

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6509878号  
(P6509878)

(45) 発行日 令和1年5月8日(2019.5.8)

(24) 登録日 平成31年4月12日(2019.4.12)

(51) Int.Cl.

F 1

H04B 7/0413 (2017.01)  
H04B 1/40 (2015.01)H04B 7/0413  
H04B 1/40

請求項の数 15 (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2016-546087 (P2016-546087)  
 (86) (22) 出願日 平成26年12月22日 (2014.12.22)  
 (65) 公表番号 特表2017-505052 (P2017-505052A)  
 (43) 公表日 平成29年2月9日 (2017.2.9)  
 (86) 國際出願番号 PCT/US2014/071898  
 (87) 國際公開番号 WO2015/112299  
 (87) 國際公開日 平成27年7月30日 (2015.7.30)  
 審査請求日 平成29年12月4日 (2017.12.4)  
 (31) 優先権主張番号 14/160,159  
 (32) 優先日 平成26年1月21日 (2014.1.21)  
 (33) 優先権主張国 米国(US)

(73) 特許権者 507364838  
 クアルコム、インコーポレイテッド  
 アメリカ合衆国 カリフォルニア 921  
 21 サンディエゴ モアハウス ドラ  
 イブ 5775  
 (74) 代理人 100108453  
 弁理士 村山 靖彦  
 (74) 代理人 100163522  
 弁理士 黒田 晋平  
 (72) 発明者 ダニエル・エヤイエ  
 アメリカ合衆国・カリフォルニア・921  
 21-1714・サン・ディエゴ・モアハ  
 ウス・ドライブ・5775

審査官 大野 友輝

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】受動スイッチベースの位相シフタ

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

位相シフト回路であって、  
 第1の点および第2の点を有する伝送ラインと、  
 ノードおよび基準電圧レベルに接続されるインピーダンスと、  
 前記伝送ラインの前記第1の点および前記ノードに接続される第1のスイッチと、  
 前記伝送ラインの前記第2の点および前記ノードに接続される第2のスイッチであって、  
 前記第1のスイッチおよび前記第2のスイッチが開いているとき、前記伝送ラインの前記第1の点に入力される第1の信号が前記伝送ラインの1つまたは複数の特性に基づいて、前記第2の点から出力される第2の信号との位相差を有する、第2のスイッチと  
 を備え、

前記第1のスイッチおよび前記第2のスイッチが閉じられたとき、前記位相シフト回路が  
 インダクタ-キャパシタ(LC)共振回路として動作するように構成され、前記基準電圧レベ  
 ルが電気的グランドであり、前記インピーダンスが誘導性素子を備え、前記伝送ラインが  
 電気的グランドへのキャパシタとして動作する、

位相シフト回路。

## 【請求項 2】

前記第1の点が前記伝送ラインの端部であり、前記第2の点が前記伝送ラインの他方の端  
 部である、請求項1に記載の位相シフト回路。

## 【請求項 3】

10

20

前記第1のスイッチが、前記伝送ラインの前記第1の点に直接接続されるとともに前記ノードに直接接続される、請求項1に記載の位相シフト回路。

【請求項4】

前記第2のスイッチが、前記伝送ラインの前記第2の点に直接接続されるとともに前記ノードに直接接続される、請求項3に記載の位相シフト回路。

【請求項5】

前記第1のスイッチおよび前記第2のスイッチが閉じられたとき、前記伝送ラインの前記第1の点に入力されるとともに前記LC共振回路の中心周波数と等しい信号周波数を有する前記第1の信号が、前記第2の点から出力される前記第2の信号との位相差を有しない、請求項1に記載の位相シフト回路。

10

【請求項6】

前記第1のスイッチおよび第2のスイッチが、開閉動作が单一のデジタル制御ラインによって制御される二極单投(DPST)スイッチとして実装される、請求項1に記載の位相シフト回路。

【請求項7】

複数の位相シフト段であって、各位相シフト段が、請求項1に記載の前記位相シフト回路を備える、複数の位相シフト段と、

前記複数の位相シフト段内の前記スイッチを選択的に制御するための複数のデジタル制御ラインと

を備える、デジタル位相シフタ。

20

【請求項8】

前記第1の点が前記伝送ラインの一方の端部であり、前記第2の点が前記伝送ラインの他方の端部である、請求項7に記載の位相シフタ。

【請求項9】

前記第1のスイッチおよび前記第2のスイッチが閉じられたとき、前記伝送ラインの前記第1の点に入力されるとともに前記LC共振回路の中心周波数と等しい信号周波数を有する前記第1の信号が、前記第2の点から出力される前記第2の信号との位相差を有しない、請求項7に記載の位相シフタ。

【請求項10】

前記伝送ラインが前記複数の位相シフト段の各々において異なる長さを有する、請求項7に記載の位相シフタ。

30

【請求項11】

前記複数の位相シフト段が、ミリメートルのオーダの波長を有する信号において動作するように構成される、請求項7に記載の位相シフタ。

【請求項12】

前記複数の位相シフト段が2つの位相シフト段を備える、請求項7に記載の位相シフタ。

【請求項13】

1つまたは複数の送信回路、受信回路、またはトランシーバ回路であって、各回路が、アンテナと、

前記アンテナに接続される増幅器と、

40

前記増幅器に接続されるデジタル位相シフタであって、

1つまたは複数の位相シフト段であって、各位相シフト段が請求項1に記載の前記位相シフト回路を備える、1つまたは複数の位相シフト段と、

前記1つまたは複数の位相シフト段内の前記スイッチを選択的に制御するための1つまたは複数のデジタル制御ラインと

を備える、デジタル位相シフタと

を備える、1つまたは複数の送信回路、受信回路、またはトランシーバ回路と、

前記1つまたは複数の送信回路、受信回路、またはトランシーバ回路からデータを受信するか、または前記1つまたは複数の送信回路、受信回路、またはトランシーバ回路に前記データを送信するように構成される処理システムと

50

を備える、ワイヤレス通信のための装置。

【請求項 14】

前記1つまたは複数の位相シフト段の各々において前記第1のスイッチおよび前記第2のスイッチが閉じられたとき、前記伝送ラインの前記第1の点に入力されるとともに前記LC共振回路の中心周波数と等しい信号周波数を有する前記第1の信号が、前記第2の点から出力される前記第2の信号との位相差を有しない、請求項13に記載の装置。

【請求項 15】

前記伝送ラインが前記1つまたは複数の位相シフト段の各々において異なる長さを有する、請求項13に記載の装置。

【発明の詳細な説明】

10

【技術分野】

【0001】

米国特許法第119条の下での優先権の主張

本出願は、参照によりその全体が本明細書に組み込まれている、2014年1月21日に出願した米国特許出願番号第14/160,159号の優先権を主張するものである。

【0002】

本開示の特定の態様は、全体的には電子回路に関し、より具体的には受動位相シフト回路に関する。

【背景技術】

【0003】

20

ワイヤレス通信ネットワークは、電話方式、ビデオ、データ、メッセージング、ブロードキャストなどの様々な通信サービスを提供するために広く展開されている。通常、複数のアクセスネットワークであるそのようなネットワークは、利用可能なネットワークリソースを共有することによって複数のユーザ向けの通信をサポートする。たとえば、1つのネットワークは、EVDO(エボリューションデータ最適化(Evolution-Data Optimized))、1xRTT(1倍無線伝送技術(1 times Radio Transmission Technology)、もしくは単に1x)、WCDMA(広帯域符号分割多元接続(Wideband Code Division Multiple Access))、UMTS-TDD(ユニバーサル移動体通信システム(Universal Mobile Telecommunications System)-時分割二重化(Time Division Duplexing))、HSPA(高速パケットアクセス(High Speed Packet Access))、GPRS(汎用パケット無線サービス(General Packet Radio Service))、またはEDGE(グローバルエボリューションのための拡張データレート(Enhanced Data rates for Global Evolution))を含む様々な3G無線アクセス技術(RAT)のうちの任意のものを介してネットワークサービスを提供することができる3G(第3世代携帯電話規格および技術)システムであり得る。3Gネットワークは、音声通話に加えて、高速インターネットアクセスおよびビデオ電話技術を組み込むように進化した広域セルラー電話ネットワークである。さらに、3Gネットワークは、他のネットワークシステムに比べより確立されており、他のネットワークシステムよりも大きいカバレッジエリアを提供することができる。そのような多元接続ネットワークはまた、符号分割多元接続(CDMA)システム、時分割多元接続(TDMA)システム、周波数分割多元接続(FDMA)システム、直交周波数分割多元接続(OFDMA)システム、シングルキャリアFDMA(SC-FDMA)ネットワーク、第3世代パートナーシッププロジェクト(3GPP)ロングタームエボリューション(LTE)ネットワーク、およびロングタームエボリューションアドバンスド(LTE-A)ネットワークを含むことができる。

30

【0004】

40

ワイヤレス通信ネットワークは、いくつかの移動局のための通信をサポートすることができるいくつかの基地局を含むことができる。移動局(MS)は、ダウンリンクおよびアップリンクを介して基地局(BS)と通信することができる。ダウンリンク(または順方向リンク)は、基地局から移動局への通信リンクを指し、アップリンク(または逆方向リンク)は、移動局から基地局への通信リンクを指す。基地局は、ダウンリンク上で移動局にデータおよび制御情報を送信することができ、ならびに/または、アップリンク上で移動局からデータおよび制御情報を受信することができる。

50

## 【発明の概要】

## 【課題を解決するための手段】

## 【0005】

本開示の特定の態様は、全体的には従来の受動位相シフト回路よりも低い損失および低いグループ遅延を有する受動位相シフト回路に関する。そのような位相シフト回路は、ワイヤレス通信用の無線周波数(RF:radio frequency)送信機、受信機、またはトランシーバで使用されるものなどのビームフォーミング回路で使用される場合がある。

## 【0006】

本開示の特定の態様は、位相シフト回路を提供する。本回路は、全体的に第1および第2の点(たとえば、伝送ラインに沿って位置する端部または他の点)を有する伝送ラインと、ノードおよび基準電圧レベルに接続されるインピーダンスと、伝送ラインの第1の点およびノードに接続される第1のスイッチと、伝送ラインの第2の点およびノードに接続される第2のスイッチとを含む。

10

## 【0007】

特定の態様によれば、第1の点または第2の点のうちの少なくとも1つは、伝送ラインの端部である。

## 【0008】

特定の態様によれば、第1のスイッチは伝送ラインの第1の点に直接接続され、かつ/またはノードに直接接続される。特定の態様に関して、第2のスイッチは伝送ラインの第2の点に直接接続され、かつ/またはノードに直接接続される。

20

## 【0009】

特定の態様によれば、第1および第2のスイッチが開いたとき、伝送ラインの第1の点に入力される第1の信号は伝送ラインの1つまたは複数の特性に基づいて、第2の点から出力される第2の信号との位相差を有する。

## 【0010】

特定の態様によれば、第1および第2のスイッチが閉じられたとき、位相シフト回路はインダクタ-キャパシタ(LC)共振回路として動作するように構成される。この場合において、伝送ラインの第1の点に入力されるとともに、LC共振回路の中心周波数に等しい信号周波数を有する第1の信号は、伝送ラインの第2の点から出力される第2の信号との位相差を有しなくてもよい。

30

## 【0011】

特定の態様によれば、インピーダンスは、誘導性素子を含む(特定の態様に関してインダクタのみを含んでもよい)。特定の態様に関して、第1および第2のスイッチは、二極単投(DPST:double-pole, single-throw)スイッチの一部である。特定の態様に関して、基準電圧レベルは、電気的グランドである。

## 【0012】

本開示の特定の態様は、デジタル位相シフタを提供する。デジタル位相シフタは、全体的に複数の位相シフト段と、複数のデジタル制御ラインとを含む。各位相シフト段は、典型的には第1および第2の点を有する伝送ラインと、ノードおよび基準電圧レベルに接続されるインピーダンスと、伝送ラインの第1の点およびノードに接続される第1のスイッチと、伝送ラインの第2の点およびノードに接続される第2のスイッチとを含む。複数のデジタル制御ラインは、複数の位相シフト段内のスイッチを選択的に制御するように構成されてよい。

40

## 【0013】

特定の態様によれば、第1のスイッチは、伝送ラインの第1の点に直接接続され、かつ/またはノードに直接接続される。特定の態様に関して、第2のスイッチは、伝送ラインの第2の点に直接接続され、かつ/またはノードに直接接続される。

## 【0014】

特定の態様によれば、第1および第2のスイッチが開いたとき、伝送ラインの第1の点に入力される第1の信号は、伝送ラインの1つまたは複数の特性に基づいて、第2の点から出

50

力される第2の信号との位相差を有する。

【0015】

特定の態様によれば、第1および第2のスイッチが閉じられたとき、各位相シフト段はLC共振回路として動作するように構成される。この場合において、伝送ラインの第1の点に入力されるとともに、LC共振回路の中心周波数に等しい信号周波数を有する第1の信号は、第2の点から出力される第2の信号との位相差を有しなくてもよい。

【0016】

特定の態様によれば、伝送ラインは、複数の位相シフト段の各々において異なる長さを有する。

【0017】

特定の態様によれば、インピーダンスは、誘導性素子を含む(特定の態様に関して単一のインダクタのみを含んでもよい)。特定の態様に関して、第1および第2のスイッチは二極単投(DPST)スイッチの一部である。特定の態様に関して、基準電圧レベルは、電気的グランドである。

【0018】

特定の態様によれば、複数の位相シフト段は、ミリメートルのオーダの波長を有する信号において動作するように構成される。特定の態様に関して、複数の位相シフト段は、2つの位相シフト段を含む。

【0019】

本開示の特定の態様は、アクセスポイント(AP:access point)またはユーザ端末(UT:user terminal)などのワイヤレス通信のための装置を提供する。本装置は、全体的に1つまたは複数の送信回路、受信回路、またはトランシーバ回路と、1つまたは複数の送信回路、受信回路、またはトランシーバ回路からデータを受信するか、またはそこにデータを送信するように構成される処理システムとを含む。各回路は、典型的にはアンテナと、アンテナに接続される増幅器と、増幅器に接続されるデジタル位相シフタとを含む。デジタル位相シフタは、典型的には1つまたは複数の位相シフト段と、1つまたは複数のデジタル制御ラインとを含む。各位相シフト段は、全体的に第1および第2の点を有する伝送ラインと、ノードおよび基準電圧レベルに接続されるインピーダンスと、伝送ラインの第1の点およびノードに接続される第1のスイッチと、伝送ラインの第2の点およびノードに接続される第2のスイッチとを含む。デジタル制御ラインは、位相シフト段内のスイッチを選択的に制御するように構成されてもよい。

【0020】

特定の態様によれば、デジタル制御ラインは、処理システムが位相シフト段内のスイッチを効果的に制御するように、処理システムから出力される。

【0021】

本開示の上記の特徴が詳細に理解され得るように、上記で簡潔に要約したより具体的な説明は、その一部が添付の図面に示されている態様を参照することによって得られ得る。しかしながら、添付の図面は、本開示の特定の典型的な態様のみを示し、したがって、本開示の範囲の限定とみなされてはならず、その理由は、この説明が他の同等の効果のある態様をもたらし得るからであることに留意されたい。

【図面の簡単な説明】

【0022】

【図1】本開示の特定の態様による、例示的なワイヤレス通信ネットワークの図である。

【図2】本開示の特定の態様による、無線周波数フロントエンド(RFFE:radio frequency front end)を示す例示的なアクセスポイント(AP)および例示的なユーザ端末のブロック図である。

【図3】本開示の特定の態様による、位相シフタを使用してビームフォーミングすることができる例示的なRFFEのブロック図である。

【図4】本開示の特定の態様による、複数の受動位相シフト段を有する例示的なデジタル制御位相シフタのブロック図である。

10

20

30

40

50

【図5A】本開示の特定の態様による、両方のスイッチが開いたときの図4中の位相シフト段の効果的なブロック図である。

【図5B】本開示の特定の態様による、両方のスイッチが閉じられるときの図4中の位相シフト段の効果的なブロック図である。

【図6】本開示の特定の態様による、両方のスイッチが閉じられるときの図4の位相シフト段に関する等価回路を示す図である。

【図7A】本開示の特定の態様による、例示的な位相シフト回路における周波数に対する位相シフトのグラフである。

【図7B】本開示の特定の態様による、例示的な位相シフト回路における周波数に対するグループ遅延のグラフである。

【発明を実施するための形態】

【0023】

本開示の様々な態様が以下で説明される。本明細書の教示が多種多様な形態で具体化され得ること、および、本明細書で開示されている任意の特定の構造、機能、または両方が単なる典型であることは明らかにである。本明細書の教示に基づいて、当業者は、本明細書に開示された態様が任意の他の態様と独立して実施され得ること、および、これらの態様のうちの2つ以上が様々な方法で組合され得ることを理解すべきである。たとえば、本明細書に記載された任意の数の態様を使用して、装置が実現されてもよく、または、方法が実行され得る。さらに、本明細書に記載された1つまたは複数の態様に加えて、またはそれ以外の、他の構造、機能、または構造および機能を使用して、そのような装置が実現されてもよく、または、そのような方法が実行され得る。さらに、本態様は、請求項の少なくとも1つの要素を備えることができる。

【0024】

「例示的」という語は、本明細書では、「例、事例、または実例として役に立つ」ことを意味するために使用される。「例示的」として本明細書で説明される任意の態様は、必ずしも他の態様よりも好ましいまたは有利であるとして解釈されるべきではない。

【0025】

本明細書で説明される技術は、符号分割多元接続(CDMA)、直交周波数分割多重(OFDM)、時分割多元接続(TDMA)、空間分割多元接続(SDMA)、シングルキャリア周波数分割多元接続(SC-FDMA)などの様々なワイヤレス技術と組み合わせて使用され得る。複数のユーザ端末は、異なる(1)CDMAのための直交符号チャネル、(2)TDMAのためのタイムスロット、または(3)OFDMのためのサブバンドを介して、データを同時に送信/受信することができる。CDMAシステムは、IS-2000、IS-95、IS-856、広帯域CDMA(W-CDMA)、またはいくつかの他の規格を実装することができる。OFDMシステムは、電気電子技術者協会(IEEE)802.11、IEEE802.16、ロングタームエボリューション(LTE)、またはいくつかの他の規格を実装することができる。TDMAシステムは、GSM(登録商標)、またはいくつかの他の規格を実装することができる。これらの様々な規格は、当該技術分野において公知である。

【0026】

例示的なワイヤレスシステム

図1は、アクセスポイントおよびユーザ端末を有するワイヤレス通信システム100を示す。簡単化のため、1つのアクセスポイント110のみが図1に示されている。アクセスポイント(AP)は、一般的に、ユーザ端末と通信する固定局であり、基地局(BS)、進化型ノードB(enodeB)、またはなにか他の用語でも呼ばれ得る。ユーザ端末(UT)は、固定または可動であってもよく、移動局(MS)、アクセス端末、ユーザ機器(UE)、局(STA)、クライアント、ワイヤレスデバイス、または何らかの他の用語とも呼ばれ得る。ユーザ端末は、セルラー電話、携帯情報端末(PDA)、ハンドヘルドデバイス、ワイヤレスモードム、ラップトップコンピュータ、タブレット、パーソナルコンピュータなどのワイヤレスデバイスであり得る。

【0027】

アクセスポイント110は、アップリンクおよびダウンリンク上で任意の所与の時点で1つまたは複数のユーザ端末120と通信することができる。ダウンリンク(すなわち、順方向リ

ンク)は、アクセスポイントからユーザ端末への通信リンクであり、アップリンク(すなわち、逆方向リンク)は、ユーザ端末からアクセスポイントへの通信リンクである。ユーザ端末はまた、別のユーザ端末とピアツーピアに通信することができる。システムコントローラ130は、アクセスポイントに結合し、アクセスポイントの調整および制御を行う。

【0028】

システム100は、ダウンリンクおよびアップリンク上でのデータ送信のために複数の送信アンテナおよび複数の受信アンテナを使用する。アクセスポイント110は、ダウンリンク伝送のための送信ダイバーシティおよび/またはアップリンク伝送のための受信ダイバーシティを達成するために、数 $N_{ap}$ のアンテナを備えることができる。選択されたユーザ端末120のセット $N_u$ は、ダウンリンク伝送を受信するとともに、アップリンク伝送を送信することができる。各々の選択されたユーザ端末は、ユーザ固有のデータをアクセスポイントに送信し、および/または、ユーザ固有のデータをアクセスポイントから受信する。一般に、各々の選択されたユーザ端末は、1つまたは複数のアンテナ(すなわち、 $N_{ut} \geq 1$ )を備えることができる。 $N_u$ の選択されたユーザ端末は、同じまたは異なる数のアンテナを有することができる。

10

【0029】

ワイヤレスシステム100は、時分割複信(TDD)システムまたは周波数分割複信(FDD)システムであってよい。TDDシステムに関して、ダウンリンクおよびアップリンクは、同じ周波数帯を共有する。FDDシステムに関して、ダウンリンクおよびアップリンクは、異なる周波数帯を使用する。システム100はまた、伝送のために単一のキャリアまたは複数のキャリアを利用することができます。各ユーザ端末は、単一のアンテナ(たとえば、コストを低く抑えるために)または複数のアンテナ(たとえば、追加のコストがサポートされ得る場合)を備えることができる。

20

【0030】

図2は、ワイヤレスシステム100におけるアクセスポイント110ならびに2つのユーザ端末120mおよび120xのブロック図を示す。アクセスポイント110は、 $N_{ap}$ のアンテナ224a～224pを備える。ユーザ端末120mは、 $N_{ut,m}$ のアンテナ252ma～252muを備え、ユーザ端末120xは、 $N_{ut,x}$ のアンテナ252xa～252xuを備える。アクセスポイント110は、ダウンリンクでは送信エンティティであり、アップリンクでは受信エンティティである。各ユーザ端末120は、アップリンクでは送信エンティティであり、ダウンリンクでは受信エンティティである。本明細書で使用する「送信エンティティ」は、周波数チャネルを介してデータを送信することができる独立動作型の装置またはデバイスであり、「受信エンティティ」は、周波数チャネルを介してデータを受信することができる独立動作型の装置またはデバイスである。以下の説明では、下付き文字「dn」はダウンリンクを表し、下付き文字「up」はアップリンクを表し、 $N_{up}$ のユーザ端末はアップリンク上の同時伝送のために選択され、 $N_{dn}$ のユーザ端末はダウンリンク上の同時伝送のために選択され、 $N_{up}$ は $N_{dn}$ と等しくてもよく、または等しくなくてもよく、 $N_{up}$ および $N_{dn}$ は静的な値であってもよく、または、スケジューリング間隔ごとに変化してもよい。アクセスポイントおよびユーザ端末において、ビームステアリングまたは何らかの他の空間処理技法が使用され得る。

30

【0031】

アップリンク上では、アップリンク送信のために選択された各ユーザ端末120において、TXデータプロセッサ288は、データソース286からトラフィックデータを受信し、コントローラ280から制御データを受信する。TXデータプロセッサ288は、ユーザ端末のために選択されるレートに関連した符号化および変調方式に基づいて、ユーザ端末のためのトラフィックデータ $\{d_{up}\}$ を処理(たとえば、符号化、インターリーブ、および変調)し、 $N_{ut,m}$ のアンテナのうちの1つのためのデータシンボルストリーム $\{s_{up}\}$ を提供する。トランシーバフロントエンド(TX/RX)254(無線周波数フロントエンド(RFFE)としても知られる)は、アップリンク信号を生成するために、それぞれのシンボルストリームを受信し、処理(たとえば、アナログに変換、増幅、フィルタ処理、および周波数アップコンバート)する。トランシーバフロントエンド254は、また、たとえば、RFスイッチを介して、送信ダイバーシ

40

50

ティのための $N_{u_{t,m}}$ のアンテナのうちの1つにアップリンク信号をルーティングする。コントローラ280は、トランシーバフロントエンド254内のルーティングを制御することができる。

【0032】

数 $N_{u_p}$ のユーザ端末は、アップリンク上の同時伝送のためにスケジューリングされ得る。これらのユーザ端末の各々は、アップリンク上で処理されたシンボルストリームのそのセットをアクセスポイントに送信する。

【0033】

アクセスポイント110において、 $N_{a_p}$ のアンテナ224a～224apは、アップリンク上で伝送するすべての $N_{u_p}$ のユーザ端末からのアップリンク信号を受信する。受信ダイバーシティでは、トランシーバフロントエンド222は、処理のためにアンテナ224のうちの1つから受信された信号を選択することができる。本開示のいくつかの態様では、複数のアンテナ224から受信された信号の組合せは、強化された受信ダイバーシティのために結合され得る。アクセスポイントのトランシーバフロントエンド222はまた、ユーザ端末のトランシーバフロントエンド254によって実行されるものを補足する処理を実行し、復元されたアップリンクデータシンボルストリームを提供する。受信されたアップリンクデータシンボルストリームは、ユーザ端末によって送信されたデータシンボルストリーム $\{s_{u_p}\}$ の推定値である。RXデータプロセッサ242は、そのストリームのために使用されたレートに従って復元されたアップリンクデータシンボルストリームを処理(たとえば、復調、デインタリーブ、および復号)して、復号データを得る。各ユーザ端末のための復号データは、記憶するためにデータシンク244に提供され得てもよく、および/または、さらなる処理のためにコントローラ230に提供され得る。

【0034】

ダウンリンク上で、アクセスポイント110において、TXデータプロセッサ210は、ダウンリンク伝送のためにスケジュールされた $N_{d_n}$ のユーザ端末のためのデータソース208からのトラフィックデータと、コントローラ230からの制御データと、おそらくはスケジューラ234からの他のデータとを受信する。様々なタイプのデータは、異なるトランスポートチャネル上で送信され得る。TXデータプロセッサ210は、そのユーザ端末のために選択されたレートに基づいて、各ユーザ端末のトラフィックデータを処理(たとえば、符号化、インタリーブ、変調)する。TXデータプロセッサ210は、 $N_{a_p}$ のアンテナのうちの1つから送信される $N_{d_n}$ のユーザ端末のうちの1つまたは複数のためのダウンリンクデータシンボルストリームを提供することができる。トランシーバフロントエンド222は、ダウンリンク信号を生成するために、シンボルストリームを受信し、処理(たとえば、アナログ変換、増幅、フィルタリング、および周波数アップコンバート)する。トランシーバフロントエンド222は、また、たとえば、RFスイッチを介して、送信ダイバーシティのために $N_{a_p}$ のアンテナ224のうちの1つまたは複数にダウンリンク信号をルーティングすることができる。コントローラ230は、トランシーバフロントエンド222内のルーティングを制御することができる。

【0035】

各ユーザ端末120において、 $N_{u_{t,m}}$ のアンテナ252は、アクセスポイント110からダウンリンク信号を受信する。ユーザ端末120における受信ダイバーシティでは、トランシーバフロントエンド254は、処理のためにアンテナ252のうちの1つから受信される信号を選択することができる。本開示のいくつかの態様では、複数のアンテナ252から受信された信号の組合せは、強化された受信ダイバーシティのために結合され得る。ユーザ端末のトランシーバフロントエンド254はまた、アクセスポイントのトランシーバフロントエンド222によって実行されるものを補足する処理を実行し、復元されたダウンリンクデータシンボルストリームを提供する。RXデータプロセッサ270は、ユーザ端末のための復号データを得るために、復元されたダウンリンクデータシンボルストリームを処理(たとえば、復調、デインタリーブ、および復号)する。

【0036】

10

20

30

40

50

当業者は、本明細書で説明される技術が、一般的にTDMA、SDMA、直交周波数分割多元接続(OFDMA)、CDMA、SC-FDMA、およびそれらの組合せなどの、任意のタイプの多元接続方式を利用するシステムにおいて適用され得ることを認識するであろう。

【0037】

例示的な位相シフト回路

ミリメートル波長(たとえば、60GHz、77GHz、または79GHz)において動作する大部分のワイヤレスリンクは、送信(TX)と受信(RX)との両方においてビームフォーミングを利用する。これらの用途のほとんどすべては、無線周波数(RF)におけるビームフォーミングを好む。RFビームフォーミングは、典型的には図3の例示的な無線周波数フロントエンド(RFFE)300において示すように、位相シフタを用いて達成される。

10

【0038】

RFFEは、典型的には1つまたは複数の送信チェーン、受信チェーン、または送受信チェーン(4つの送受信チェーンが図3のRFFE300内に示されている)と、電力合成器/分配器302と、ミキサ304と、ベースバンドおよびデジタル信号処理のための処理システム306とを含む。各送信チェーン、受信チェーン、または送受信チェーンは、アンテナ308と、1つまたは複数の増幅器(たとえば、信号受信用の低雑音増幅器(LNA:low noise amplifier)310、または信号送信用の電力増幅器(PA:power amplifier)312)と、位相シフタ316とを含んでもよい。図3には示されていないが、各チェーンはまた、デュプレクサ、ダイプレクサ、カプラ、スイッチなどの様々な適切な追加の構成要素のいずれかを含んでもよい。

20

【0039】

位相シフタ316は、位相シフタから出力される信号が入力信号と位相差を有するよう、位相シフタに入力される信号の位相を(特定の周波数において)シフトするために使用される。様々なRFチェーンにおいて異なる量の位相シフトを使用することによって、ワイヤレス通信のためのビームフォーミングのために利用することができるフェーズドアレイが作成される。さらに、RFチェーンにおいて可変位相シフタを用いることによって、複数のアンテナ310からのビームフォーミングは、所望に調整されてもよい。

【0040】

位相シフタは、受動または能動であることが可能である。受動位相シフタは、TX/RXの間で共有されてもよく、これは、かなりの不動産を節約する。さらに、受動位相シフタは、電力消費がほとんどなく、これは、ミリ波回路が電力を多く消費する(power hungry)ので、携帯電話用途に関する重要な課題を克服する。受動位相シフタはまた、より良好な線型性および雑音性能を有する。しかしながら、受動位相シフタに関する最大の課題は、挿入損失とグループ遅延である。

30

【0041】

したがって、必要とされるのは、低挿入損失と低グループ遅延とを有する受動位相シフト回路である。

【0042】

本開示の特定の態様は、従来の受動位相シフタと比較してより低い損失とより低いグループ遅延とを有する受動位相シフタを提供する。

【0043】

40

図4は、本開示の特定の態様による、複数の受動位相シフト段410、420を有する例示的なデジタル制御位相シフタ400のブロック図である。2つのみの位相シフト段410、420が図4中に示されているが、位相シフタは、単一の段を含む任意の所望の数の位相シフト段を有してもよい。位相シフト段410、420は直列に接続され、各位相シフト段は、異なる量の位相シフト( )(たとえば、180°, 90°, 45°, 22.5°など)を提供してもよい。このように、位相シフタ400のための異なる量の全体的な位相シフトは、各位相シフト段の動作を個別に制御するためにデジタル制御ラインを使用することによって選択されてもよい。

【0044】

たとえば、位相シフタ400は、2つのデジタル制御ラインを使用して動作する2ビット位相シフタであってもよい。この場合において、第1の位相シフト段410は、第1のデジタル

50

制御ラインに従って、(位相シフタ400の入力端子402に到着する)入力信号を0°。(すなわち、事実上位相シフトなし)または $\phi_1=180^\circ$ のいずれかに位相シフトしてもよい。第2の位相シフト段420は、位相シフタ400の出力端子404において信号を出力するために、第2のデジタル制御ラインに従って、第1の段410からの出力信号を0°または $\phi_2=90^\circ$ のいずれかに位相シフトしてもよい。このように、2つのビットは、0°、90°、180°、および270°。(90°の位相シフトが続く180°の位相シフト)の位相シフトの間で選択するために使用されてもよい。

#### 【 0 0 4 5 】

各位相シフト段は、伝送ライン406と、第1のスイッチ(SW1)と、第2のスイッチ(SW2)と、インダクタ408などのインピーダンスとを含んでもよい。伝送ライン406は、第1および第2の端部421、422を有する。インピーダンスは、ノード424と、図示のように電気的グランドであってもよい基準電圧レベル426とに接続される。第1のスイッチSW1は、伝送ライン406の第1の端部421とノード424とに接続されてもよく、第2のスイッチSW2は、伝送ライン406の第2の端部422とノード424とに接続されてもよい。実際には、伝送ラインに沿った任意の2つの点が(位相変化の量を変化させた)接続のために使用されてもよいが、本開示の残りの部分は、説明の簡略化のために、伝送ラインの端部421、422を使用して説明する。

10

#### 【 0 0 4 6 】

伝送ライン406は、マイクロストリップまたは当業者に公知の様々な他の適切な伝送ラインのいずれかを使用して形成されてもよい。各位相シフト段における位相シフト( )は、伝送ライン406の特性(たとえば、長さ)によって決定される。位相シフト段におけるスイッチSW1およびSW2は、開閉動作が単一のデジタル制御ラインによって制御される二極単投(DPST)スイッチとして実装されてもよい。各段におけるインピーダンスは、以下に詳細に説明するように、伝送ライン406の位相対周波数動作に対応するように選択されてもよい。

20

#### 【 0 0 4 7 】

図4に示す2ビット位相シフタに関して、たとえば、挿入損失<6dBかつグループ遅延<3ピコ秒が、ミリ波において達成された。これらの値の両方は、従来の受動位相シフタよりもはるかに低い。

30

#### 【 0 0 4 8 】

図5Aは、本開示の特定の態様による、スイッチSW1およびSW2の両方が開いているときの位相シフト段420の等価回路500である。両方のスイッチが所与の位相シフト段において開いている場合、この段は、伝送ラインの特性に基づく位相差を有する。

#### 【 0 0 4 9 】

図5Bは、本開示の特定の態様による、両方のスイッチが閉じられるときの位相シフト段420の等価回路520である。両方のスイッチが所与の位相シフト段において閉じられるとき、この段は、図6中の等価回路600、610、および620によって説明されるように、インダクタ-キャパシタ(LC)共振器として動作する。等価回路600は図5Bの等価回路520と同じである。両方のスイッチSW1およびSW2が閉じられたとき、伝送ライン406は、2つの半分612、614に効果的に分割されていると考えてよい。これは、図6の等価回路610において示されている。伝送ライン406のそれぞれの半分612、614は、等価回路620において示すように、両方のスイッチSW1、SW2が閉じられたとき、位相シフト段がLC共振器のように機能するよう、キャパシタとして動作する。

40

#### 【 0 0 5 0 】

LC共振器は、伝送ラインの位相対周波数動作を模倣する(すなわち、周波数に対する位相変化の量は、LC共振器と伝送ラインとの両方に関して同じである)。理想的な場合において、中心周波数におけるLC共振器の入力と出力との間の位相差は、ゼロになる。周波数が変化するとき、共振器および伝送ラインの位相変化は、同じになる。このように、両方のスイッチSW1およびSW2が閉じられたとき、位相シフト段にわたる位相シフトは、存在しない(または、非常に小さい)。

50

## 【0051】

図7Aは、本開示の特定の態様による、図4の2ビット位相シフタ400における周波数に対する位相シフトの例示的なグラフ700である。グラフ700に描かれているように、位相シフト変化は、9GHzにわたって約0.5%であった。

## 【0052】

図7Bは、本開示の特定の態様による、図4の2ビット位相シフタ400における周波数に対するグループ遅延の例示的なグラフ710である。グラフ710に示すように、最大グループ遅延は、約0.17ピコ秒であった。

## 【0053】

上記で説明した様々な動作または方法は、対応する機能を実行することができる任意の適切な手段によって実行され得る。手段は、限定はしないが、回路、特定用途向け集積回路(ASIC)、またはプロセッサを含む、様々なハードウェアおよび/またはソフトウェア構成要素および/またはモジュールを含んでよい。一般に、図に示す動作が存在する場合、これらの動作は、同様の番号を有する対応する相手のミーンズ・プラス・ファンクション(means-plus-function)の構成要素を有することができる。

10

## 【0054】

たとえば、送信するための手段は、送信機(たとえば、図2に示すユーザ端末120のトランシーバフロントエンド254、もしくは、図2に示すアクセスポイント110のトランシーバフロントエンド222)、および/または、アンテナ(たとえば、図2に描かれたユーザ端末120mのアンテナ252ma～252mu、もしくは、図2に示すアクセスポイント110のアンテナ224a～224ap)を備えることができる。受信するための手段は、受信機(たとえば、図2に示すユーザ端末120のトランシーバフロントエンド254、もしくは、図2に示すアクセスポイント110のトランシーバフロントエンド222)、および/または、アンテナ(たとえば、図2に描かれたユーザ端末120mのアンテナ252ma～252mu、もしくは、図2に示すアクセスポイント110のアンテナ224a～224ap)を備えることができる。処理するための手段または決定するための手段は、処理システムを備えることができ、処理システムは、図2に示すユーザ端末120のRXデータプロセッサ270、TXデータプロセッサ288、および/またはコントローラ280などの、1つまたは複数のプロセッサを含むことができる。

20

## 【0055】

本明細書で使用される場合、「判定する、決定する(determining)」という用語は、多種多様なアクションを包含する。たとえば、「判定する、決定する」ことは、計算すること、算出すること、処理すること、導出すること、調査すること、ルックアップすること(たとえば、テーブル、データベース、または別のデータ構造をルックアップすること)、確認することなどを含み得る。さらに、「判定する、決定する」ことは、受信すること(たとえば、情報を受信すること)、アクセスすること(たとえば、メモリ内のデータにアクセスすること)などを含み得る。さらに、「判定する、決定する」ことは、解決すること、選択すること、選ぶこと、確立することなど含み得る。

30

## 【0056】

本明細書で使用される場合、項目のリストの「うちの少なくとも1つ」を参照する句は、単一のメンバーを含むこれらの項目の任意の組合せを指す。一例として、「a、b、またはcのうちの少なくとも1つ」は、a、b、c、a-b、a-c、b-c、およびa-b-cを包含するものとする。

40

## 【0057】

本開示に関して説明した様々な例示的な論理ブロック、モジュール、および回路は、汎用プロセッサ、デジタル信号プロセッサ(DSP)、特定用途向け集積回路(ASIC)、フィールドプログラマブルゲートアレイ(FPGA)もしくは他のプログラマブル論理デバイス(PLD)、ディスクリートゲートもしくはトランジスタロジック、ディスクリートハードウェア構成要素、または、本明細書に記載の機能を実行するように設計されたそれらの任意の組合せを用いて実現または実行され得る。汎用プロセッサはマイクロプロセッサであり得るが、代替として、プロセッサは、任意の市販のプロセッサ、コントローラ、マイクロコントロ

50

ーラ、またはステートマシンであり得る。プロセッサは、また、コンピューティングデバイスの組合せ、たとえば、DSPおよびマイクロプロセッサの組合せ、複数のマイクロプロセッサ、DSPコアと併せて1つもしくは複数のマイクロプロセッサ、または任意の他のそのような構成として実装され得る。

#### 【0058】

本明細書で開示される方法は、説明した方法を達成するための1つまたは複数のステップまたはアクションを含む。方法のステップおよび/またはアクションは、特許請求の範囲を逸脱することなく互いに交換され得る。言い換えれば、ステップまたはアクションの特定の順序が明記されていない限り、その順序および/または特定のステップおよび/またはアクションの使用は、特許請求の範囲を逸脱することなく修正され得る。

10

#### 【0059】

説明した機能は、ハードウェア、ソフトウェア、ファームウェア、またはそれらの任意の組合せにおいて実現され得る。ハードウェアにおいて実現された場合、例示的なハードウェア構成は、ワイヤレスノードにおける処理システムを備えることができる。処理システムは、バスアーキテクチャを用いて実装され得る。バスは、処理システムの特定の用途および全体的な設計制約に応じて、任意の数の相互接続バスおよびブリッジを含むことができる。バスは、プロセッサ、機械可読媒体、およびバスインターフェースを含む様々な回路を互いにリンクすることができる。バスインターフェースは、バスを介して、とりわけ、処理システムにネットワークアダプタを接続するために使用され得る。ネットワークアダプタは、物理層の信号処理機能を実装するために使用され得る。ユーザ端末120(図1参照)の場合において、ユーザインターフェース(たとえば、キーパッド、ディスプレイ、マウス、ジョイスティックなど)も、バスに接続され得る。バスは、当該技術分野において周知であり、したがって、これ以上説明することはない、タイミングソース、周辺装置、電圧調整器、電力管理回路などの、様々な他の回路もリンクすることができる。

20

#### 【0060】

処理システムは、外部バスアーキテクチャを介して他のサポート回路とともに互いにすべてリンクされた、プロセッサ機能を提供する1つまたは複数のマイクロプロセッサと、機械可読媒体の少なくとも一部を提供する外部メモリとを有する汎用処理システムとして構成され得る。代替的には、処理システムは、単一のチップ内に集積されたプロセッサと、バスインターフェースと、ユーザインターフェース(アクセス端末の場合における)と、サポート回路と、機械可読記憶媒体の少なくとも一部とを有するASIC(特定用途向け集積回路)を用いて、または、1つまたは複数のFPGA(フィールドプログラマブルゲートアレイ)、PLD(プログラマブル論理デバイス)、コントローラ、ステートマシン、ゲーテッドロジック、ディスクリートハードウェア構成要素、もしくは任意の他の適切な回路、もしくは、本開示を通して説明した様々な機能を実行することができる回路の任意の組合せを用いて実現され得る。当業者は、特定の用途とシステム全体に課せられた全体的な設計制約とに応じて処理システムに関する説明した機能を最良に実現する方法を認識するであろう。

30

#### 【0061】

特許請求の範囲は、上記で例示した正確な構成および構成要素に限定されないことを理解すべきである。上記で説明した方法および装置の配置、動作および詳細には、特許請求の範囲を逸脱することなく、様々な修正、変更および変形が行われ得る。

40

#### 【符号の説明】

#### 【0062】

- 100 ワイヤレス通信システム
- 110 アクセスポイント
- 120 ユーザ端末
- 120m ユーザ端末
- 120x ユーザ端末
- 130 システムコントローラ
- 208 データソース

50

210	TXデータプロセッサ	
222	トランシーバフロントエンド	
224a	アンテナ	
224ap	アンテナ	
230	コントローラ	
232	メモリ	
234	スケジューラ	
242	RXデータプロセッサ	
244	データシンク	
252	アンテナ	10
252ma	アンテナ	
252mu	アンテナ	
252xa	アンテナ	
252xu	アンテナ	
254	トランシーバフロントエンド	
270	RXデータプロセッサ	
280	コントローラ	
282	メモリ	
286	データソース	
288	TXデータプロセッサ	20
270	RXデータプロセッサ	
280	コントローラ	
282	メモリ	
286	データソース	
288	TXデータプロセッサ	
300	無線周波数フロントエンド(RFFE)	
302	電力合成器/分配器	
304	ミキサ	
306	処理システム	
308	アンテナ	30
310	低雑音増幅器	
312	電力増幅器	
316	位相シフタ	
400	デジタル制御位相シフタ	
402	入力端子	
406	伝送ライン	
410	受動位相シフト段	
420	受動位相シフト段	
421	第1の端部	
422	第2の端部	40
424	ノード	
426	基準電圧レベル	
500	等価回路	
520	等価回路	
600	等価回路	
610	等価回路	
612	伝送ライン406の各半分	
614	伝送ライン406の各半分	
620	等価回路	

【 囮 1 】

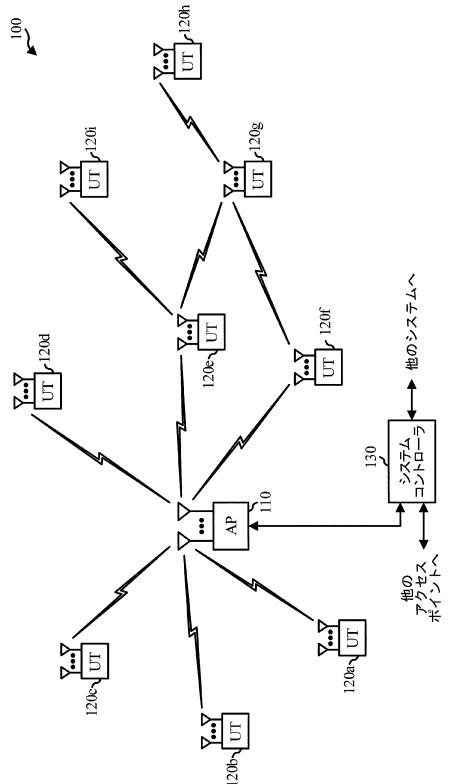


FIG. 1

【 図 2 】

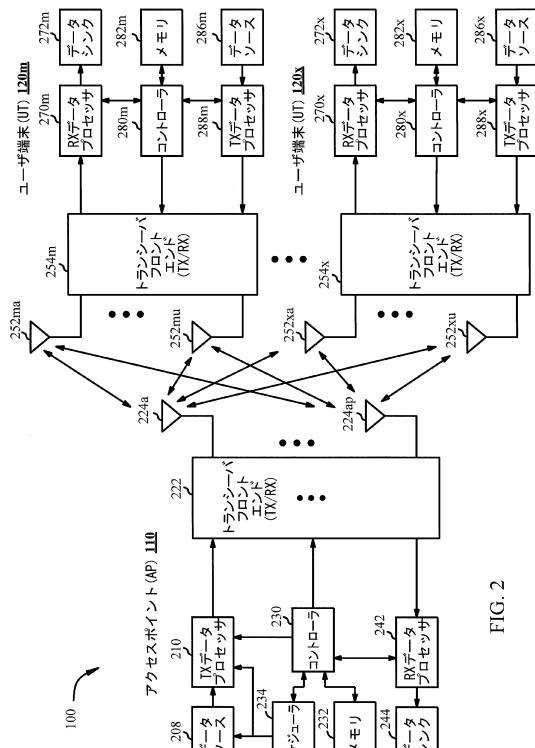


FIG. 2

【 四 3 】

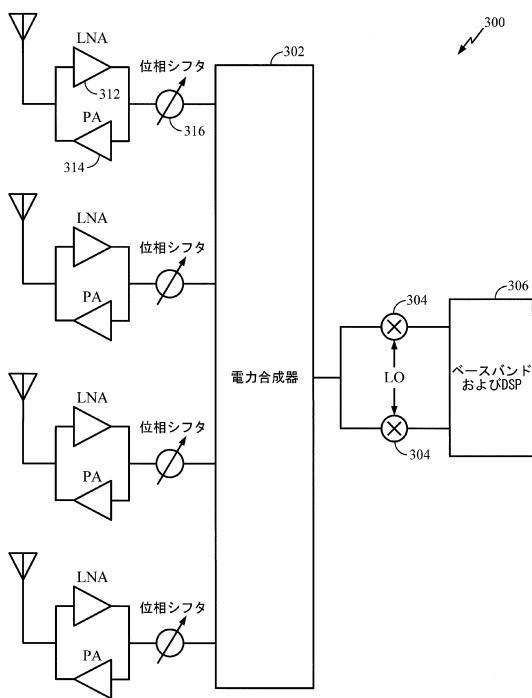


FIG. 3

【 4 】

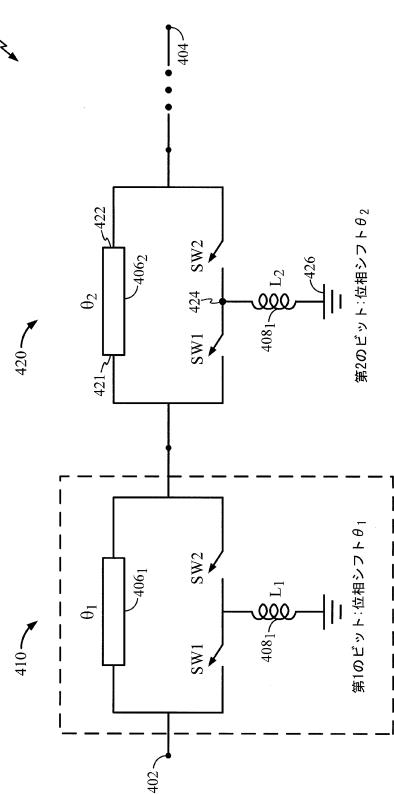


FIG. 4

【図 5 A】

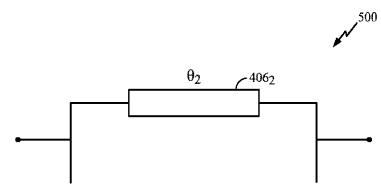


FIG. 5A

【図 5 B】

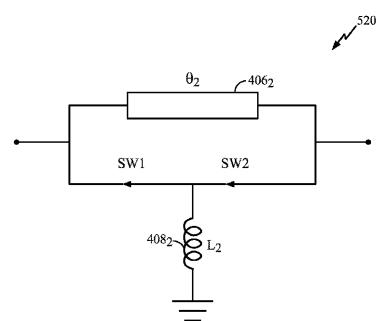


FIG. 5B

【図 6】

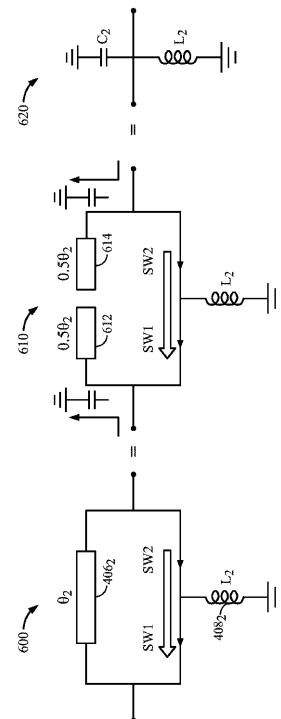


FIG. 6

【図 7 A】

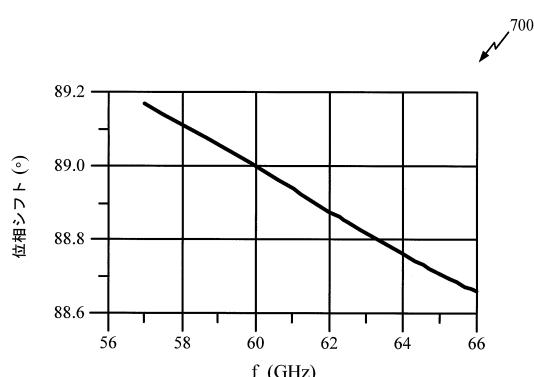


FIG. 7A

【図 7 B】

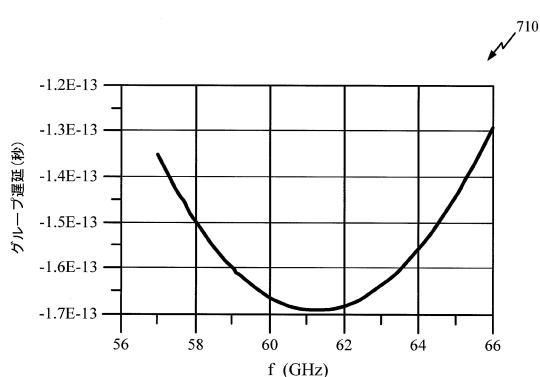


FIG. 7B

---

フロントページの続き

(56)参考文献 特開2008-187661(JP, A)  
特開平04-297102(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H 04 B 7 / 02