

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2009-109261

(P2009-109261A)

(43) 公開日 平成21年5月21日(2009.5.21)

(51) Int.Cl.		F I	テーマコード (参考)
GO 1 N	29/00 (2006.01)	GO 1 N 29/18	2 G O 4 7
HO 3 H	9/44 (2006.01)	HO 3 H 9/44	5 J O 9 7
HO 3 H	9/145 (2006.01)	HO 3 H 9/145	B
HO 3 H	9/25 (2006.01)	HO 3 H 9/25	A

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2007-280020 (P2007-280020)  
 (22) 出願日 平成19年10月29日(2007.10.29)

特許法第30条第1項適用申請有り 平成19年5月17日 電気学会電子回路技術委員会発行の「第36回EMシンポジウムの予稿集」に発表

(特許庁注：以下のものは登録商標)

1. Z I G B E E
2. B l u e t o o t h

(71) 出願人 800000080  
 タマティールオー株式会社  
 東京都八王子市旭町9番1号 八王子スクエアビル11階  
 (74) 代理人 100105131  
 弁理士 井上 満  
 (72) 発明者 疋田 光孝  
 東京都新宿区西新宿一丁目24番地2 工学院大学内  
 Fターム(参考) 2G047 AA01 BA04 BC02 CA01 CB03  
 EA15 EA17 GB17  
 5J097 AA01 AA09 AA21 AA29 AA35  
 BB01 BB07 CC17 GG02 KK09

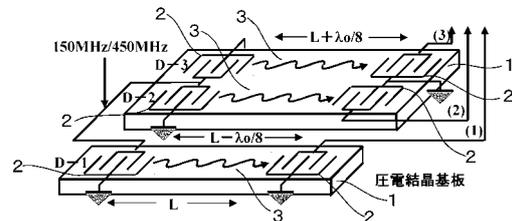
(54) 【発明の名称】 弾性表面波ガス・センサ装置

(57) 【要約】

【課題】 センサ・ネットワークのセンサ・ノードなどに採用可能な低消費電力、小型で、かつダイナミック・レンジの大きいSAWセンサを実現することにある。

【解決手段】 帰還型のSAW発振器を構成する従来型のセンサではなく、本発明はセンシングガスとは隔離されたSAW遅延線の遅延位相を基準に、測定ガスによるSAW遅延線の遅延位相の変化を評価する構成であり、これにより温度による変動分は互いに相殺されるため、考慮する必要はなくなる。また、測定用の周波数信号は、ZigBeeなどのセンサ・ネットワークで用いる周波数信号の分周と通倍によって生成するため、外部回路等が大幅に簡略化され、低消費電力化、装置の小型化が図れる。

【選択図】 図4



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

温度に対しては同一条件の 2 ケ以上の弾性表面波素子よりなる弾性表面波ガス・センサ装置であり、一方の弾性表面波素子はガス・センサとして用い、該弾性表面波ガス・センサを伝搬する弾性表面波の出力位相を、測定ガスから隔離された他方の弾性表面波素子を伝搬する弾性表面波の出力位相を基準に定めることを特徴とする弾性表面波ガス・センサ装置。

**【請求項 2】**

請求項 1 記載の弾性表面波ガス・センサ装置において、該他方の弾性表面波素子の出力を移相回路を通すことにより、互いに  $90^\circ$  位相が異なる 2 つの基準位相を生成し、これ等を用いて前記弾性表面波ガス・センサの出力位相を定めることを特徴とする弾性表面波ガス・センサ装置。

10

**【請求項 3】**

請求項 1 記載の弾性表面波ガス・センサ装置において、該他方の弾性表面波素子は 2 ケ以上あり、それらの 2 ケの出力で互いに  $90^\circ$  位相が異なる 2 つの基準位相を生成し、これ等を用いて前記弾性表面波ガス・センサの出力位相を定めることを特徴とする弾性表面波ガス・センサ装置。

**【請求項 4】**

請求項 3 記載の弾性表面波ガス・センサ装置において、 $90^\circ$  位相が異なる 2 つの基準位相を生成する該 2 ケの弾性表面波素子は、弾性表面波の伝搬長が互いに素子を伝搬する弾性表面波の波長の約 4 分の 1 異なっていることを特徴とする弾性表面波ガス・センサ装置。

20

**【請求項 5】**

請求項 1 から 4 記載の弾性表面波ガス・センサ装置において、弾性表面波素子は、弾性表面波遅延線であることを特徴とする弾性表面波ガス・センサ装置。

**【請求項 6】**

請求項 1 から 5 記載の弾性表面波ガス・センサ装置において、弾性表面波素子は、単方向性トランスデューサを組み合わせ構成された弾性表面波遅延線であることを特徴とする弾性表面波ガス・センサ装置。

**【請求項 7】**

請求項 1 から 5 記載の弾性表面波ガス・センサ装置において、弾性表面波素子は、弾性表面波共振器をラチス型回路に組み合わせ構成された遅延線であることを特徴とする弾性表面波ガス・センサ装置。

30

**【請求項 8】**

請求項 1 から 7 記載の弾性表面波ガス・センサ装置において、弾性表面波遅延線は差動形の信号を直接入力するまたは直接出力されることを特徴とする弾性表面波ガス・センサ装置。

**【請求項 9】**

請求項 1 から 8 記載の弾性表面波ガス・センサ装置において、弾性表面波素子に弾性表面波を励振する信号の周波数は、弾性表面波素子を構成するトランスデューサの基本周期で定まる基本周波数およびその奇数倍の周波数を用いることを特徴とする弾性表面波ガス・センサ装置。

40

**【請求項 10】**

請求項 1 から 9 記載の弾性表面波ガス・センサ装置において、センサ装置は ZigBee、Bluetooth、無線 LAN、WiMAX あるいは携帯電話を基本とするネットワークの一部を構成し、かつ弾性表面波素子に弾性表面波を励振する信号は、ZigBee、Bluetooth、無線 LAN、WiMAX あるいは携帯電話の端末内で用いられる信号を分周、逡倍あるいはそれらの組み合わせにより生成することを特徴とする弾性表面波ガス・センサ装置。

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】**

50

## 【 0 0 0 1 】

本発明は、弾性表面波（Surface Acoustic Wave，以下SAWと略す）素子を用いたガス・センサ装置の構成に関し、特に将来のセンサ・ネットワーク等に導入可能な低消費電力なSAWセンサに関する。

## 【 背景技術 】

## 【 0 0 0 2 】

従来、SAW素子を用いたガス・センサ装置としては、SAWガス・クロマトグラフィとして発表例がある（例えば、非特許文献1参照）。また、SAW素子を用いて発振器を構成することでガス・センサを実現した発表例がある（例えば、非特許文献2参照）。

【非特許文献1】1998年アイ・イ・イ・イ、ウルトラソニックス、シンポジウム、プロシーディング、第521頁～第525頁〔E. J. Staples, Dioxin/Furan Detection and analysis Using a SAW Based Electronic Nose, in 1998 IEEE Ultrasonics Symp. Proc., pp. 521-525 (1998).〕

【非特許文献2】2005年イーエム、シンポジウム講演論文集、第69頁～第72頁〔谷津田、奈良、小貝、愛澤、黒澤、STW素子を用いたガスセンサの検討、2005年EMシンポジウム講演論文集、pp. 69-72, 2005.〕

## 【 発明の開示 】

## 【 発明が解決しようとする課題 】

## 【 0 0 0 3 】

家庭あるいはオフィス等に着目し、最近注目され始めたセンサ・ネットワークにより、より快適、安全、健康に良い住環境を実現することを想定する。上記センサ・ネットワークのセンサ・ノードに採用可能な、将来の燃料電池自動車の水素漏洩や環境汚染物質等をセンシングする装置が必要である。水晶基板上を伝搬するSAWを用いたガス・センサが提案され、既にSAW GC(ガス・クロマトグラフィ)として販売されている。また、色々な構造のSAWガス・センサは現在でも活発に研究されているが、結晶基板は水晶に限られている。水晶基板は温度特性は良いが、圧電効果が小さいため伝搬に伴う損失が大きい。それを補うため外部増幅器の利得を大きくする必要があり、消費電力も増加した。センサ・ノードに採用するには極端な低消費電力化かつ小型化が要求されるため、従来構造の装置では対応は出来ない。

## 【 0 0 0 4 】

また、従来構造のSAWセンサでは図1に示すように、SAW遅延線と増幅器の組み合わせを基本として帰還形発振器を構成し、その周波数ズレでガス濃度を測定していた。そのため発振器を構成するための外部回路と、周波数のズレをモニタするための別回路が必要であり、消費電力的にも容積的にも課題があった。

## 【 課題を解決するための手段 】

## 【 0 0 0 5 】

従来のSAWガス・センサでは水晶基板が用いられる。水晶基板を用いる理由は温度特性にある。本発明では、結晶に対する制約を取り除くことを一つの目的に新しいセンサ構造を提案している。2ヶ以上のSAW遅延線を用い、1ヶの遅延線でガス濃度を測定し、他の遅延線は測定ガスから隔離し、かつ温度に対する条件は同一にする。さらに、測定ガスから隔離された遅延線の遅延位相を基準に、測定用の遅延線の遅延位相を特定する。温度による位相の変化は同一条件のためお互いに打ち消しあい、ガス濃度による位相の変化のみが求まる。したがって、特に温度特性が優れた水晶基板を用いなくても、温度に対しては自己補償機能を有するものである。

## 【 0 0 0 6 】

センサ・ノードには極端な低消費電力かつ小型化が要求される。一方、センサ・ネットワーク用の無線媒体として標準化されたZigBeeは、2.4GHz帯の周波数信号を用いる。本発明では、従来のようにSAW遅延線を含む発振器を構成するのではなく、ZigBeeの2.4GHz帯の周波数信号を分周あるいは逡倍によりセンシング用の周波数信号を作り出す。これにより、センサ装置回路の低消費電力化と飛躍的な簡略化が実現出来る。更に、本発明ではSA

10

20

30

40

50

Wを励振するトランスジューサを工夫することで、基本周波数と3倍周波数（奇数倍周波数は全て可）の波の併用を提案した。これにより、センサとしてのダイナミック・レンジを大幅に拡大出来る。

【発明の効果】

【0007】

上記の説明のように、本発明によれば、将来のセンサ・ネットワークなどで、特に小型、低消費電力化が要求されるセンサ・ノード等に導入可能なセンサ装置が可能となる。将来の燃料電池自動車の水素ガスの漏洩センシングや環境汚染ガス等のセンシングが容易となる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0008】

以下に、上記本発明を実施するための最良の形態を説明する。センサ・ネットワークでは、標準化された2.4GHz帯のZigBeeを無線媒体として用いる場合が多い。センサ・ネットワークの各センサ・ノードは、図2に簡略化したブロック図を示すように、TCXO (Temperature-Compensated X'tal Oscillator: 温度補償型水晶発振器)にロックした2.4GHz帯のVCO (Voltage-Controlled Oscillator: 電圧制御発振器)等で構成され、これ等が送信信号の生成と受信信号の復調に用いられる。本発明の最良の形態は、ZigBeeの2.4GHzの信号をベースとして用い、センシングを行う。すなわち、従来のような固有のSAW発振器は用いない。図3に例を示すように、ZigBeeの無線回路内で生成する2.4GHzの信号を用い、分周あるいは逡倍することによって得られる信号でセンシングを行う（例えば図3では、16分周で150MHz、その3逡倍で450MHzを得ている）。これにより、装置を大幅に簡素化出来、小型・低消費電力化が要求されるセンサ・ノードでも用いることが可能になる。

【0009】

また、基本波と3倍波の両方を用いてセンシングすることで、精度の高いダイナミック・レンジの広いセンサを実現する。ガス濃度が非常に微量の場合は、3倍波(図3では450MHz)を用い高い感度でセンシングする。ガス濃度がある程度高い場合は、基本波(図3では150MHz)へ切り換えることで、ダイナミック・レンジの広いセンシングが可能となる。

【0010】

以下に本発明の実施例を図面に基づいて具体的に説明する。

【実施例1】

【0011】

図4は、本発明に関わるSAWセンサの第一実施例を示す部分構造である。本例では150MHzの基本波の入力に対して、出力(1)、(2)、(3)が得られる3ケのSAW遅延線D-1、D-2、D-3を用いる。各遅延線の中央部分のハッチング領域に、特定のガスと反応する物質が薄膜状に形成されている。この物質とセンシングガスが反応し、SAWの伝搬速度に僅かな違いが生じる。この点は、文献2などの従来のSAWセンサと同様である(図1)。D-1の入出力トランスデューサ間はLで、D-2、D-3はそれぞれ $L - \lambda/8$ 、 $L + \lambda/8$ (ここで、 $\lambda$ はSAWの波長)である。したがって、出力(1)、(2)、(3)の位相関係は、出力(2)の位相をゼロ(X軸上)と仮定すると、図5に示すようになる。出力(3)は、D-2とD-3の入出力トランスデューサ間が、 $\lambda/4$ だけ異なることより、理想的には $\lambda/2$ だけ位相が遅れY軸上となる。出力(1)は、(2)と(3)の中間に位置する。出力(1)のX軸成分およびY軸成分は $x_1$ 、 $y_1$ である。図3に、図4のSAWセンサを導入したセンサ・ノードの具体的な構成例のブロック図を示す。図3のミキサ(混合器)の性質より、出力(1)と(2)のミキサ出力からはX軸成分、すなわち $x_1$ が、出力(1)と(3)のミキサ出力からはY軸成分、すなわち $y_1$ が得られる。図4のD-2、D-3は基準位相を生成する遅延線として外気から遮断する。D-1をセンシング用素子として用いると、微量ガス分子との結合により出力(1)の位相は、図5の(1)の位置からずれるが、このずれ量は微量分子の濃度に比例する。また、位相のずれ量はミキサ出力 $x_1$ 、 $y_1$ でモニタ出来るため、従来のSAWセンサのような発振器を構成する必要はない。

【0012】

一般に、SAWの速度は、温度に対して負の温度係数を持っており、高温ほど速度が遅く

10

20

30

40

50

なる。図5は、室温状態とすると、温度が上昇すると図6に示すように、位相が遅れるため全体が左回りに回転する。この回転量は、温度に比例するため、さらに温度が上昇すると一層回転する。しかし、これらの温度による寄与は、3ケの波遅延線D-1、D-2、D-3全てに対して同等である。図6に示すように角度  $\theta$  だけ回転させた新たな座標軸、X' 軸とY' 軸を想定すると、各出力の位相の相対関係には変化は無い。遅延線D-2、D-3の出力(2)、(3)の位相を基準として、遅延線D-1のセンサ出力(1)の相対位相のみを求める本センサでは、温度特性は互いに打ち消し合う自己温度補償機能を有している。用いる基板の温度特性は特に考慮する必要は無い。このため、従来の水晶基板に代わって、圧電効果の大きい、変換効率の高い、すなわち低消費電力化が可能な任意の基板が採用出来る。

#### 【実施例2】

##### 【0013】

図3は、本発明に関わるSAWセンサの第二実施例を示す部分構造である。センサ・ネットワークでは、2.4GHz帯のZigBeeを無線媒体として用いる場合が多い。本発明のSAWセンサを内蔵したセンサ・ネットワークの各センサ・ノードは、図3のブロック図に示すように成る。回路部分は、TCXOにロックした2.4GHz帯のVCO等で構成され、これ等を用いて送信信号の生成と受信信号の復調が行われる。

##### 【0014】

本発明では、図1の従来構造のSAWセンサのように、帰還増幅器との組み合わせで発振器を構成する構造とは異なり、ZigBeeの2.4GHzの信号をベースとして用い、センシングを行う。すなわち、従来のような固有のSAW発振器は必要としない。ZigBeeの無線回路内で生成する2.4GHzの信号を用い、分周あるいは通倍することによって得られる信号でセンシングを行う(例えば図3では、16分周で150MHz、その3通倍で450MHzを得ている)。これにより、装置を大幅に簡素化出来、小型・低消費電力化が要求されるセンサ・ノード等でも用いることが可能になる。

##### 【0015】

また、ZigBeeの無線回路では、2.4GHz以外にも例えば中間周波数(1F周波数)などの多くの周波数の信号が用いられている。これ等の周波数を分周あるいは通倍した信号でセンシングしても効果は同じであり、本発明の範疇に含まれることは明白である。また、ネットワークの規模、目的によってはZigBeeではなくBluetooth、無線LAN、WiMAXあるいは携帯電話等を無線媒体として用いる場合があるが、これらの媒体を用いた場合も本発明に含まれることは自明である。

#### 【実施例3】

##### 【0016】

図7は、本発明に関わるSAWセンサの第三実施例を示す部分構造である。SAWガス・センサで既実績のあるガス・クロマトグラフィ(文献1)では、高精度化のためにセンサ部以外でも多くの処理を行っている。センサ・ネットワークのセンサ・ノードのように非常に低消費電力で長時間の動作が要求されるにも関わらず、野外を含めた過酷な条件で使用される場合は、ガス・クロマトグラフィと同等の性能を要求することは難しい。しかし、温度条件、センシングガス濃度の変動幅等を考慮すると、ダイナミック・レンジの広いセンサは重要である。本発明は、従来の帰還発振回路型のSAWセンサでは実現出来ない、基本波と3倍波あるいはさらに高次の奇数倍波を併用することでダイナミック・レンジを大幅に拡大出来るものである。

##### 【0017】

図7に拡大して示すように、SAWを励振するトランスデューサの各々の電極指の幅 $W(M)$ はおおよそ  $\lambda/4$ で、電極指間の間隔 $W(S)$ もおおよそ  $\lambda/4$ に設定するのが従来のトランスデューサの設計である。図7の左下に基本波(図7の例では150MHz)、右下に3倍波(図7の例では450MHz)の励振例を示すようにトランスデューサは、原理的には基本波と3倍波を励振することが出来るが、励振効率等に課題がある。各電極指の幅、電極指間の間隔、電極指構造その物の工夫等により、3倍波も効率良く励振出来る条件を見出した(高次の奇数倍波の励振も可能)。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 1 8 】

3倍波に対する各出力の位相関係は、図8に示すようになる。すなわち、同様に出力(2)の位相をゼロ(X軸上)と仮定すると、出力(3)は理想的には $3/2$ (-Y軸上)となる。これは、図3のミキサ出力で $y_1$ のみ符号を反転すれば、基本波に対する議論と同様の議論がそのまま成立することを表している。3倍波に対しても同様のセンサの構築が可能であり、しかも、波長が基本波の3分の1のため、センシング感度を3倍にすることが出来る。センシングガスが非常に微量の場合は、3倍波を用い高い感度でセンシングし、ガス濃度がある程度高い場合は、基本波へ切り換えることで、精度が高くかつダイナミック・レンジの広いセンシングを可能にするものである。

## 【 実施例 4 】

10

## 【 0 0 1 9 】

図9は、本発明に関わるSAWセンサの第四実施例を示す部分構造である。図9(a)、(b)の(パイ)型回路ではインダクタンス $L$ とキャパシタンス $C$ を適当に定めると、 $90^\circ$ 位相が進む移相回路と遅れる移相回路を実現出来る。従って、図4の構成において、基準位相を生成するSAW遅延線D-2、D-3のどちらか一方のみを用い、他方の出力は一方の出力から図9の(a)または(b)の移相回路を介して生成することが出来る。これにより、SAW遅延線の数少なく出来るため、価格等を低減することが可能である。また、図9では、 $\pi$ 型の移相回路を示したが、T型やその他の変形型も採用可能なことは自明である。

## 【 実施例 5 】

20

## 【 0 0 2 0 】

図10は、本発明に関わるSAWセンサの第五実施例を示す部分構造である。図4の構成において、一般にSAWを励振するトランスデューサは、トランスデューサの左右に等振幅のSAWを放射する。従って、利用出来るSAWのエネルギーは各トランスデューサを介するごとに半分になる。図10のトランスデューサは、本課題を解決するためのものである。このトランスデューサは、励振SAWと電極指の端部で反射するSAWが互いに干渉し、結果的に一方向(図10では、右方向)へ比較的大きなSAWを放射するものである。このようなトランスデューサをSAW遅延線の対向する入出力トランスデューサとして用いることにより、SAW遅延線を伝搬することによる損失を低減し、ひいてはシステム全体の低消費電力化を図ることが出来る。また、単方向性SAWトランスデューサの構造は種々あり、図10は一例で他の構造を用いた構成、あるいは、入出力トランスデューサの一方のみに単方向性トランスデューサを用いた構成等も本発明に含まれることは自明である。

30

## 【 実施例 6 】

## 【 0 0 2 1 】

図13は、本発明に関わるSAWセンサの第六実施例を示す部分構造である。図11(a)のように、SAWを励振するトランスデューサの両側にグレーティング等で構成した反射器を形成すると、左右に励振されたSAWが反射器で反射し折り返されるため、SAWのエネルギーが反射器間に閉じ込められ、一つの共振器となる。一例を図11(a)に示すように、トランスデューサと反射器間の間隔が $P$ の共振器を $Z_1$ (正確には、共振器のインピーダンスが $Z_1$ であるが、簡単のため共振器そのものも $Z_1$ と表す)、 $P \pm \pi/4$ の共振器を $Z_2$ (正確には、共振器のインピーダンスが $Z_2$ であるが、簡単のため共振器そのものも $Z_2$ と表す)とする。 $Z_1$ と $Z_2$ を用いて、図12のようにラチス型の回路に構成すると差動型のSAW遅延線が構成出来る。同様に、一例を図11(b)、(c)に示すように、トランスデューサと反射器間の間隔が図に示すような値のSAW共振器をそれぞれ、 $Z_1'$ 、 $Z_2'$ および $Z_1''$ 、 $Z_2''$ とする。これらを用いて、図13のように回路を構成すると、図4のセンサ用の遅延線D-1と基準信号発生用の遅延線D-2、D-3と同等の遅延線を差動型入出力で実現出来る。一般に、差動型の回路構成は雑音等に強く、特に高い測定精度が要求されるセンサでは差動型の回路構成は非常に重要である。SAW共振器を用いた遅延線による本構成は、このような要求に応えるものである。

40

## 【 0 0 2 2 】

図11に示す共振器および図12のSAW遅延線は一例であるが、その動作原理は以下の

50

ように考えることが出来る。図 1 1 (a) に示す例えば、トランスデューサと反射器の間隔がPの共振器Z1と、トランスデューサと反射器の間隔が $P \pm \lambda/4$ の共振器Z2を考えると、Z1の共振周波数と反共振周波数のほぼ中央にZ2の共振周波数または反共振周波数が存在する。共振器は共振周波数でインピーダンスがほぼゼロ、反共振周波数でインピーダンスがほぼ無限大となる性質がある。図 1 2 のラチス型回路では、Z1が共振状態でインピーダンスがほぼゼロになる周波数では、Z2は反共振状態でインピーダンスがほぼ無限大になる。従って、図 1 2 の構成では、周波数の変化に対してZ1とZ2が交互に共振することにより、広い周波数範囲に渡って、入力（左側）から出力（右側）へ信号が伝達する。

#### 【 0 0 2 3 】

図 1 1 (b)、(c) に示すように、トランスデューサと反射器の間隔を  $\lambda/16$  狭くしたあるいは広くした共振器では、SAWはトランスデューサから励振され反射器で反射し再びトランスデューサに戻るまでに、 $\lambda/8$ の伝搬路長差が生じる。すなわち、図 1 1 (b) の共振器を用いたラチス型回路の遅延線は、図 1 1 (a) の共振器を用いたラチス型回路の遅延線に比べ位相が $45^\circ$ 進む。図 1 1 (c) の共振器を用いたラチス型回路の遅延線は、 $45^\circ$ 遅れる。従って、図 1 3 に示すように、図 1 1 (a) の共振器によるラチス型回路の遅延線をセンサとして使い、図 1 1 (b)、(c) の共振器によるラチス型回路遅延線を、それぞれ図 5 のX軸に相当する基準位相およびY軸に相当する基準位相を生成する遅延線として用いると、図 4 に示す構成と等価な機能を実現出来る。一般に、図 1 2 に示すラチス型の遅延線は、SAW共振器自身がエネルギーの損失は非常に少ないため、極めて低損失な遅延線となる。従って、図 1 3 の構成はセンサとして重要な作動型の回路構成であること、更に極めて損失が小さいことの2点の優れた特徴を有する。また、図 1 1 の共振器を用いた図 1 2 および図 1 3 の構成は、一例であり、他のSAW共振器を用いた構成も本発明に含まれることは自明である。

#### 【 実施例 7 】

#### 【 0 0 2 4 】

[ 実施例 6 ] にて、差動型の遅延線の重要性を説明した。図 4 の構成においても、トランスデューサとしてグラウンドに対して対称性の良い構造、例えば図 1 4 に一実施例として構造を示すように、入力信号あるいは出力信号をグラウンドに対して印加あるいは取り出すのではなく、グラウンドに対して正方向と負方向に対称に印加あるいは出力を取り出すことの出来る差動形のトランスデューサが可能である。このようなトランスデューサをSAW遅延線の入力トランスデューサあるいは出力トランスデューサとして用いることによって、差動型SAW遅延線が実現出来る。差動動作は、センサの雑音特性の向上等には非常に重要であり、このような差動動作SAW遅延線を、図 4 の本発明の基本構造と組み合わせた構成も当然本発明の一部に含まれることは明白である。

#### 【 図面の簡単な説明 】

#### 【 0 0 2 5 】

- 【 図 1 】 従来 of 弾性表面波センサ of 構成
- 【 図 2 】 ZigBee of 回路ブロック図
- 【 図 3 】 ZigBee をベースとした本発明 of 一形態
- 【 図 4 】 本発明による弾性表面波センサ of 一構成例
- 【 図 5 】 基本波 of 弾性表面波センサ出力と基準波出力 of 位相関係
- 【 図 6 】 基本波 of 弾性表面波センサ出力と基準波出力 of 位相関係 of 温度による変化
- 【 図 7 】 本発明による3倍波を用いるセンサ of 部分説明図
- 【 図 8 】 3倍波を用いた場合 of 弾性表面波センサ出力と基準波出力 of 位相関係
- 【 図 9 】 本発明 of 一部であるインダクタンスとキャパシタンスを用いた位相を  $90^\circ$  変化させる移相回路 of 例
- 【 図 1 0 】 本発明 of 一部である方向性を持ったトランスデューサ of 例
- 【 図 1 1 】 本発明 of 一部である弾性表面波トランスデューサと反射器を組み合わせた弾性表面波共振器
- 【 図 1 2 】 本発明 of 一部である弾性表面波共振器をラチス型回路に組んだ遅延線

【図 1 3】本発明による弾性表面波センサの一構成例

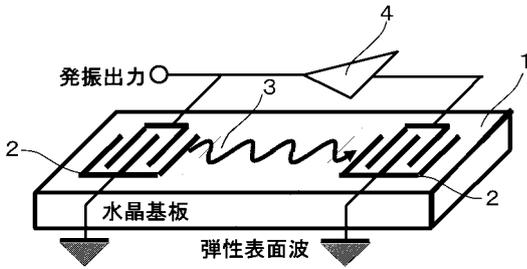
【図 1 4】本発明の一部である差動入力あるいは出力トランスデューサの例

【符号の説明】

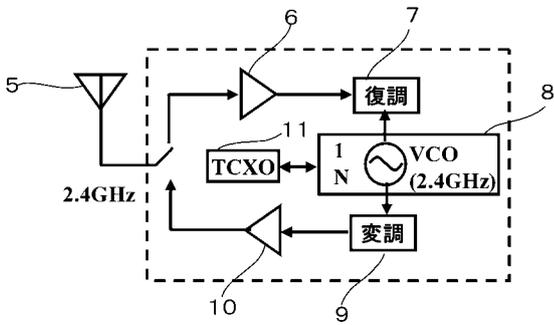
【 0 0 2 6 】

- 1 ... 水晶結晶基板
- 2 ... 弾性表面波 (SAW) トランスデューサ
- 3 ... ガス感応薄膜
- 4 ... 帰還増幅器
- 5 ... アンテナ
- 6 ... 低雑音増幅器 10
- 7 ... 復調回路
- 8 ... シンセサイザ
- 9 ... 変調回路
- 1 0 ... 電力増幅器
- 1 1 ... 温度補償型水晶発振器 (TCXO)
- 1 2 ... 分周器
- 1 3 ... 逓倍器
- 1 4 ... ミキサ (混合器)
- 1 5 ... トランスデューサの電極指
- 1 6 ... トランスデューサの電極指間 20
- 1 7 ... 励振弾性表面波 (SAW)
- 1 8 ... インダクタンス
- 1 9 ... キャパシタンス
- 2 0 ... 振幅の小さい励振弾性表面波 (SAW)
- 2 1 ... 振幅の大きい励振弾性表面波 (SAW)
- 2 2 ... 弾性表面波 (SAW) 反射器
- 2 3 ... 弾性表面波 (SAW) 共振器
- 2 4 ... ラチス型回路遅延線
- 2 5 ... 作動入力あるいは出力トランスデューサ

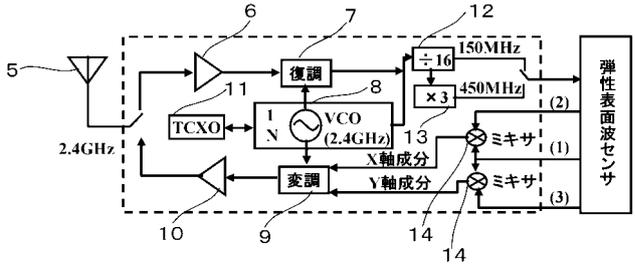
【図1】



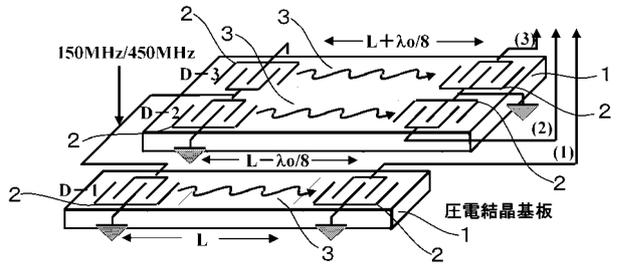
【図2】



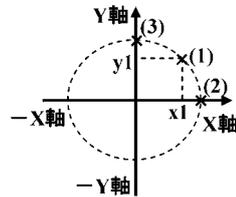
【図3】



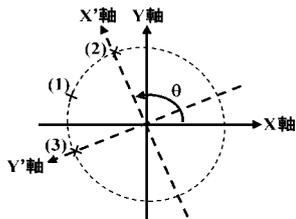
【図4】



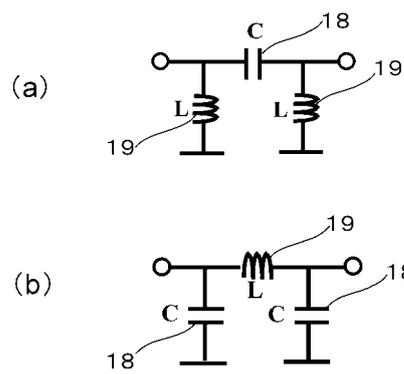
【図5】



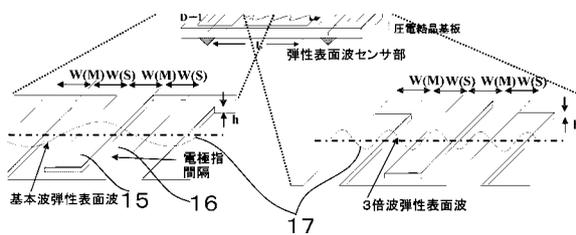
【図6】



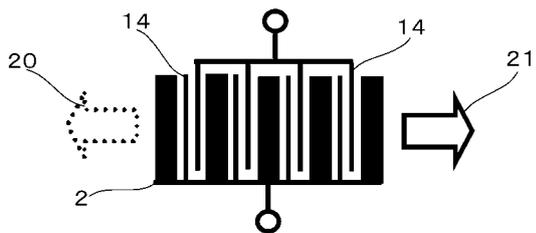
【図9】



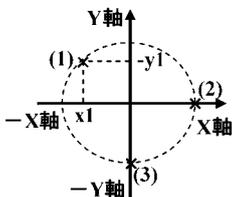
【図7】



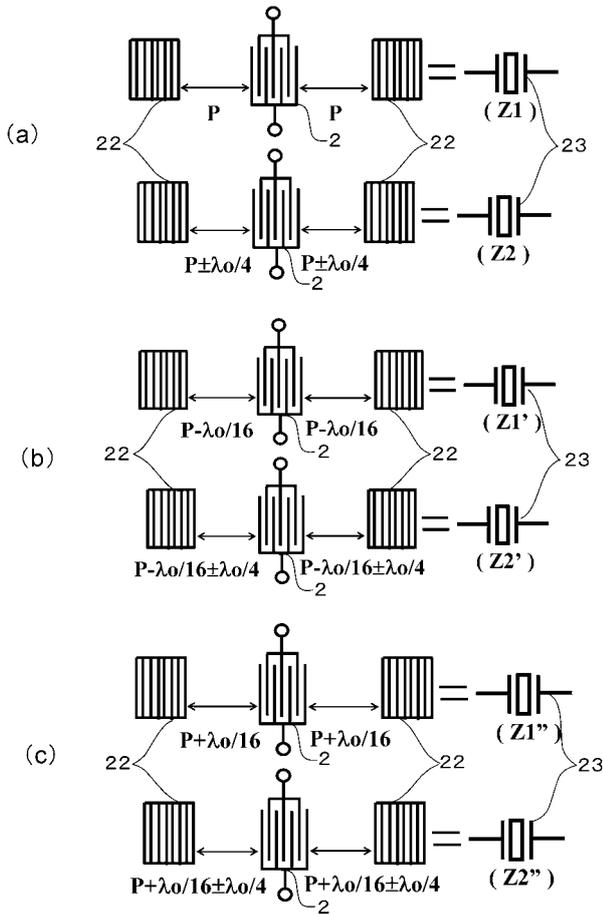
【図10】



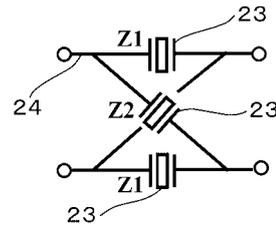
【図8】



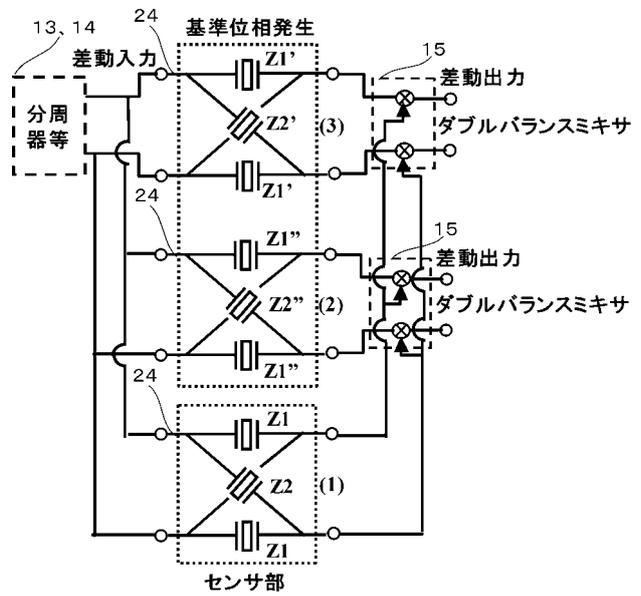
【 図 1 1 】



【 図 1 2 】



【 図 1 3 】



【 図 1 4 】

