



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107157480 A

(43)申请公布日 2017.09.15

(21)申请号 201710351821.3

(22)申请日 2017.05.18

(71)申请人 电子科技大学

地址 611731 四川省成都市高新区(西区)  
西源大道2006号

(72)发明人 刘国 张宝 罗勇

(74)专利代理机构 电子科技大学专利中心

51203

代理人 张杨

(51)Int.Cl.

A61B 5/05(2006.01)

A61B 5/00(2006.01)

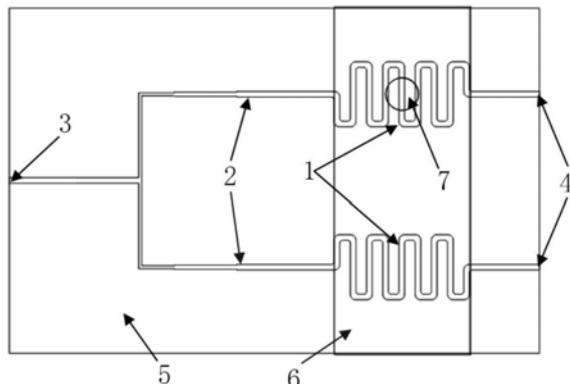
权利要求书1页 说明书3页 附图3页

(54)发明名称

一种具有参考特性的折叠微带线微波生物  
传感器

(57)摘要

该发明公开了一种具有参考特性的折叠微带线微波生物传感器,涉及微波生物医学传感器技术领域,具体地说是一种基于表面等离子体激元且具有参考特性的可用于皮肤恶性黑色素瘤、皮肤含水量检测的新型的微波生物传感器。该传感器利用微波在金属导体上产生的表面等离子体激元与人体皮肤组织的相互作用来检测区分正常皮肤与癌变组织或者不同性质皮肤的含水量。同时,该传感器采用折叠微带线结构且使检测结果具有可参考的特性。该微波生物传感器采用微波频段为5-13GHz,具有反射较小,插损平坦,相位均匀等特点,适合区分皮肤水分含量和恶性黑色素瘤。



1. 一种具有参考特性的折叠微带线微波生物传感器,该传感器包括:介质基板和位于介质基板上的微带线,所述微带线包括输入端、由输入端分支出的检测支路和参考支路,所述检测支路和参考支路结构相同且对称,检测支路和参考支路都包括:渐变阻抗匹配单元、周期性折叠微带线、输出端。

2. 如权利要求1所述的一种具有参考特性的折叠微带线微波生物传感器,其特征在于所述介质基板的材质为Rogers 5880,厚度为0.20mm;微带线厚度为0.10mm,宽度为0.53mm;周期性折叠微带线的折叠周期宽度为3.00mm,折叠高度为5.00mm,周期个数为4。

## 一种具有参考特性的折叠微带线微波生物传感器

### 技术领域

[0001] 本发明涉及微波生物医学传感器技术领域,具体地说是一种基于表面等离子体激元且具有参考特性的可用于皮肤恶性黑色素瘤、皮肤含水量检测的新型的微波生物传感器。

### 背景技术

[0002] 传感器起源于仿生研究。所有的生物都有感知周围环境或自身状态的器官或组织。生物医学传感器是指使用物理化学探测器来检测包含生物成分的分析物的设备。生物传感器发展至今主要包含酶传感器、组织传感器、微生物传感器、免疫传感器、细胞传感器及DNA传感器等。这类传感器都具有操作简单、迅速、准确、响应时间短以及灵敏度高等特点。目前生物传感器多利用被测定分子与固定在生物接收器上的敏感材料发生特异性结合,并发生生物化学反应,产生热焓变化、离子强度变化、颜色、质量以及PH值等变化等信号与被测分子存在的一一定的数学关系来获得生物信息。

[0003] 生物传感器是一个多学科交叉的高技术领域,微电子技术、微制造技术等为生物传感器打下了坚实的基础。随着生物科学、电子信息科学以及材料科学的发展,人们对生物传感器的灵敏度、成本以及操作繁易程度等提出了更高地要求。传统生物传感器主要包括生物分子的特异性识别、信号放大以及信号转换与处理。近年来,这些传统的思维逐渐被打破,一些新型的、高灵敏度的生物传感器渐渐出现在人们面前。特别地,随着纳米生物传感器以及表面等离子体激元等结构和概念的提出,国内外在生物传感器的研制方面取得了很大进展。纳米生物传感器是一种分析生物、生物衍生物或者仿生成分物质的设备。

[0004] 表面等离子体激元是金属表面区域内自由电子与光子相互作用形成的一种电磁表面波,在表面位置处的场强最大,垂直于界面方向上是指数衰减场。这种效应发生在真空和材料的接触面上,产生正介电常数或者负介电常数。利用表面等离子体激元概念可以设计出结构简单、灵敏度高、响应速度快的生物传感器。基于表面等离子体激元且具有参考特性的新型生物传感器是一种可用于皮肤恶性黑色素瘤、皮肤含水量检测的一种新型设备。检测过程中无需标记,对样品可实时监控且传感芯片可重复利用。

### 发明内容

[0005] 本发明针对背景技术的不足提出一种具有参考特性的折叠微带线微波生物传感器,解决现有技术中存在的需要标记、破坏试样、需要耗费较长的时间且不能重复利用等问题。

[0006] 本发明具体采用如下技术方案为一种具有参考特性的折叠微带线微波生物传感器,该传感器包括:介质基板和位于介质基板上的微带线,所述微带线包括输入端、由输入端分支出的检测支路和参考支路,所述检测支路和参考支路结构相同且对称,检测支路和参考支路都包括:渐变阻抗匹配单元、周期性折叠微带线、输出端。

[0007] 进一步的,所述截止基板的材质为Rogers 5880,厚度为0.20mm;微带线厚度为

0.10mm, 宽度为0.53mm; 周期性折叠微带线的折叠周期宽度为3.00mm, 折叠高度为5.00mm, 周期个数为4(即周期性折叠微带线总宽度12mm)。

[0008] 在这里渐变阻抗匹配单元和周期性折叠微带线在本发明中所起到的作用分别是: 阻抗匹配是为了减小传感器的插损, 使得微波可以有效地在微带线上传输; 周期性折叠微带线不经具有使微波聚集形成表面等离子体激元的功能, 而且还增加待测组织与传感器的接触面积使得表面等离子体激元可以更好的与人体皮肤组织相互作用。在检测过程中将检测支路中的周期性折叠微带线放置于待检测皮肤上, 参考支路的周期性折叠微带线放置于正常皮肤上, 通过分析两处周期性折叠微带线的电场分布情况判断出待检测皮肤的情况。

[0009] 本发明公开的一种具有参考特性的折叠微带线微波生物传感器; 该传感器利用微波在金属导体上产生的表面等离子体激元与人体皮肤组织的相互作用来检测区分正常皮肤与癌变组织或者不同性质皮肤的含水量。同时, 该传感器采用折叠微带线结构且使检测结果具有可参考的特性。该微波生物传感器采用微波频段为5-13GHz, 具有反射较小, 插损平坦, 相位均匀等特点, 适合区分皮肤水分含量和恶性黑色素瘤。

## 附图说明

- [0010] 图1具有参考特性的折叠微带线微波生物传感器结构图;
- [0011] 图2具有参考特性的折叠微带线微波生物传感器电场分布图;
- [0012] 图3相同条件下, 正常皮肤和带有癌症模型的皮肤所产生的电场分布图;
- [0013] 图4折叠微带线结构电场分布图;
- [0014] 图5距离生物传感器表面不同距离下, 带有癌症模型的皮肤所产生的损耗曲线;
- [0015] 图6正常皮肤和带有癌症模型的皮肤在具有参考特性的折叠微带线微波生物传感器下的S<sub>21</sub>曲线分布图;
- [0016] 图7具有参考特性的折叠微带线微波生物传感器在待测皮肤组织位于不同位置处的分辨率分布图。
- [0017] 图中: 1. 周期性折叠微带结构, 2. 渐变阻抗匹配单元, 3. 输入, 4. 输出, 5. 介质基板, 6. 皮肤组织模型, 7. 癌变组织模型。

## 具体实施方式

[0018] 人体皮肤的复介电常数可由德拜弛豫方程给出:

$$[0019] \varepsilon_r = \varepsilon_{\infty} + \frac{A_p \cdot (\varepsilon_s - \varepsilon_{\infty})}{1 + j\omega\tau_p} + \frac{\sigma}{j\omega\varepsilon_0} \quad (1)$$

[0020] 其中,  $\varepsilon_s$ 、 $\varepsilon_{\infty}$ 分别为静态介电常数与光频介电常数,  $A_p$ 为极振幅,  $\tau_p$ 为介电弛豫时间,  $\sigma$ 为离子电导率,  $\varepsilon_0$ 为真空介电常数,  $\omega = 2\pi f$ 代表角频率。特别地, 表一给出了满足德拜方程的不同含水量的角质层、真皮层以及皮肤癌细胞的皮肤组织参数。

[0021] 表一 满足德拜方程的不同含水量皮肤组织参数

[0022]

皮肤组织	$\varepsilon_{\infty}$	$\varepsilon_s$	$A_p$	$\tau_p$ (ps)	$\sigma$ (S/m)
角质层 (0.2)	3.24	4.96	1.074	2.14	0.07

真皮层 (0.65)	5	36.55	0.946	6.07	2.60
真皮层 (0.7)	5.12	37.60	1.074	6.20	2.68
皮肤癌细胞 (0.816)	5.45	56.79	0.908	6.35	2.94

[0023] 表面等离子体激元波的传播常数 $k_{sp}$ 可由公式(2)可得出

$$[0024] k_{sp} = k_0 \sqrt{\frac{\epsilon_m \epsilon_t}{\epsilon_m + \epsilon_r}} \quad (2)$$

[0025] 式中,  $\epsilon_m$ 和 $\epsilon_r$ 分别为金属和介质的介电常数;  $k_0$ 为自由空间的波数。由公式(1)可知, 界面两侧介质的介电性能对电磁波场分布有很大的影响, 利用这一点可以设计出结构简单、灵敏度高、响应速度快的生物传感器, 检测过程中无需标记, 对样品可实时监控且传感芯片可重复利用。

[0026] 具体的, 如图1所示, 两路折叠微带线结构(1)上覆盖人体皮肤模型(6), 其中一个折叠微带线结构上含有皮肤癌组织(7), 另外一个为正常皮肤组织并用作对比。电磁波由(3)输入, 在沿微带线传播的过程中并均匀分为两路。在周期性折叠微带线处, 表面等离子体激元与皮肤模型相互作用。最后电磁波分别从(4)两个端口输出。图3、图4为该过程中的电场图的俯视图与左视图, 可以看出电磁波主要集中于微带线周围, 在金属带表面电场最强, 然后逐渐衰减。在表面等离子体激元与人体皮肤组织相互作用的过程中, 由于人体皮肤组织含有较多的水分, 会吸收电磁波的能量, 从而改变电磁波的传输及反射性能。图5所示为电磁波具微带线表面不同距离时, 皮肤癌组织对电磁波的吸收状况。容易发现, 距离微带线表面越近, 电磁波损耗的能量越多。皮肤或皮肤癌组织会对表面等离子体激元吸收, 而且不同含水量的皮肤组织以及皮肤与皮肤癌组织对电磁波的吸收是有差异的。我们发现, 这种差异具有很高的灵敏度, 如图7所示。我们通过传输系数来判断这两种差异, 通过对比两种不同含水量组织的 $S_{21}$ 参数, 如图6所示, 不同含水量组织或癌细胞的传输系数具有明显的差异, 证明方案可行。

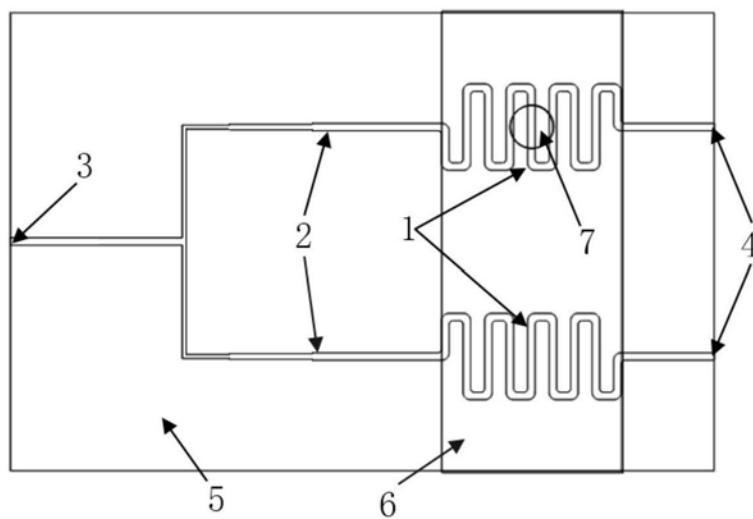


图1

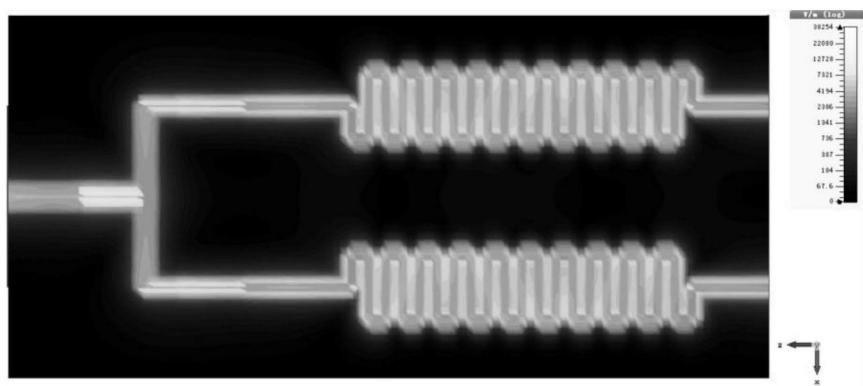


图2

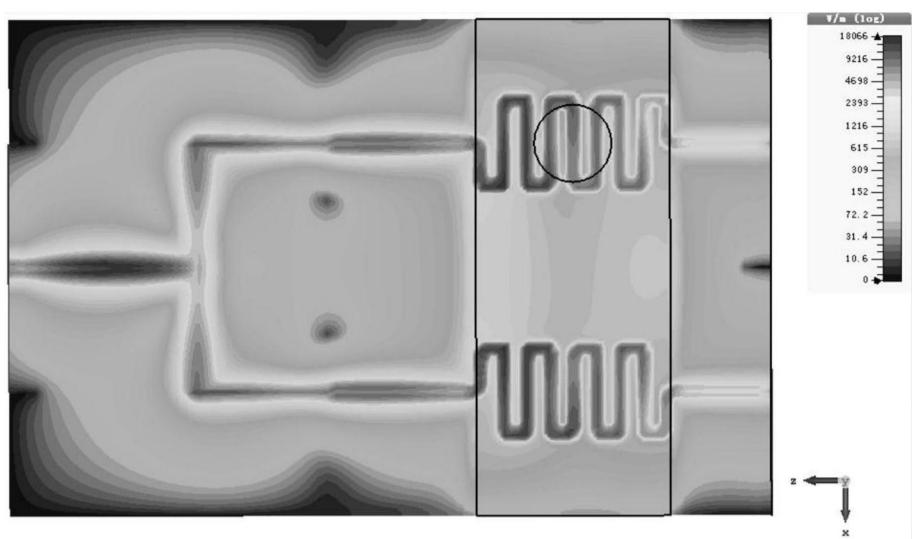


图3

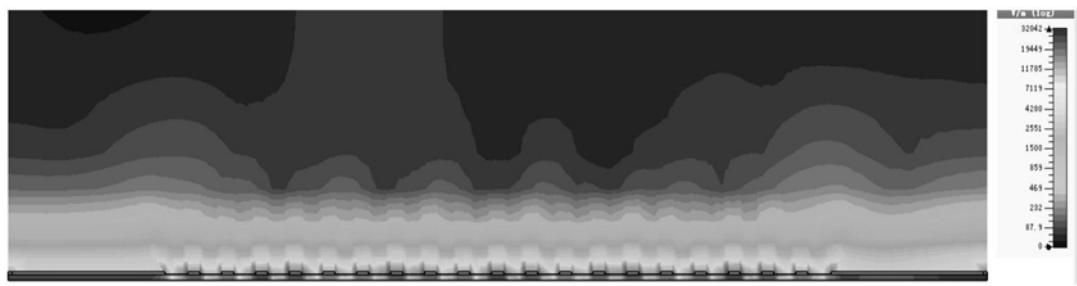


图4

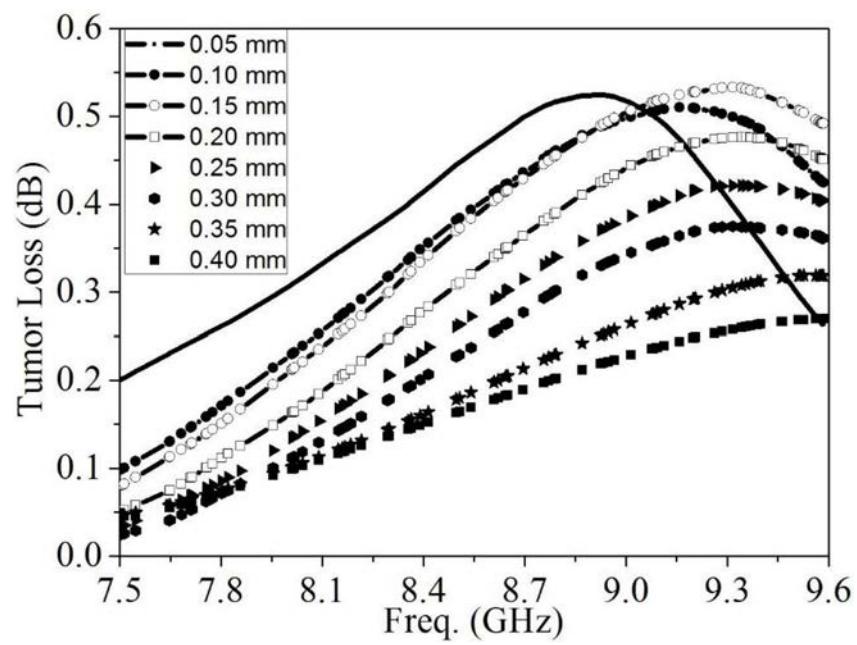


图5

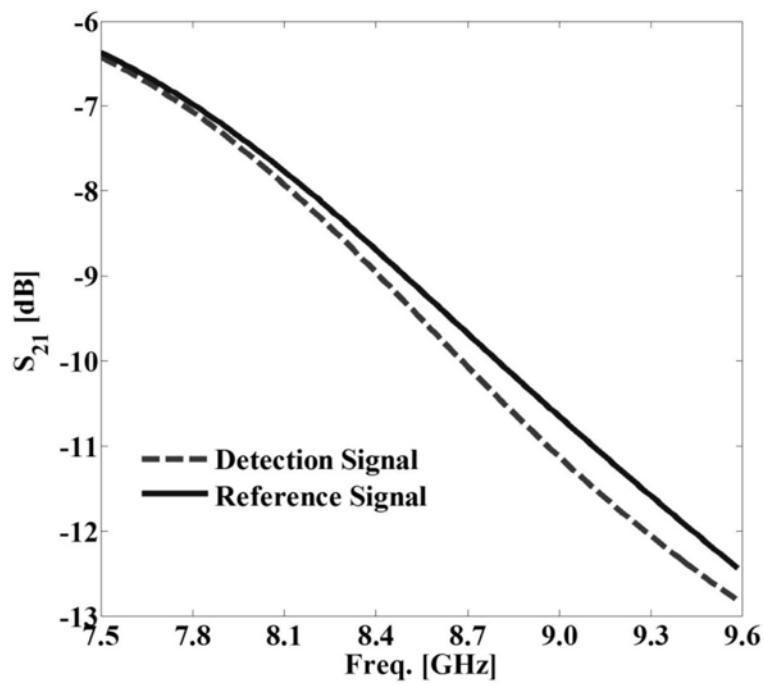


图6

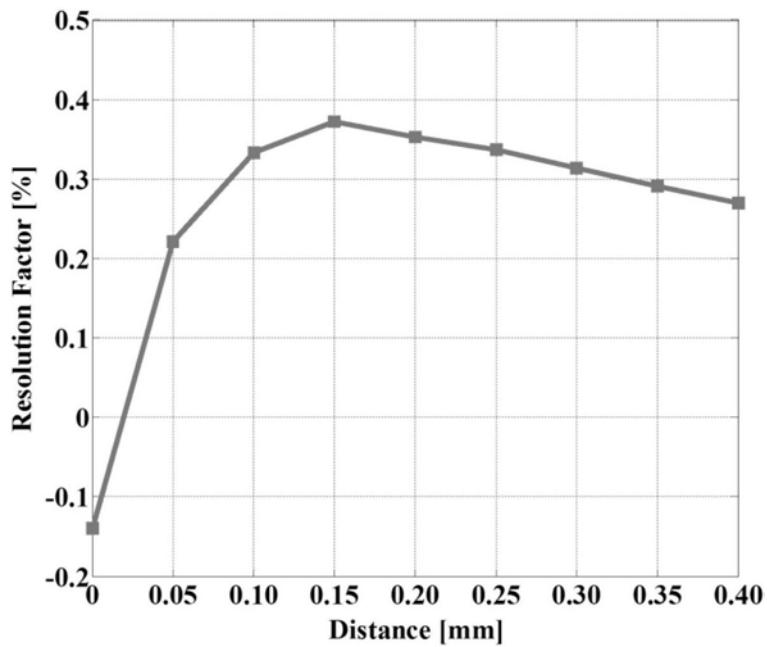


图7

专利名称(译)	一种具有参考特性的折叠微带线微波生物传感器		
公开(公告)号	<a href="#">CN107157480A</a>	公开(公告)日	2017-09-15
申请号	CN201710351821.3	申请日	2017-05-18
[标]申请(专利权)人(译)	电子科技大学		
申请(专利权)人(译)	电子科技大学		
当前申请(专利权)人(译)	电子科技大学		
[标]发明人	刘国 张宝 罗勇		
发明人	刘国 张宝 罗勇		
IPC分类号	A61B5/05 A61B5/00		
CPC分类号	A61B5/0507 A61B5/441 A61B5/443 A61B5/444		
代理人(译)	张杨		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a> <a href="#">Sipo</a>		

## 摘要(译)

该发明公开了一种具有参考特性的折叠微带线微波生物传感器，涉及微波生物医学传感器技术领域，具体地说是一种基于表面等离子体激元且具有参考特性的可用于皮肤恶性黑色素瘤、皮肤含水量检测的新型的微波生物传感器。该传感器利用微波在金属导体上产生的表面等离子体激元与人体皮肤组织的相互作用来检测区分正常皮肤与癌变组织或者不同性质皮肤的含水量。同时，该传感器采用折叠微带线结构且使检测结果具有可参考的特性。该微波生物传感器采用微波频段为5-13GHz，具有反射较小，插损平坦，相位均匀等特点，适合区分皮肤水分含量和恶性黑色素瘤。

