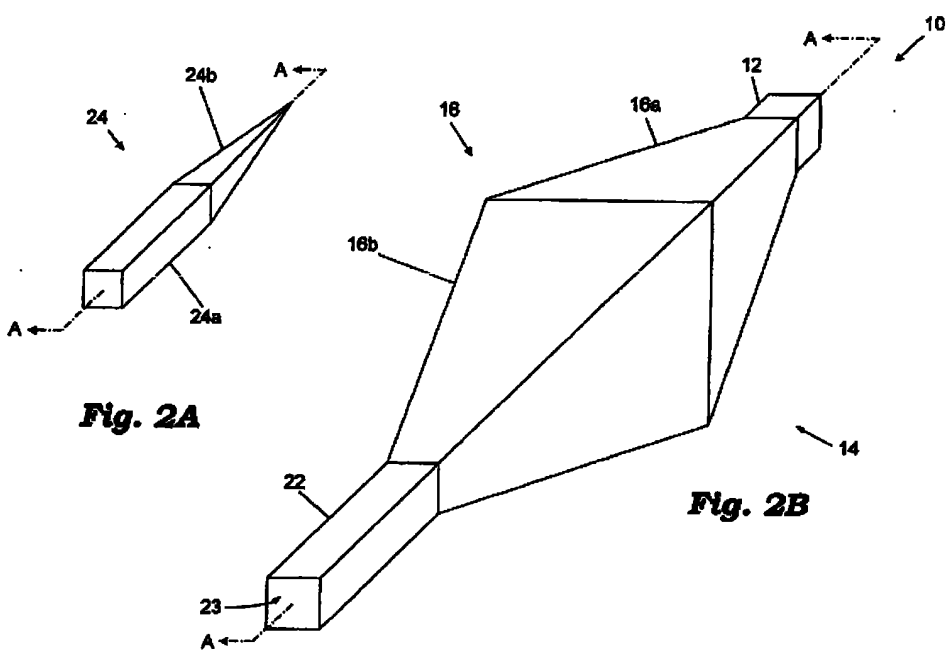


Fig. 2A

Fig. 2B

8

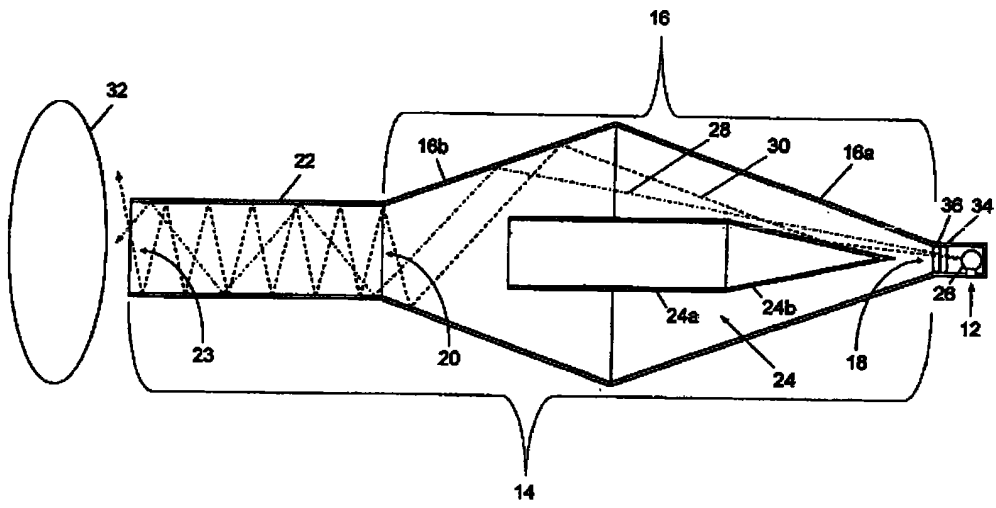


Fig. 3

\$2

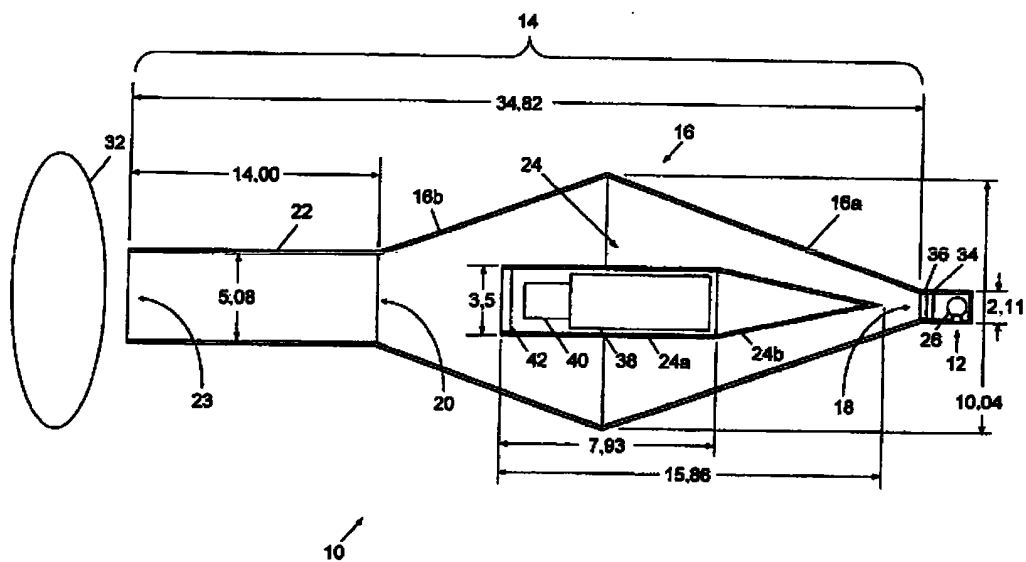


Fig. 4

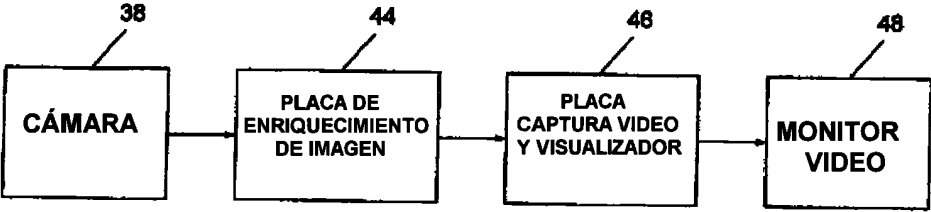


Fig. 5

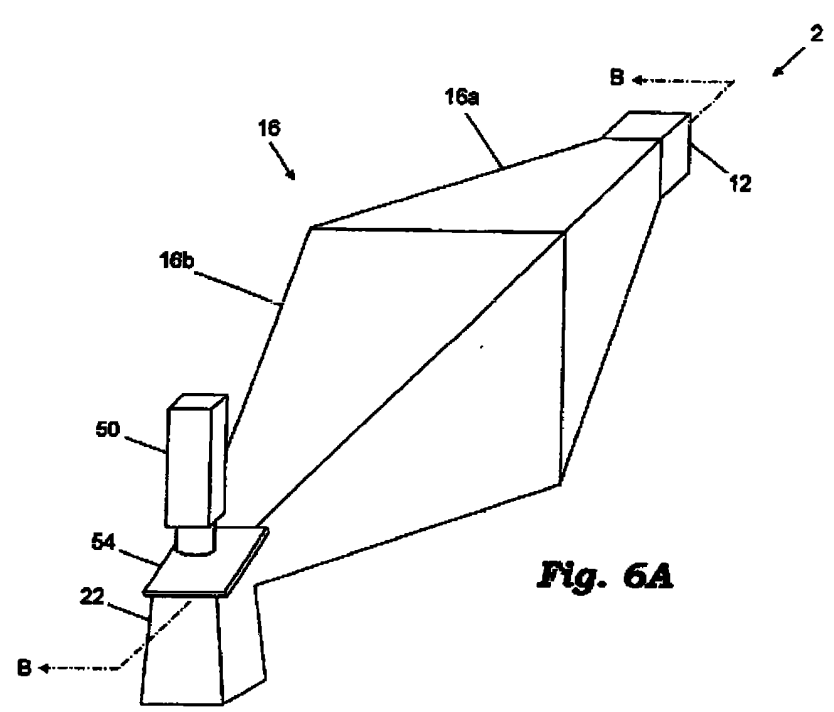
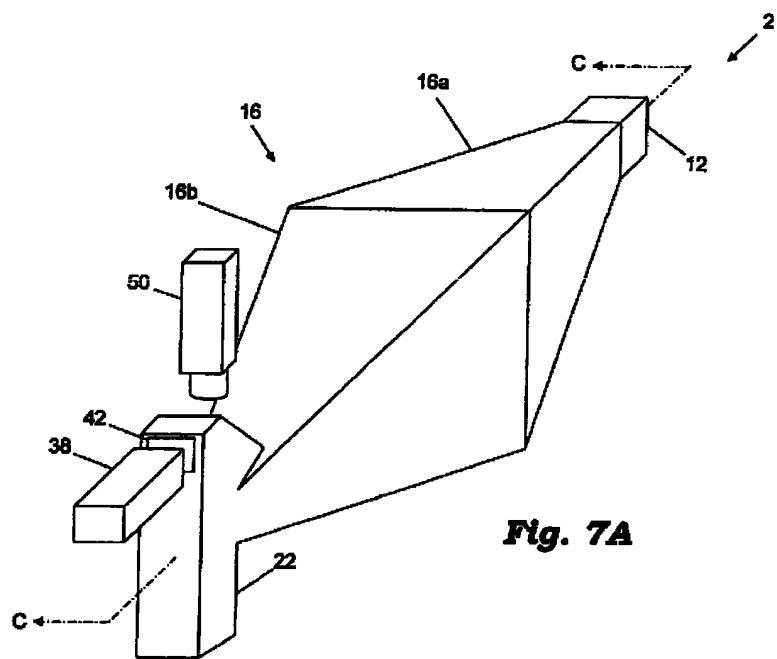


Fig. 6A

[Handwritten signature]



7



77

77

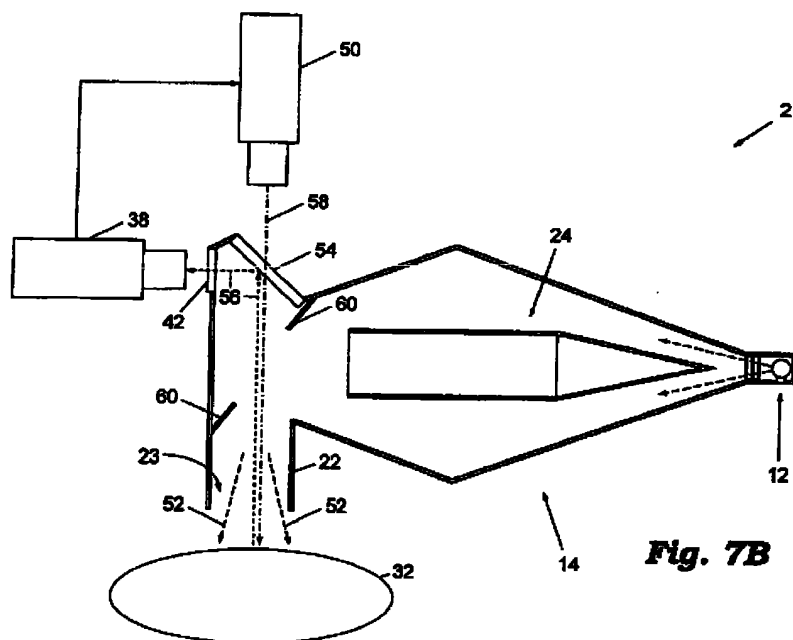
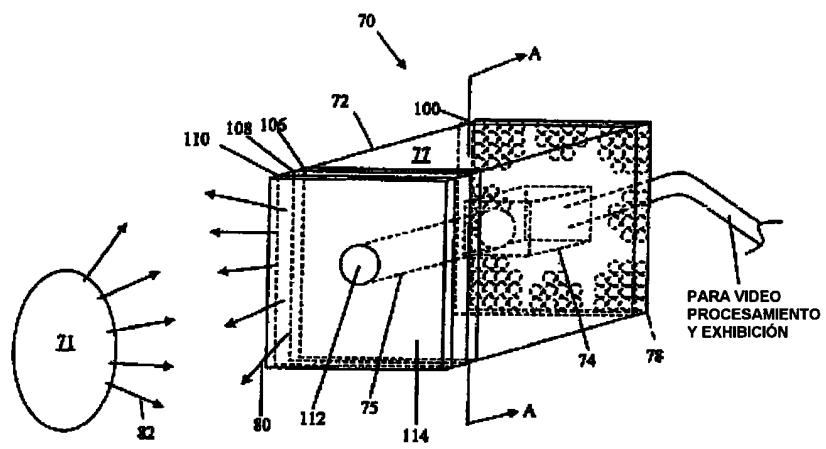
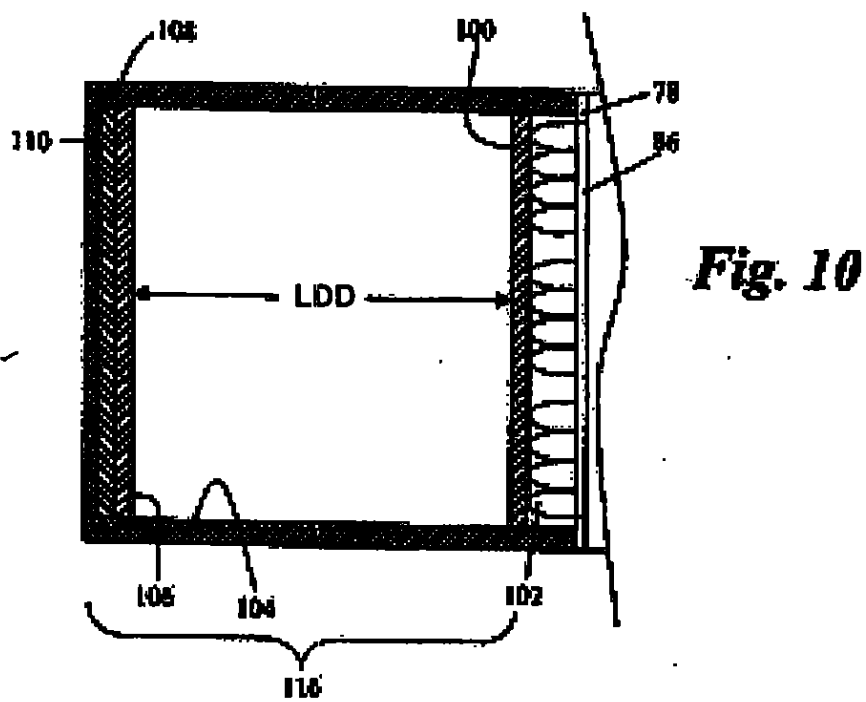
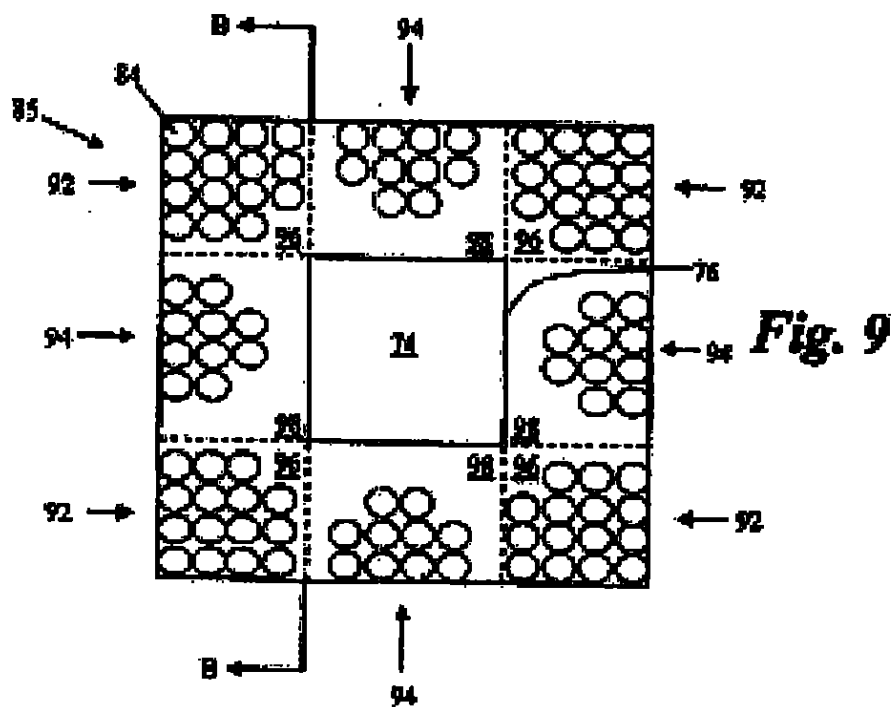


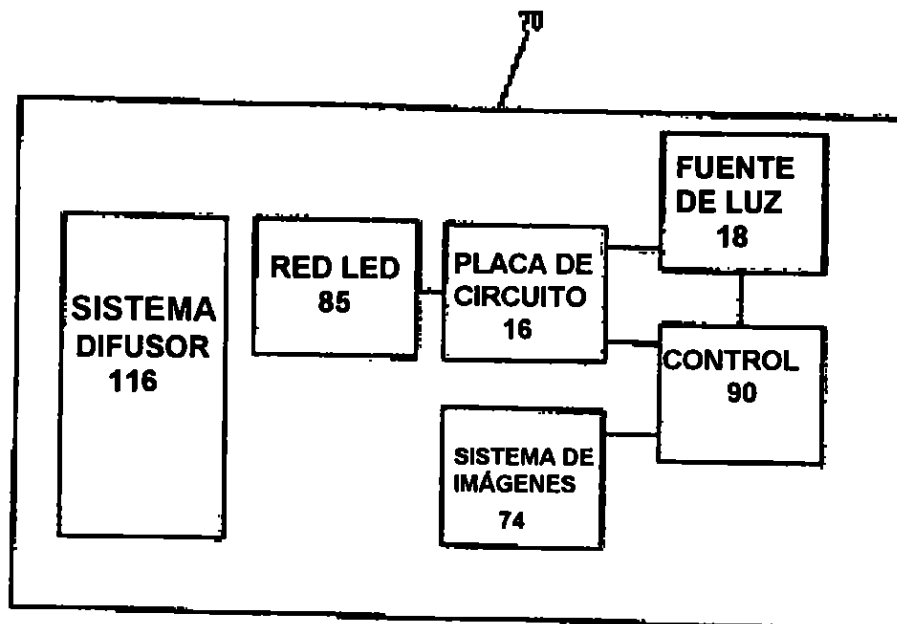
Fig. 7B

42





[Handwritten signature]

*Fig. 11*

**AMENDED
CLAIMS**

A handwritten mark or signature, possibly initials, located in the bottom right corner of the page.

International Bureau of WIPO
34, chemin des Colombettes
1211 Geneva, Switzerland

VIA FACSIMILE 011-41-22-338-8740

Re: Applicant: Herbert D. Zeman
International Application No.: PCT/US2004/005669
International Filing Date: September 25, 2004
Priority Date: March 11, 2003
Agents File Reference: 023988.51562

Statement Under Article 34(1)

Dear Sir:

The Applicant hereby amends the claims in this application as indicated in the enclosed letter.

Replacement pages incorporating these changes are enclosed herewith.

Dated:

Sept 1, 2005

Susan B. Fentress

Susan B. Fentress
Butler, Snow, O'Mara, Stevens &
Cannada PLLC
6075 Poplar Avenue, Suite 500
Memphis, Tennessee 38119 USA
Phone: (901) 680-7319
Fax: (901) 680-7201

84

LETTER

VIA FACSIMILE 011-41-22-338-8740

International Bureau of WIPO
34, chemin des Colombettes
1211 Geneva, Switzerland

Re: Applicant: Herbert D. Zeman
International Application No.: PCT/US2004-005669
International Filing Date: September 25, 2004
Priority Date: March 11, 2003
Agent's File Reference: 023988.51562

Dear Sir:

The Applicant hereby amends the claims in this application as indicated below. This listing of claims will replace all prior versions of claims in this application:

1. (currently amended) An apparatus ~~for providing diffuse light to an object to enhance the visibility of a buried structure beneath the surface of an object~~ ~~subcutaneous blood vessel~~ ~~visibility~~, the apparatus comprising:
~~an array of light emitting sources, each source for emitting infrared having a wavelength toward the object,~~
~~a power source for providing power to the array, the array emitting infrared light when the power source is enabled,~~
an illumination source for illuminating the buried structure from a range of different illumination directions;
~~a diffusing structure having more than one diffusion stage providing various levels of diffusion to the infrared light emitted from the array as the emitted light passes through the diffusing structure.~~ by the illumination source;
an imaging device for receiving diffuse light reflected from the object and for producing an image; and
a video projector for projecting a visible light image of the buried structure onto the surface of the object.
2. (currently amended) The apparatus of claim 1 wherein the diffusing structure further comprises a first diffusing layer disposed adjacent the array, ~~the first diffusing layer providing a first level of diffusion to the light emitted by the array.~~ illumination source.



3. (original) The apparatus of claim 2 wherein the first diffusing layer further comprises a holographic diffuser.
4. (currently amended) The apparatus of claim 2 wherein the diffusing structure further comprises a second diffusing layer providing a second level of diffusion to the light emitted by the ~~array~~ illumination source.
5. (original) The apparatus of claim 4 wherein the second diffusing layer further comprises a holographic diffuser.
6. (original) The apparatus of claim 4 wherein the second diffusing layer is spaced apart from the first diffusing layer.
7. (original) The apparatus of claim 4 wherein the first diffusing layer has a first planar surface and the second diffusing layer has a second planar surface.
8. (original) The apparatus of claim 7 wherein the first and second planar surfaces of the first and second diffusing layers are substantially parallel.
9. (currently amended) The apparatus of claim 1 further comprising a polarizer for polarizing the light emitted by the ~~array~~ illumination source.
10. (original) The apparatus of claim 9 wherein the polarizer further comprises first and second regions, wherein the first region provides a first polarization rotation and the second region provides a second polarization rotation that is different from the first polarization rotation.
11. (original) The apparatus of claim 10 wherein the first and second polarization rotations differ by about ninety degrees.
- 12 - 25 (deleted)
26. (new) The apparatus of claim 1 wherein the illumination source comprises groups of light-emitting diodes (LEDs), arranged in a select pattern which define an LED plane,



illuminating the buried structure with diffuse light.

27. (new) The apparatus of claim 1 wherein said buried structure is a subcutaneous blood vessel.

Replacement pages incorporating these changes are enclosed herewith.

Dated: Sept 1, 2005

Respectfully submitted,

Susan B. Fentress

Susan B. Fentress
Butler, Snow, O'Mara, Stevens &
Cannada PLLC
6075 Poplar Avenue
Suite 500
Memphis, Tennessee 38119 USA
Phone: (902) 680-7319
Fax (901) 680-7201

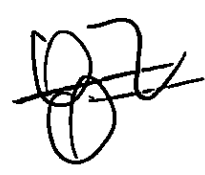
MEMPHIS 172058v1

86

87

What is claimed is:

1. An apparatus to enhance the visibility of a buried structure beneath the surface of an object, the apparatus comprising:
an illumination source for illuminating the buried structure from a range of different illumination directions;
a diffusing structure having more than one diffusion stage providing various levels of diffusion to light emitted by the illumination source;
an imaging device for receiving diffuse light reflected from the object and for producing an image; and
a video projector for projecting a visible light image of the buried structure onto the surface of the object.
2. The apparatus of claim 1 wherein the diffusing structure further comprises a first diffusing layer disposed adjacent the illumination source.
3. The apparatus of claim 2 wherein the first diffusing layer further comprises a holographic diffuser.
4. The apparatus of claim 2 wherein the diffusing structure further comprises a second diffusing layer providing a second level of diffusion to the light emitted by the illumination source.
5. The apparatus of claim 4 wherein the second diffusing layer further comprises a holographic diffuser.
6. The apparatus of claim 4 wherein the second diffusing layer is spaced apart from the first diffusing layer.
7. The apparatus of claim 4 wherein the first diffusing layer has a first planar surface and the second diffusing layer has a second planar surface.



8. The apparatus of claim 7 wherein the first and second planar surfaces of the first and second diffusing layers are substantially parallel.

9. The apparatus of claim 1 further comprising a polarizer for polarizing the light emitted by the illumination source.

10. The apparatus of claim 9 wherein the polarizer further comprises first and second regions, wherein the first region provides a first polarization rotation and the second region provides a second polarization rotation that is different from the first polarization rotation.

11. The apparatus of claim 10 wherein the first and second polarization rotations differ by about ninety degrees.

12. The apparatus of claim 1 wherein the illumination source comprises groups of light-emitting diodes (LEDs), arranged in a select pattern which define an LED plane, illuminating the buried structure with diffuse light.

13. The apparatus of claim 1 wherein said buried structure is a subcutaneous blood vessel.

MEMPHIS 172117v1

[Handwritten signature]

**REIVINDICACIONES
MODIFICADAS**

~~89~~

AFIRMACIONES

Afirmación 1 - Un aparato utilizado para enriquecer la visibilidad de una estructura enterrada debajo de la superficie de un objeto, es un artefacto que
5 cuenta con:

una fuente de iluminación para iluminar la estructura enterrada a partir de una vasta gama de diferentes direcciones de iluminación;

una estructura difusora que cuenta con más de una
10 etapa de difusión, y suministra niveles de difusión a la luz emitida por la fuente de iluminación;

un dispositivo de imagen para recibir la luz difusa reflejada del objeto y para producir una imagen; y

un videoproector para proyectar una imagen de
15 luz visible de una estructura enterrada en la superficie del objeto.

Afirmación 2 - El aparato de la afirmación 1 donde la estructura de difusión cuenta con una primera capa de difusión colocada en posición adyacente a la fuente de
20 iluminación.

Afirmación 3 - El aparato de la afirmación 2, donde la primera capa de difusión abarca también un difusor holográfico.

Afirmación 4 - El aparato de la afirmación 3,
25 donde la estructura de difusión también tiene una segunda capa de difusión, que suministra un segundo nivel de difusión a la luz emitida por la fuente de iluminación.

Afirmación 5 - El aparato de la afirmación 4 donde la segunda capa de difusión tiene un difusor holográfico.

Afirmación 6 - El aparato de la afirmación 4, donde la segunda capa de difusión está espaciada separadamente de la primera capa de difusión.

Afirmación 7 - El aparato de la afirmación 2, donde la primera capa de difusión tiene una primera superficie planar.

Afirmación 8 - El aparato de la afirmación 4, donde dicha segunda capa de difusión tiene una segunda superficie planar.

Afirmación 9 - El aparato de la afirmación 1, que consiste en:

un polarizador para polarizar la luz emitida por la fuente de iluminación.

Afirmación 10 - El aparato de la afirmación 9, donde el polarizador también incluye la primera y segunda regiones, donde la primera región suministra la primera rotación de la polarización y la segunda región provee la segunda rotación de la polarización que es diferente de la primera.

Afirmación 11 - El aparato de la afirmación 9, donde la primera y segunda rotación de la polarización difieren en aproximadamente noventa grados.

Afirmación 12 - El aparato de la afirmación 1, donde la fuente de luz consiste en grupos de diodos que emiten luz (LEDs) distribuidos en un patrón selectivo que

define el plano del LED, iluminando la estructura enterrada con una luz difusa.

~~10/6/18~~

93 08

REQUISITOS NECESARIOS PARA PRESENTACION Y AGILIZACION DEL TRAMITE

	USUARIO	RADICADOR
PATENTE DE INVENCION ✓		
MODELO DE UTILIDAD	()	✓
- Indicación de que se solicita la concesión de una patente.	()	✓
- Datos de identificación del solicitante o de la persona que se presenta la solicitud.	()	✓
- Descripción de la invención.	()	✓
- Dibujos de ser estos pertinentes.	()	✓
- Comprobante de Pago de las tasas establecidas.	()	✓
COMPLETA ()		
INCOMPLETA ()	()	()
DISEÑO INDUSTRIAL ()		
- Indicación de que se solicita el registro de Diseño Industrial	()	()
- Datos de identificación del solicitante o de la persona que presenta la solicitud.	()	()
- Representación gráfica o fotográfica del Diseño Industrial o muestra del Material que incorpora el diseño.	()	()
- Comprobante de pago de las tasas establecidas	()	()
COMPLETA ()		
INCOMPLETA ()	()	()
ESQUEMA DE TRAZADO ()		
- Indicación de que solicita el registro de un Esquema de trazado.	()	()
- Datos de identificación del solicitante o de la persona que presenta La solicitud.	()	()
- Representación gráfica del esquema de trazado	()	()
- Comprobante de pago de las tasas establecidas.	()	()
COMPLETA ()		
INCOMPLETA ()	()	()

Firma Responsable:



Fecha:

84
94

REPUBLICA DE COLOMBIA
SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO

Bogotá,
2020

Doctor(a)
CADENA SARMIENTO JUAN PABLO

REFERENCIA	Radicación No.	5 91311	
	Solicitud internacional	US2004/005669	
	Fecha inicio fase nacional	11/10/2005	
	Trámite	11	
	Evento	379	
	Actuación	430	9499
	Oficio No.		

Como resultado del examen de forma, realizado con fundamento en el artículo 38 de la Decisión 486 de la Comisión de la Comunidad Andina, artículo 27 del Tratado de Cooperación en Materia de Patentes (PCT), regla 51 bis del Reglamento y Circular Única de la Superintendencia de Industria y Comercio, se le comunica que:

1. Si fuere el caso, el solicitante debe adjuntar la traducción de los anexos del reporte de examen preliminar internacional (Art. 36.2.b) del tratado PCT.
2. La solicitud no contiene la copia del documento en que consta la cesión del derecho a la patente del inventor al solicitante o a su causante. (Art. 26-k) Decisión 486.
3. La solicitud no contiene el poder debidamente otorgado, con el lleno de los requisitos exigidos por los artículos 63 y subsiguientes del Código de Procedimiento Civil. Adicionalmente, deberá presentar el documento que acredita la existencia y representación legal de la sociedad solicitante, cuando ésta fuere persona jurídica.
4. Debe aclarar el nombre del solicitante, por cuanto la publicación internacional difiere del petitorio presentado en fase nacional.

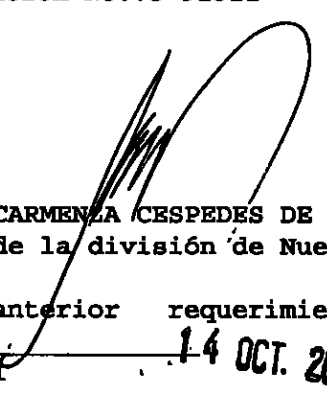
En cumplimiento de lo dispuesto por el artículo 39 de la Decisión 486, se le requiere para que dentro del término de dos meses siguientes a la fecha de notificación del presente oficio, complete los requisitos anteriormente enunciados. En caso de no dar cumplimiento al presente requerimiento, la solicitud se considerará abandonada y perderá su prelación.

Notifíquese el presente oficio conforme a lo dispuesto en el numeral 5.2, literal e), del capítulo quinto del título primero de la Circular Unica No.10 de 2001.

Continúa en la página siguiente...

REPUBLICA DE COLOMBIA
SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO

Radicación No.: 5 91311


ALIX CARMENZA CESPEDES DE VERGEL
Jefe de la división de Nuevas Creaciones

El anterior requerimiento fue notificado por fijación en lista de
fecha 14 OCT. 2005
adpall