

DOMANDA DI INVENZIONE NUMERO	10202000004237
Data Deposito	28/02/2020
Data Pubblicazione	28/08/2021

Classifiche IPC

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
A	61	B	8	12

Titolo

UNA SONDA ECOGRAFICA INDOSSABILE DA UN OPERATORE

Gaetano Ricignolo
a Firenze

UNA SONDA ECOGRAFICA INDOSSABILE DA UN OPERATORE

DESCRIZIONE

5 CAMPO TECNICO

[0001] La presente invenzione riguarda il settore delle apparecchiature ecografiche. Più in particolare, la presente invenzione riguarda perfezionamenti alle sonde ecografiche.

ARTE ANTERIORE

10 **[0002]** Tra le varie tecniche di diagnosi per immagini, l'ecografia ha assunto una importanza preminente, grazie alle molteplici applicazioni, alla gran mole di informazioni ricavabili dalle indagini ecografiche, ed alla non invasività dell'indagine.

[0003] Le apparecchiature ecografiche comprendono un'unità centrale che genera impulsi elettrici inviati ad una sonda ecografica, la quale presenta una cortina di elementi piezoelettrici. Questi, stimolati dagli impulsi elettrici ricevuti, emettono onde ultrasoniche che si propagano nei tessuti da indagare e che vengono riflesse in maniera diversa dalle varie strutture che le onde ultrasoniche incontrano nei tessuti. Gli stessi elementi piezoelettrici ricevono le onde ultrasoniche riflesse e le trasformano in segnali elettrici, che l'unità centrale elabora per ricostruire una immagine dei tessuti indagati.

15
20

[0004] Sono state ideate molte differenti sonde ecografiche, con strutture diverse e varie band e di frequenza, in funzione della destinazione d'uso. In via esemplificativa e non esaustiva, a seconda del distretto da studiare sono state realizzate in particolare sonde lineari, convex, e phased array. Da queste tipologie base, sono state sviluppate altre sonde particolari, quali, sonde micro-convex, tridimensionali, endocavitarie (ad esempio endo-vaginali o endo-rettali), endoscopiche, transesofagee, etc.

25

[0005] In ciascuna di queste sonde gli elementi piezoelettrici sono disposti secondo una cortina di forma corrispondente al tipo di sonda. Nel presente contesto per "cor-

tina” si intende una qualunque disposizione spaziale degli elementi piezoelettrici, denominati talvolta anche cristalli piezoelettrici.

5 [0006] La sonda presenta un’impugnatura, nella quale sono disposti gli elementi piezoelettrici, i quali sono collegati ad un amplificatore a basso rumore, alloggiato nella sonda. Questo è a sua volta collegato, in modo cablato o wireless, ad un’unità centrale dell’ecografo.

10 [0007] Le sonde ecografiche attualmente conosciute sono tendenzialmente molto ingombranti e rigide, e costringono l’ecografista ad operare in condizioni sfavorevoli e non sempre idonee alla perfetta rilevazione delle strutture biologiche che l’ecografista desidera visualizzare.

[0008] Esiste pertanto l’esigenza di realizzare sonde ecografiche, cioè trasduttori ecografici, che superino in tutto o in parte i limiti e gli inconvenienti delle sonde dell’arte corrente.

SOMMARIO DELL’INVENZIONE

15 [0009] Per ottenere una migliore maneggevolezza della sonda ecografica e per conseguire una molteplicità di vantaggi e funzioni ulteriori non consentite dalle sonde dell’arte corrente, viene prevista una sonda ecografica comprendente almeno una
20 cortina di elementi piezoelettrici applicati ad un organo di accoppiamento, il quale forma un’interfaccia atta ad accoppiare in maniera removibile la sonda ad una porzione anatomica di un operatore. In pratica, l’organo di accoppiamento è configurato in modo tale che la sonda rimane applicata ad una parte anatomica dell’operatore, cioè dell’ecografista o del medico, senza necessità di un’azione prensile da parte di quest’ultimo. In tal senso l’organo di accoppiamento è configurato per consentire alla
25 sonda di essere indossata dall’operatore. La sonda non è più una sonda impugnabile dall’operatore, come quelle dell’arte corrente, bensì diviene una sonda indossabile, cioè che non richiede un’azione muscolare dell’operatore per essere tenuta.

[0010] In altri termini, la sonda ecografica comprendente almeno una cortina di elementi piezoelettrici è sagomata per essere indossata da un operatore, così che la cortina di elementi piezoelettrici rimane vincolata ad una porzione anatomica

dell'operatore senza che l'operatore eserciti un'azione prensile sulla sonda.

[0011] La parte anatomica cui la sonda viene applicata è tipicamente l'estremità di un dito dell'operatore, cioè la falange distale. A tale scopo l'organo di accoppiamento è sagomato ad esempio in forma di ditale, per essere inserito sulla falange distale di un dito dell'operatore.

[0012] Tipicamente, in vantaggiose forme di realizzazione l'organo di accoppiamento ha una cavità per l'inserimento della falange distale dell'operatore e una cortina di elementi piezoelettrici disposti per emettere e ricevere onde ultrasoniche esternamente rispetto alla cavità. La cavità può essere opportunamente rivestita in materiale cedevole, cioè deformabile in maniera plastica o elastica ed atto ad adattarsi alla forma della falange distale dell'operatore. In questo modo la sonda può essere calzata in maniera stabile sulla falange distale del dito dell'ecografista, adattandosi alla conformazione anatomica di questo. La stessa sonda può così essere utilizzata anche da differenti operatori. L'interfaccia formata dal materiale cedevole consente di bloccare, in maniera tuttavia facilmente reversibile, la sonda sulla falange distale dell'operatore, così che la sonda non si muova rispetto al dito durante il suo utilizzo. La sonda può poi essere facilmente sfilata dal dito al termine del suo utilizzo.

[0013] In forme di realizzazione qui descritte, la cortina di elementi piezoelettrici è collegata ad un blocco di conversione e amplificazione tramite conduttori di collegamento, in modo tale che il blocco di conversione e amplificazione può essere disposto in una posizione distante, o comunque separata, rispetto alla posizione della cortina di elementi piezoelettrici. Questo consente di miniaturizzare la parte attiva della sonda, cioè quella che contiene i trasduttori (elementi o cristalli piezoelettrici) che generano le onde ultrasoniche e raccolgono le onde ultrasoniche riflesse dalle strutture sotto indagine.

[0014] In tale modo si può miniaturizzare gli elementi piezoelettrici e inserirli in un componente facilmente indossabile dall'operatore sulla falange distale di un dito della mano.

[0015] Il blocco di conversione e amplificazione può essere associato ad un applicatore configurato per fissare il blocco di conversione e amplificazione al braccio,

all'avambraccio o al polso dell'operatore, ad esempio. L'applicatore può essere configurato in forma di bracciale o in qualunque altro modo idoneo. Non si esclude la possibilità che il blocco di conversione e amplificazione sia supportato da una struttura esterna, anziché sul corpo dell'operatore, benché tale soluzione sia al momento
5 meno preferita perché

[0016] Benché in forme di realizzazione preferite la sonda sia integrata in un organo a forma di ditale o di guaina da indossare su un dito, con la possibilità di coprire poi la mano dell'operatore con un guanto, eventualmente sterile, non si esclude la possibilità di realizzare una sonda direttamente integrata in un guanto, in cui possono
10 essere integrati anche i conduttori di collegamento al blocco di conversione e amplificazione ed eventualmente il blocco stesso.

[0017] La sonda qui descritta viene indossata dall'ecografista, in modo che questo conserva sostanzialmente l'intera mobilità della mano, che non richiede di esercitare una funzione prensile sulla sonda. La posizione della sonda sull'estremità del dito
15 permette all'operatore di raggiungere con la cortina di elementi piezoelettrici zone anatomiche altrimenti non raggiungibili con le sonde tradizionali. Questo permette di raggiungere distretti altrimenti non raggiungibili.

[0018] Inoltre, l'applicazione della sonda sull'estremità del dito dell'operatore permette di eseguire contestualmente l'indagine ecografica e la palpazione, quando
20 questa è richiesta ad esempio a fini diagnostici.

[0019] In via del tutto esemplificativa e non esaustiva si elencano qui di seguito applicazioni consentite dalla sonda della presente invenzione e non permesse dalle sonde tradizionali, alcune delle quali in concomitanza ad interventi chirurgici: studio ecografico del cavo orale (lingua, pavimento, guancia, palato, ghiandole salivari mi-
25 nori); studio agile e completo dei recessi profondi intra-addominali in sede intra-chirurgica e studio fine degli organi (pancreas, fegato, milza, reni, retroperitoneo, linfonodi, peritoneo, surreni, prostata, vescichette seminali, utero, annessi, scavo del Douglas); chirurgia del collo; chirurgia toracica (studio fine di pleure, diaframmi, polmone e bronchi).

[0020] Come verrà descritto in seguito con riferimento ad alcune forme realizzati-

ve, più sonde possono essere indossate simultaneamente su dita diverse della mano dell'ecografista, per consentire l'acquisizione di più informazioni, ad esempio anche per acquisire immagini tridimensionali.

5 [0021] La sonda qui descritta può essere ulteriormente perfezionata utilizzando una connessione wireless tra la sonda e l'apparato ecografico vero e proprio, eliminando vincoli fisici tra l'operatore e l'apparecchio ecografico. In tal modo si migliora ulteriormente l'ergonomia della sonda e la praticità di utilizzo.

BREVE DESCRIZIONE DEI DISEGNI

10 [0022] L'invenzione verrà meglio compresa seguendo la descrizione e gli allegati disegni, che illustrano una forma di realizzazione esemplificativa e non limitativa dell'invenzione. Più in particolare, nel disegno mostrano:

la Fig.1 una vista schematica di un'apparecchiatura ecografica con una sonda ecografica secondo la presente invenzione;

15 la Fig.2 una vista di dettaglio di una mano di un operatore che indossa una sonda ecografica secondo la presente invenzione;

la Fig.3 una sezione ingrandita e schematica della sonda di Fig.2;

la Fig. 4 un complesso di tre sonde secondo la presente invenzione, indossate su una mano di un operatore;

20 la Fig.5 un dettaglio in sezione di una struttura a guaina con una sonda secondo l'invenzione;

la Fig.6 una vista schematica di una mano che indossa una sonda della Fig.5 con sovrapposto un guanto monouso; e

la Fig.7 uno schema di una sonda ecografica integrata in un sistema comprendente un occhiale con funzioni di monitor.

25 DESCRIZIONE DETTAGLIATA

[0023] In Fig.1 è mostrato in modo schematico un apparecchio ecografico 1, cui è interfacciata una sonda ecografica dell'invenzione in una forma di realizzazione. L'apparecchio ecografico, di per sé noto, non verrà descritto in dettaglio. In termini generali esso comprende un'unità centrale 3 con un monitor 5. All'unità centrale 3
30 sono associati organi di comando e controllo dell'apparecchio ecografico 1.

[0024] L'apparecchio ecografico 1 comprende un'interfaccia di accoppiamento 7 per un cavo a bassa perdita 9, tramite il quale impulsi elettrici generati dall'apparecchio ecografico 1 vengono convogliati alla sonda ecografica. Più precisamente, il cavo a bassa perdita 9 è collegato ad un blocco di conversione e amplificazione 11, a sua volta collegato, tramite un cablaggio formato da conduttori di collegamento 13, alla sonda ecografica 15. In pratica, il cablaggio può comprendere un conduttore o fibra per ciascun elemento piezoelettrico, in modo che ad ogni elemento piezoelettrico può essere alimentato un impulso di eccitazione e da ogni elemento piezoelettrico può essere raccolto un segnale elettrico generato dalle onde ultrasoniche riflesse.

[0025] Il collegamento tra la sonda 15 e l'apparecchio ecografico 1 vero e proprio serve sia a trasmettere gli impulsi generati dall'unità di controllo 3 alla sonda 15, sia a trasmettere i segnali elettrici generati dalla sonda verso l'unità di controllo 3.

[0026] In forme di realizzazione più avanzate, non mostrate, il collegamento tra il blocco di conversione e amplificazione 11 e l'apparecchio ecografico 1 può essere senza cavo (wireless) e può essere realizzato ad esempio tramite una connessione Wi-Fi o Bluetooth.

[0027] Nelle sonde tradizionali, i componenti 11, 13 e 15 sono tutti integrati in un unico manipolo che forma anche l'impugnatura della sonda. Nella forma di realizzazione qui illustrata, viceversa, la sonda vera e propria, indicata con 15, è di dimensioni molto ridotte rispetto alle sonde dell'arte corrente, e si trova applicata alla falange distale di un dito dell'operatore. Nell'esempio illustrato, la sonda 15 è applicata sulla falange distale del dito indice dell'operatore.

[0028] A tale scopo, in alcune forme di realizzazione, come mostrato in particolare nella sezione ingrandita di Fig.3, la sonda 15 comprende una cortina di elementi piezoelettrici, schematicamente indicati con 17, solidali ad un organo di accoppiamento 19. Tale organo di accoppiamento è configurato per formare un'interfaccia che permette all'operatore di indossare la sonda 15. In particolare, nella forma di realizzazione illustrata l'organo di accoppiamento 19 ha la forma di un ditale, al cui interno si inserisce la falange distale di un dito D dell'operatore, nel caso specifico il dito indice. L'organo di accoppiamento 19 presenta, pertanto, una cavità interna in cui si

inserisce l'estremità del dito, la quale cavità interna può essere vantaggiosamente rivestita in un materiale elasticamente o plasticamente deformabile, per adattare la sonda 15 alla forma anatomica dell'estremità del dito dell'operatore. Ad esempio, l'organo di accoppiamento può presentare una parete esterna rigida o semi-rigida, alla quale sono fissati gli elementi piezoelettrici 17. La parete rigida esterna può formare una cavità interna rivestita in materiale cedevole, ad esempio in una gomma naturale o sintetica, una resina espansa o simile. In alternativa, l'interno organo di accoppiamento può essere realizzato in materiale deformabile, preferibilmente in maniera elastica, il quale forma un ditale o cappuccio applicabile alla falange distale del dito dell'operatore.

[0029] Con questa configurazione, in sostanza la sonda viene indossata dall'operatore, come un ditale.

[0030] Mentre l'organo di accoppiamento 19 può essere almeno in parte deformabile, per adattarsi alla forma del dito dell'operatore, la cortina 17 di elementi piezoelettrici è rigida, in modo tale che la posizione relativa dei singoli elementi piezoelettrici rimanga invariata quando la sonda 15 viene indossata dall'operatore. Nella forma di realizzazione illustrata la cortina 17 di elementi piezoelettrici è posizionata circa al vertice dell'organo di accoppiamento 19, cioè in corrispondenza della punta del dito. Questa posizione può essere vantaggiosa e preferita, ma non è l'unica possibile. Ad esempio, la cortina 17 di elementi piezoelettrici può essere applicata all'organo di accoppiamento in modo da disporsi in corrispondenza del polpastrello dell'operatore, quando questo indossa la sonda 15. In generale, la cortina 17 di elementi piezoelettrici è montata sull'organo di accoppiamento in modo da emettere onde ultrasoniche verso l'esterno e ricevere onde ultrasoniche riflesse dalle strutture biologiche esterne alla sonda 15.

[0031] Nel disegno allegato (Fig.3) la cortina di elementi piezoelettrici emette frontalmente, cioè il fronte d'onda si propaga dalla punta del dito dell'operatore. In altre forme di realizzazione la cortina di elementi piezoelettrici può essere configurata in modo da emettere lateralmente. Ad esempio la cortina di elementi piezoelettrici 17, pur rimanendo nella posizione illustrata in Fig.3, può emettere un fronte d'onda che si propaga davanti al polpastrello del dito su cui è indossata la sonda. In questo modo

è possibile, ad esempio, ruotare il fascio ultrasonico semplicemente ruotando il dito ed eseguire operazioni di scansione simili a quelle effettuate da alcune sonde note che sono in grado ruotare il fronte di emissione e ricezione delle one ultrasoniche attorno ad un asse.

5 **[0032]** Il blocco di conversione e amplificazione 11 può essere associato ad un applicatore 21 che consente di fissare il blocco di conversione e amplificazione 11 al polso, all'avambraccio o in altro punto del corpo dell'operatore. Nella forma di realizzazione illustrata l'applicatore 21 è in forma di un bracciale, ad esempio elastico, fissabile al polso dell'operatore. In questo modo, le fibre o conduttori 13 e il blocco
10 di conversione e amplificazione non intralciano il lavoro dell'operatore.

[0033] Per praticità e per motivi di igiene, sopra la sonda 15, i conduttori 13 ed eventualmente anche a copertura dell'applicatore 21 può essere indossato un guanto 25. Quest'ultimo può essere in lattice o in qualunque altro materiale idoneo. In alcune applicazioni può essere utile o necessario che il guanto 25 sia monouso e che sia
15 sterile, ad esempio quando la sonda ecografica è usata durante un intervento chirurgico, anziché in una visita ambulatoriale, dove la sterilità del guanto non è necessaria.

[0034] Per un migliore accoppiamento acustico e una più efficiente trasmissione delle onde ultrasoniche, tra la cortina 17 di elementi piezoelettrici e l'interno del
20 guanto 25, nonché sulla superficie esterna del guanto 25, in corrispondenza della cortina 17 di elementi piezoelettrici, può essere applicato un gel, analogamente a quanto viene effettuato con le sonde tradizionali, con le quali il gel è applicato tra la sonda e il corpo del paziente.

[0035] In forme di realizzazione alternative, il guanto 25 può essere integrato con la
25 sonda ecografica 15, i conduttori 13 ed eventualmente il blocco di conversione e amplificazione 11. Tale soluzione, peraltro, è attualmente meno preferita per una serie di ragioni. In primo luogo non consente una realizzazione sterile e monouso. In secondo luogo obbliga a realizzare sonde integrate in guanti per operatori destri e mancini. Inoltre, rende necessaria la realizzazione di sonde integrate in guanti di differenti
30 tagli.

- 5 [0036] Nella forma di realizzazione sin qui descritta con riferimento alle Figg. 1 a 3 è prevista una singola sonda 15 applicata alla falange distale di un solo dito (nell'esempio il dito indice D della mano destra M) di un operatore. Tuttavia, questa non è l'unica configurazione possibile. In Fig. 4 è schematicamente mostrato come un operatore possa indossare simultaneamente un maggior numero di sonde ecografiche 15, indossate sulle falangi distali di più dita della stessa mano. Non si esclude la possibilità di indossare anche una o più sonde su entrambe le mani. Nell'esempio illustrato in Fig. 4 sono previste tre sonde indossate sulle falangi distali del dito pollice, indice e medio.
- 10 [0037] Questa molteplicità di sonde indossate sulla singola mano dell'operatore consente di acquisire immagini tridimensionali particolarmente ricche di informazioni, interfacciando le tre sonde ecografiche 15 all'apparecchio ecografico 1 e controllandole in maniera coordinata.
- 15 [0038] Le varie sonde indossate su una mano possono essere collegate ad un singolo blocco di conversione e amplificazione 11, oppure a una pluralità di blocchi di conversione e amplificazione 11, ad esempio in numero pari al numero delle sonde utilizzate.
- 20 [0039] Le Figg. 5 e 6 mostrano una ulteriore forma di realizzazione di una sonda secondo l'invenzione. Parti uguali o equivalenti a quelle della forma di realizzazione descritta con riferimento alle Figg. 1 a 4 sono indicate con gli stessi numeri di riferimento. La sonda 15 presenta in questo caso una cortina 17 di elementi piezoelettrici applicata all'estremità distale di una guaina flessibile 31, che è configurata per essere calzata su un dito D di un operatore. La guaina flessibile 31 costituisce un organo di accoppiamento formante l'interfaccia per accoppiare la sonda al dito dell'operatore.
- 25 [0040] In alcune forme di realizzazione la guaina flessibile 31 può essere di lunghezza tale da coprire due o tre falangi del dito D e la sua flessibilità consente all'operatore di piegare e distendere il dito D secondo le necessità operative.
- 30 [0041] Nella guaina flessibile 31 possono essere contenuti i conduttori 13 che collegano gli elementi piezoelettrici della cortina 17 al blocco di conversione e amplificazione 11 (Fig.6).

5 [0042] In alcune forme di realizzazione la guaina flessibile 31 può essere realizzata in una struttura a più strati. Un primo strato più interno può formare la superficie di interfaccia con il dito dell'operatore e un secondo strato, posto esternamente al primo, può accogliere i conduttori 13 che collegano gli elementi piezoelettrici al blocco di conversione e amplificazione 11.

10 [0043] La guaina flessibile 31 consente di distribuire i conduttori 13 attorno ad un volume circondante la cavità interna della guaina in cui l'operatore inserisce il dito. In questo modo è possibile disporre in maniera ottimale una pluralità di conduttori 13, i quali possono poi essere raccolti in un cavo unico che prosegue lungo il dorso della mano fino al blocco di conversione e amplificazione 11, applicato ad esempio al polso.

[0044] L'operatore può indossare una singola sonda 15 o più sonde, inserendo le rispettive guaine flessibili 31 sulle dita D della mano.

15 [0045] Per tenere in posizione corretta la sonda 15, la guaina flessibile 31, i conduttori 13 e il blocco di conversione e amplificazione 11, l'operatore può indossare un guanto 25, vantaggiosamente monouso. Il guanto può essere sterile se l'applicazione specifica lo richiede, ad esempio se la sonda ecografica viene utilizzata nel corso di un intervento chirurgico. A tale proposito giova rilevare che la struttura della sonda secondo la presente invenzione è particolarmente vantaggiosa per impieghi durante
20 gli interventi operatori.

[0046] La sonda ecografica descritta può essere integrata in un sistema ulteriormente perfezionato, comprendente un occhiale a realtà aumentata, in cui viene riportata l'immagine ecografica che l'operatore può vedere direttamente senza necessità di ricorrere al monitor dell'ecografo. Un sistema di questo tipo è schematicamente rappresentato in Fig.7, in cui numeri uguali indicano parti uguali o equivalenti a quelle della Fig.1. In Fig.7 è indicato schematicamente un occhiale 50 a realtà aumentata, che può essere collegato tramite una connessione radio, cioè una connessione wireless, con l'ecografo 1. In Fig.7 anche la sonda ecografica è collegata all'apparecchio ecografico 1 tramite una connessione wireless, cioè via radio.

30 [0047] In ulteriori forme di realizzazione, il sistema può comprendere anche un se-

condo guanto (non mostrato), ad esempio per la mano sinistra, informatizzato, per lavorare su una tastiera virtuale.

Gaetano Ricignolo
a Firenze

UNA SONDA ECOGRAFICA INDOSSABILE DA UN OPERATORE

Rivendicazioni

- 5 1. Una sonda ecografica comprendente almeno una cortina di elementi piezoelettrici applicati ad un organo di accoppiamento, il quale forma un'interfaccia atta ad accoppiare in maniera removibile la sonda ad una porzione anatomica di un operatore, così che la sonda può essere indossata dall'operatore.
2. La sonda ecografica della rivendicazione 1, in cui l'organo di accoppiamento è sagomato per essere applicato a un dito di un operatore.
- 10 3. La sonda ecografica della rivendicazione 2, in cui l'organo di accoppiamento ha una forma a ditale, con una cavità per l'inserimento di una falange distale dell'operatore e una cortina di elementi piezoelettrici disposti per emettere e ricevere onde ultrasoniche esternamente rispetto alla cavità.
- 15 4. La sonda ecografica della rivendicazione 3, in cui la cavità è rivestita in materiale cedevole, atto ad adattarsi alla forma della falange distale dell'operatore.
5. La sonda ecografica di una o più delle rivendicazioni 2 a 4, in cui la cortina di elementi piezoelettrici è applicata in prossimità di un vertice dell'organo di accoppiamento.
- 20 6. La sonda ecografica di una o più delle rivendicazioni precedenti, comprendente una pluralità di conduttori di collegamento tra la cortina di elementi piezoelettrici e un blocco di conversione e amplificazione; in cui detto blocco di conversione e amplificazione è dotato di un applicatore, atto ad applicare il blocco di conversione e amplificazione ad un organo di supporto, preferibilmente una porzione anatomica
- 25 dell'operatore, differente dalla porzione anatomica cui è fissata la cortina di elementi piezoelettrici.
7. La sonda ecografica della rivendicazione 6, in cui l'applicatore è configurato per fissare il blocco di conversione e amplificazione al braccio, all'avambraccio o

al polso dell'operatore.

8. La sonda ecografica di una o più delle rivendicazioni precedenti, in cui la cortina di elementi piezoelettrici e l'organo di accoppiamento sono integrati in una struttura a guaina flessibile o deformabile, atta ad avvolgere almeno parzialmente un
5 dito dell'operatore.

9. La sonda ecografica della rivendicazione 8, in cui nella struttura a guaina sono integrati conduttori di collegamento della cortina di elementi piezoelettrici ad un blocco di conversione e amplificazione, applicabile all'arto dell'operatore in posizione prossimale rispetto al dito.

10 10. La sonda ecografica di una o più delle rivendicazioni precedenti, in cui la cortina di elementi piezoelettrici e l'organo di accoppiamento sono integrati in un guanto, nell'estremità distale di almeno un dito di detto guanto.

11. La sonda ecografica di una o più delle rivendicazioni precedenti, comprendente un collegamento wireless con un apparato ecografico.

15 12. Un sistema comprendente un apparecchio ecografico e una sonda ecografica come da una o più delle rivendicazioni precedenti.

13. Il sistema della rivendicazione 12, comprendente inoltre un occhiale per realtà aumentata, collegabile all'apparecchio ecografico, sul quale occhiale è resa disponibile un'immagine ecografica.

20 14. Il sistema della rivendicazione 12 o 13, in cui l'apparecchio ecografico è collegato ad almeno uno di detta sonda ecografica e detto occhiale per realtà aumentata tramite una connessione via radio.

15. Un dispositivo ecografico comprendente un guanto con una pluralità di diti, in cui in almeno uno di detti diti è integrata una sonda ecografica come da
25 una o più delle rivendicazioni 1 a 11.

16. Il dispositivo della rivendicazione 15 in cui più sonde ecografiche secondo una o più delle rivendicazioni 1 a 11 sono integrate in più diti del guanto.

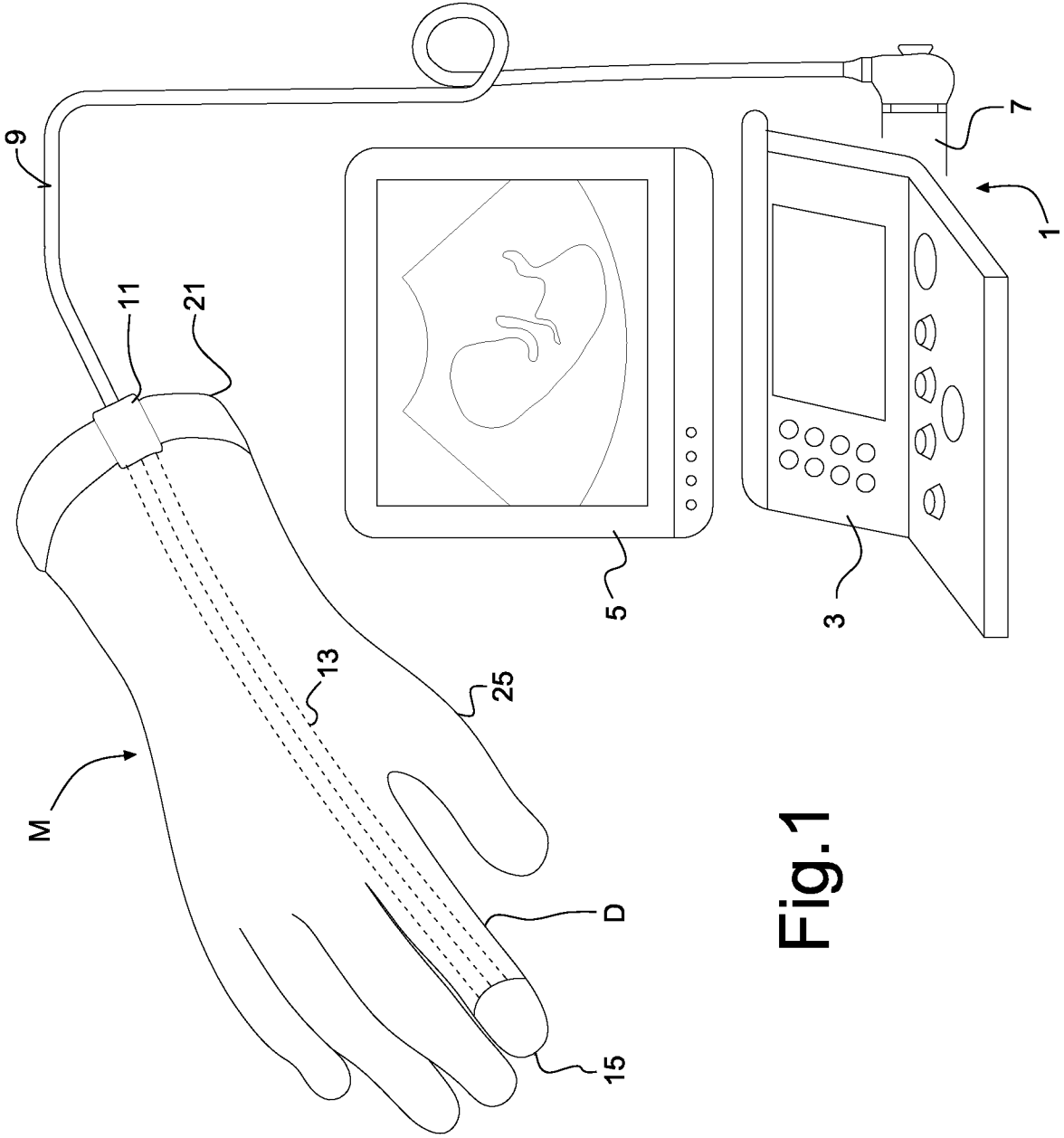


Fig.1

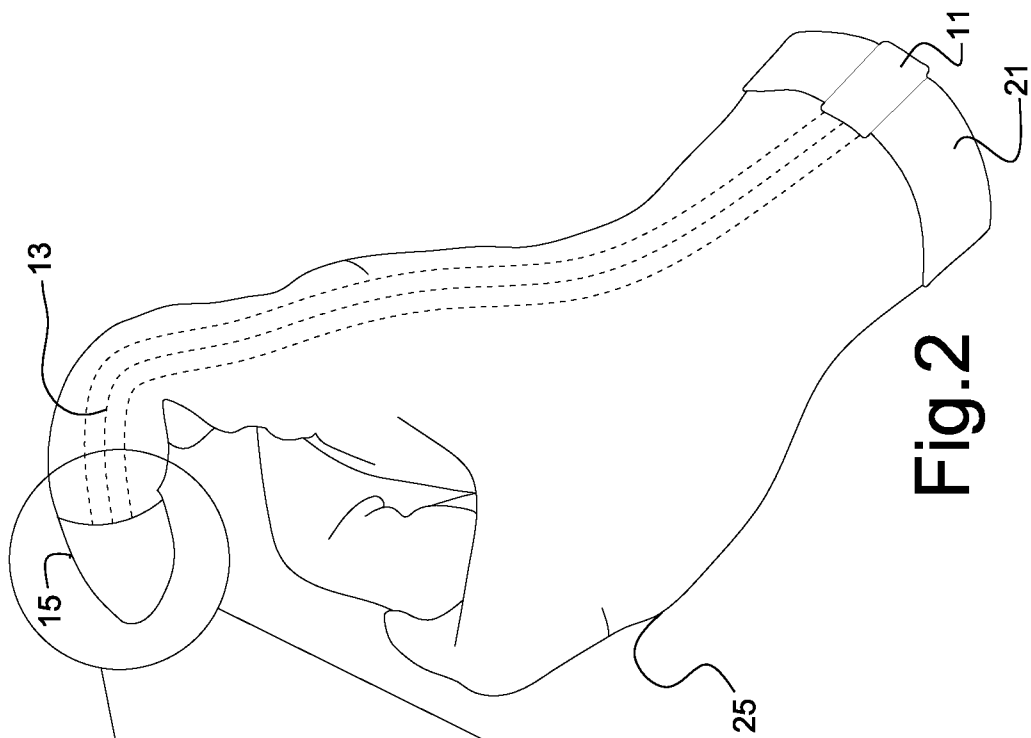


Fig. 2

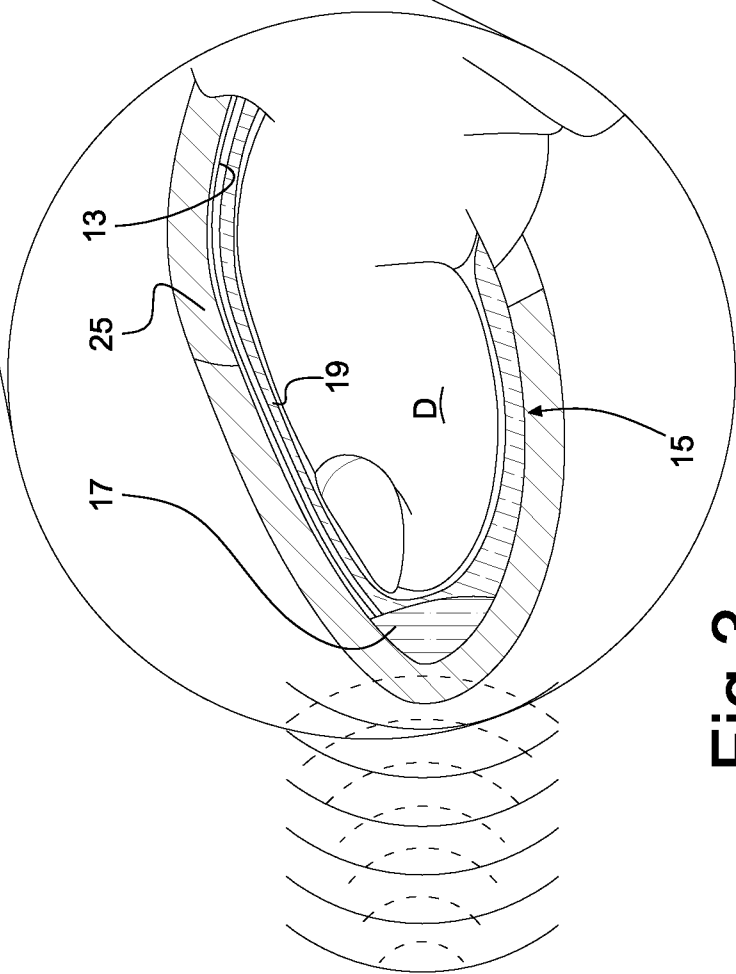


Fig. 3

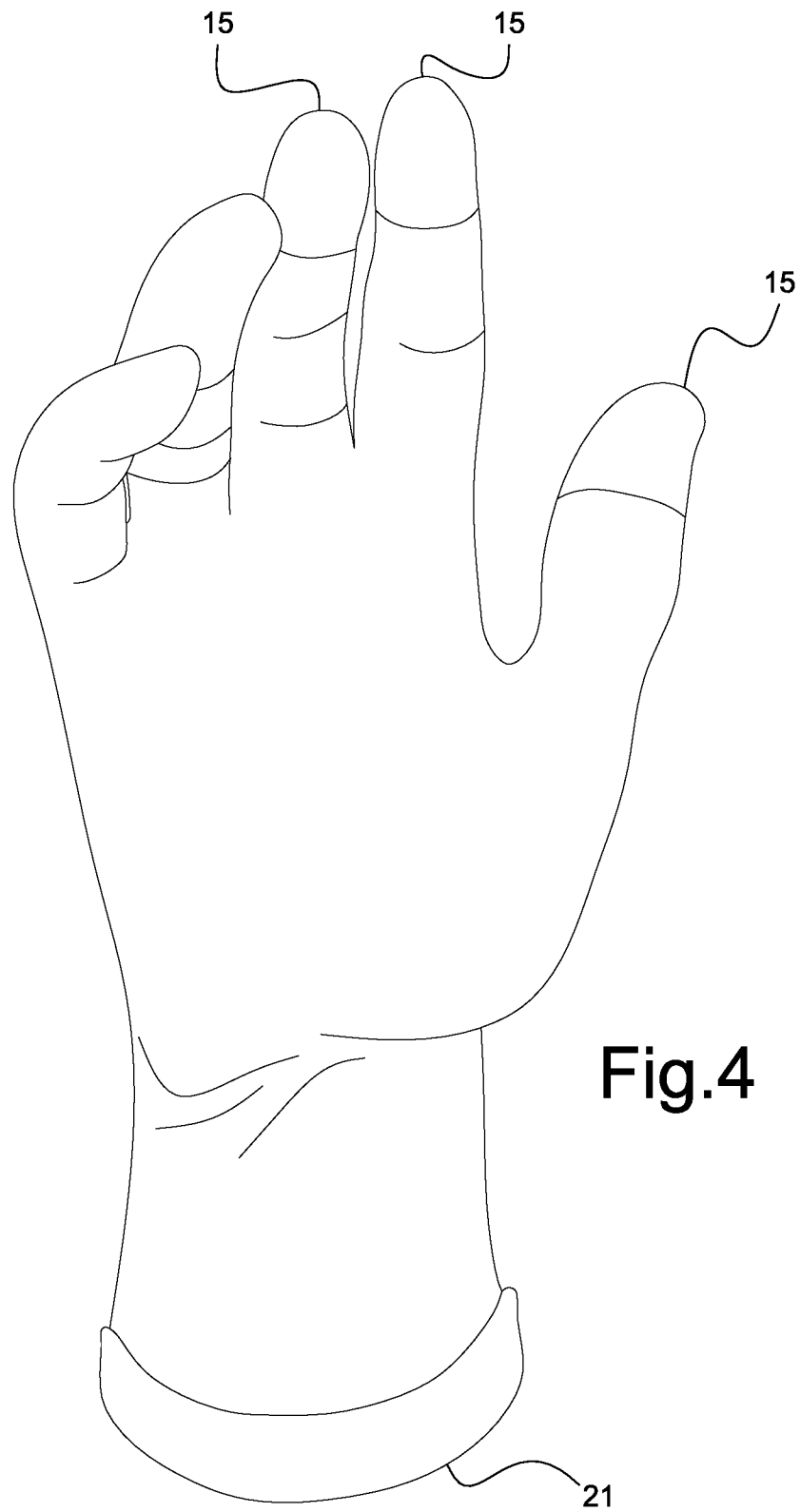


Fig.4

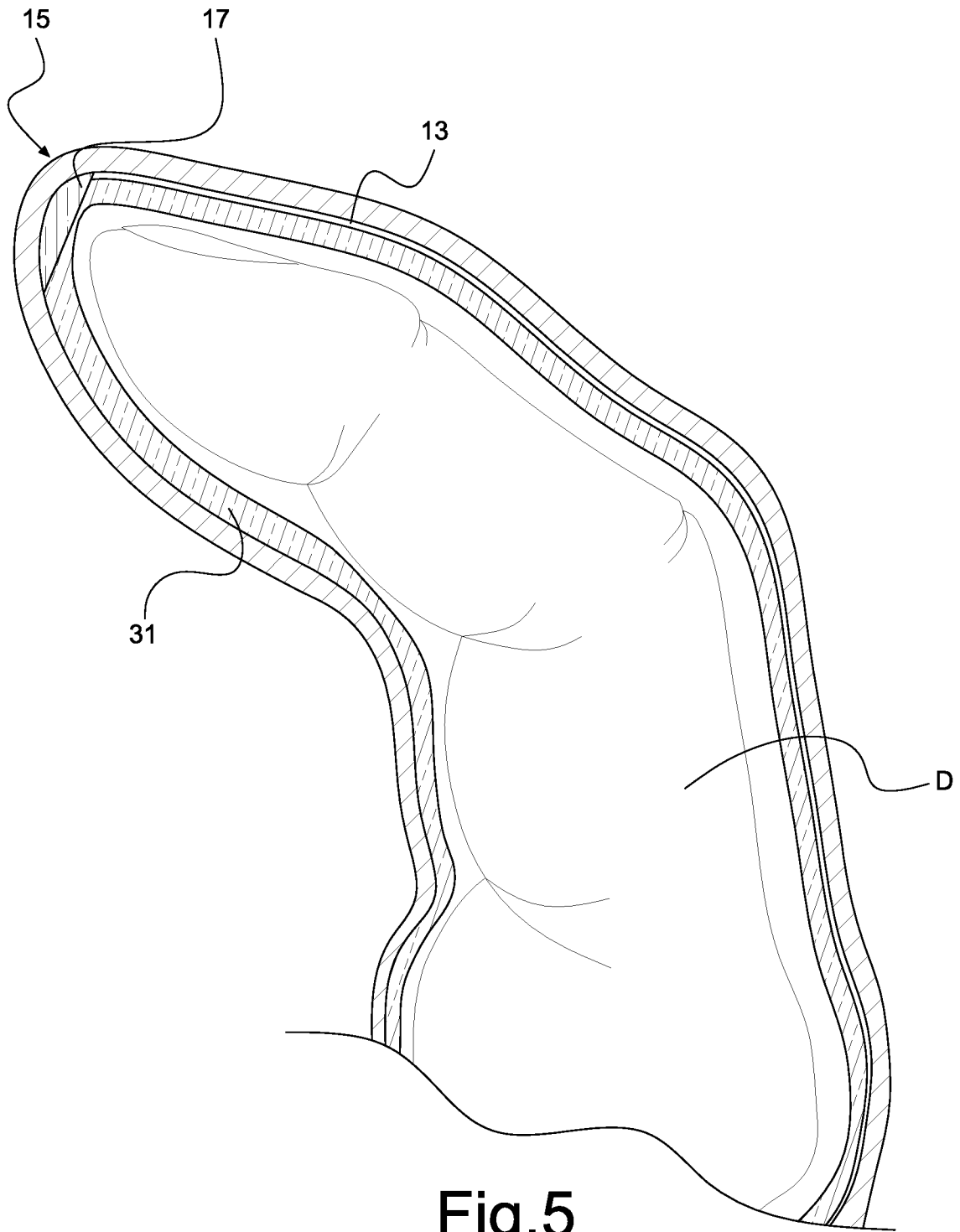


Fig.5

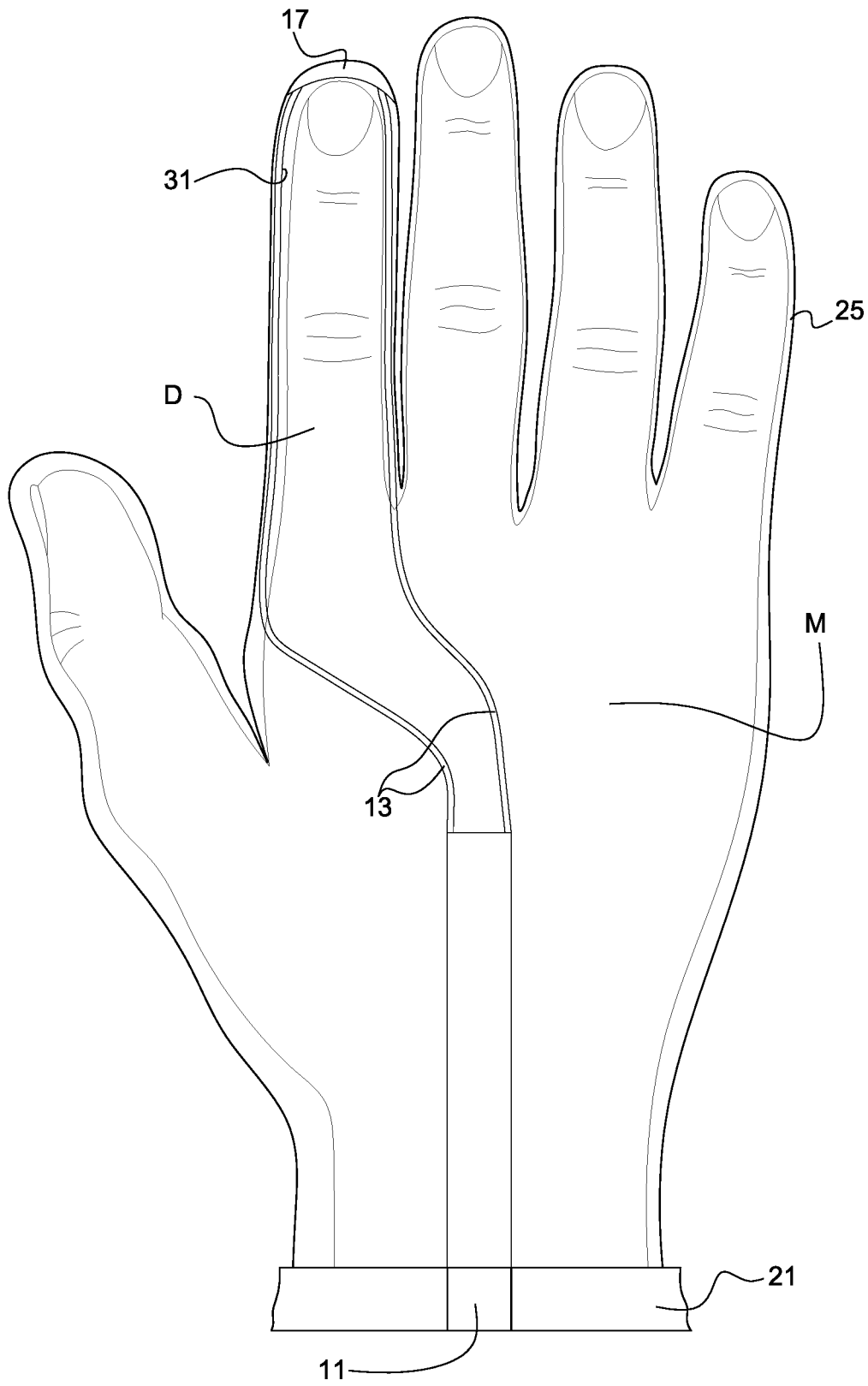


Fig.6

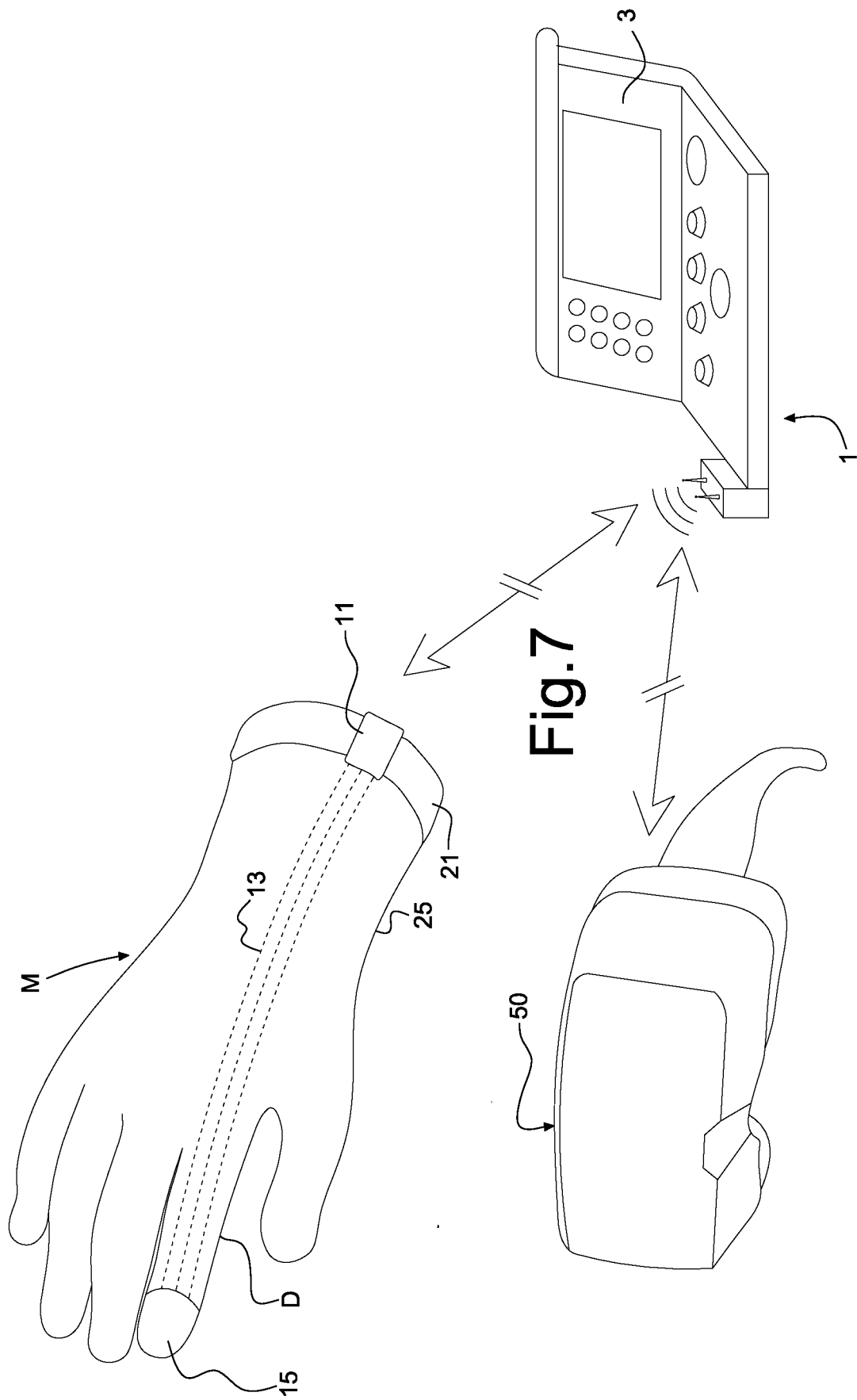


Fig. 7