

(19) 日本国特許庁(JP)

再公表特許(A1)

(11) 国際公開番号

W02013/061679

発行日 平成27年4月2日 (2015.4.2)

(43) 国際公開日 平成25年5月2日 (2013.5.2)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
<b>H03F 3/195 (2006.01)</b>	H03F 3/195	5J500
<b>H03F 3/213 (2006.01)</b>	H03F 3/213	

審査請求 有 予備審査請求 未請求 (全 51 頁)

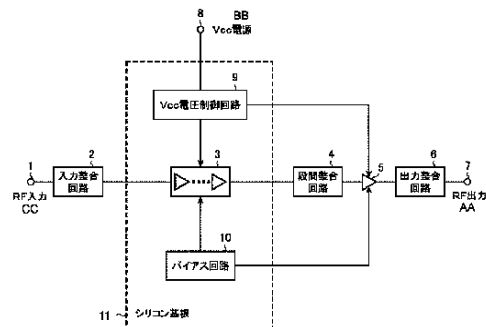
出願番号 特願2013-540690 (P2013-540690)	(71) 出願人 000006013 三菱電機株式会社 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号
(21) 国際出願番号 PCT/JP2012/071423	
(22) 国際出願日 平成24年8月24日 (2012.8.24)	
(31) 優先権主張番号 特願2011-236119 (P2011-236119)	(74) 代理人 100123434 弁理士 田澤 英昭
(32) 優先日 平成23年10月27日 (2011.10.27)	(74) 代理人 100101133 弁理士 濱田 初音
(33) 優先権主張国 日本国 (JP)	(74) 代理人 100173934 弁理士 久米 輝代
	(74) 代理人 100156351 弁理士 河村 秀央
	(72) 発明者 向井 謙治 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 高周波増幅器モジュール及び高周波増幅器モジュールユニット

(57) 【要約】

RF入力端子1から入力されたRF信号を増幅するドライバ段増幅器3と、そのドライバ段増幅器3により増幅された信号を増幅し、増幅後の信号をRF出力端子7に出力する最終段増幅器5とを備え、そのドライバ段増幅器3がシリコン基板11上に形成され、その最終段増幅器5がガリウム砒素基板上に形成されている。これにより、モジュールの全体がガリウム砒素基板71上に形成されている場合と同等の高周波特性を維持しながら、低コスト化を実現することができる。



- 2... INPUT MATCHING CIRCUIT
- 4... INTER-STAGE MATCHING CIRCUIT
- 6... OUTPUT MATCHING CIRCUIT
- 10... BIAS CIRCUIT
- 11... SILICON SUBSTRATE
- AA... RF OUTPUT
- BB... VCC POWER SUPPLY
- CC... RF INPUT

**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

入力端子から入力された信号を増幅する多段構成のドライバ段増幅器と、上記ドライバ段増幅器により増幅された信号を増幅し、増幅後の信号を出力端子に出力する最終段増幅器とを備えた高周波増幅器モジュールにおいて、

上記ドライバ段増幅器がシリコン基板上に形成され、上記最終段増幅器がガリウム砒素基板上に形成されていることを特徴とする高周波増幅器モジュール。

**【請求項 2】**

一端がドライバ段増幅器の入力側に接続され、他端が最終段増幅器の出力側に接続されているバイパス経路と、上記バイパス経路上に配置されているバイパス増幅器とを備え、

上記バイパス増幅器がシリコン基板上に形成されていることを特徴とする請求項 1 記載の高周波増幅器モジュール。

**【請求項 3】**

一端がドライバ段増幅器の出力側に接続され、他端が最終段増幅器の出力側に接続されているバイパス経路と、上記バイパス経路上に配置され、上記最終段増幅器よりサイズが小さいバイパス増幅器とを備え、

上記バイパス増幅器がシリコン基板上に形成されていることを特徴とする請求項 1 記載の高周波増幅器モジュール。

**【請求項 4】**

一端がドライバ段増幅器の入力側に接続され、他端が最終段増幅器の出力側に接続されているバイパス経路と、上記バイパス経路上に配置され、上記入力端子から入力された信号を増幅する多段構成のバイパスクラウドドライバ段増幅器と、上記バイパス経路上に配置され、上記バイパスクラウドドライバ段増幅器により増幅された信号を増幅し、増幅後の信号を出力端子に出力するバイパス最終段増幅器とを備え、

上記バイパスクラウドドライバ段増幅器がシリコン基板上に形成され、上記バイパス最終段増幅器がガリウム砒素基板上に形成されていることを特徴とする請求項 1 記載の高周波増幅器モジュール。

**【請求項 5】**

一端がドライバ段増幅器の入力側に接続され、他端がドライバ段増幅器の出力側に接続されている第 1 のバイパス経路と、一端が最終段増幅器の入力側に接続され、他端が上記最終段増幅器の出力側に接続されている第 2 のバイパス経路と、上記第 1 のバイパス経路上に配置され、上記ドライバ段増幅器よりサイズが小さいバイパス増幅器とを備え、

上記バイパス増幅器がシリコン基板上に形成されていることを特徴とする請求項 1 記載の高周波増幅器モジュール。

**【請求項 6】**

ガリウム砒素基板上に形成されている最終段増幅器が、ドライバ段増幅器の出力側に複数並列に接続されていることを特徴とする請求項 1 記載の高周波増幅器モジュール。

**【請求項 7】**

一端がドライバ段増幅器の出力側に接続され、他端が最終段増幅器の出力側に接続されているバイパス経路を備えていることを特徴とする請求項 1 記載の高周波増幅器モジュール。

**【請求項 8】**

ドライバ段増幅器の入力側に入力整合回路、上記ドライバ段増幅器と最終段増幅器の間に段間整合回路、上記最終段増幅器の出力側に出力整合回路が配置されており、上記入力整合回路、上記段間整合回路及び上記出力整合回路の一部又は全部がガリウム砒素基板上に形成されていることを特徴とする請求項 1 記載の高周波増幅器モジュール。

**【請求項 9】**

ドライバ段増幅器の入力側に入力整合回路、上記ドライバ段増幅器と最終段増幅器の間に段間整合回路、上記最終段増幅器の出力側に出力整合回路が配置されており、上記入力整合回路、上記段間整合回路及び上記出力整合回路の一部又は全部がシリコン基板上又は

10

20

30

40

50

外部のモジュール上に形成されていることを特徴とする請求項 1 記載の高周波増幅器モジュール。

【請求項 1 0】

ドライバ段増幅器及び最終段増幅器が配置されている主経路又はバイパス経路のうち、信号を流す経路を選択する経路切替用スイッチが設けられており、上記経路切替用スイッチがシリコン基板上に形成されていることを特徴とする請求項 2 記載の高周波増幅器モジュール。

【請求項 1 1】

経路切替用スイッチを制御する切替制御回路が設けられており、上記切替制御回路がシリコン基板上に形成されていることを特徴とする請求項 1 0 記載の高周波増幅器モジュール。

10

【請求項 1 2】

複数の最終段増幅器のうち、ドライバ段増幅器により増幅された信号を与える最終段増幅器を切り替える経路切替用スイッチが設けられており、上記経路切替用スイッチがシリコン基板上に形成されていることを特徴とする請求項 6 記載の高周波増幅器モジュール。

【請求項 1 3】

経路切替用スイッチを制御する切替制御回路が設けられており、上記切替制御回路がシリコン基板上に形成されていることを特徴とする請求項 1 2 記載の高周波増幅器モジュール。

【請求項 1 4】

ドライバ段増幅器及び最終段増幅器のバイアスを設定するバイアス回路が設けられており、上記バイアス回路がシリコン基板上に形成されていることを特徴とする請求項 1 記載の高周波増幅器モジュール。

20

【請求項 1 5】

ドライバ段増幅器及び最終段増幅器の電源電圧を制御する電源電圧制御回路が設けられており、上記電源電圧制御回路がシリコン基板上に形成されていることを特徴とする請求項 1 記載の高周波増幅器モジュール。

【請求項 1 6】

ガリウム砒素基板上に形成されており、バイアス回路により設定されるバイアスを調整するバイアス調整手段を備えていることを特徴とする請求項 1 4 記載の高周波増幅器モジュール。

30

【請求項 1 7】

バイアス調整手段が、ガリウム砒素基板の温度を検知する温度検知回路で構成されており、上記温度検知回路が、上記ガリウム砒素基板の温度に応じてバイアス回路により設定されるバイアスを調整することを特徴とする請求項 1 6 記載の高周波増幅器モジュール。

【請求項 1 8】

バイアス調整手段が、バイポーラトランジスタを含むカレントミラー型のバイアス回路で構成されていることを特徴とする請求項 1 6 記載の高周波増幅器モジュール。

【請求項 1 9】

バイアス調整手段が、バイポーラトランジスタを含むエミッタフォロア型のバイアス回路で構成されていることを特徴とする請求項 1 6 記載の高周波増幅器モジュール。

40

【請求項 2 0】

請求項 1 記載の高周波増幅器モジュールが複数個実装されている高周波増幅器モジュールユニット。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

この発明は、例えば、高周波信号である R F 信号を増幅する高周波増幅器モジュールと、その高周波増幅器モジュールが複数個実装されている高周波増幅器モジュールユニットとに関するものである。

50

**【背景技術】****【0002】**

図12は以下の非特許文献1に開示されている従来の高周波増幅器モジュールを示す構成図である。

従来の高周波増幅器モジュールでは、RF入力端子101からRF信号が入力されると、多段構成のドライバ段増幅器102がRF信号を増幅し、最終段増幅器103がドライバ段増幅器102により増幅されたRF信号を更に増幅して、増幅後のRF信号をRF出力端子104に出力する。

**【0003】**

ただし、最終段増幅器103と並列にバイパス経路105が設けられており、切替制御回路106の制御の下で、切替スイッチ107の出力先がバイパス経路105側に切り替えられ、切替スイッチ108がオフの状態になっていれば、ドライバ段増幅器102により増幅されたRF信号は、最終段増幅器103では増幅されずに、バイパス経路105を経由してRF出力端子104から出力される。

なお、ドライバ段増幅器102及び最終段増幅器103の電源電圧は、Vcc電源109から供給されており、ドライバ段増幅器102及び最終段増幅器103のバイアスは、バイアス回路110により設定されている。

**【0004】**

高周波増幅器モジュールでは、各構成要素がシリコン基板上に形成されることが一般的であったが、非特許文献1に開示されている高周波増幅器モジュールでは、高効率化を図るために、ドライバ段増幅器102や最終段増幅器103を高周波特性に優れている化合物半導体であるガリウム砒素基板上に形成するようにしている。

また、切替制御回路106やバイアス回路110についても、モジュール全体のサイズの要求からガリウム砒素基板上に形成するようにしている。

即ち、非特許文献1に開示されている高周波増幅器モジュールでは、モジュールの全体をガリウム砒素基板上に形成するようにしている。

**【先行技術文献】****【非特許文献】****【0005】**

【非特許文献1】G.Hau et al., "Multi-Mode WCDMA Power Amplifier Module with Improved Low-Power Efficiency using Stage-Bypass," IEEE RFIC Symposium Dig., pp.163-166, June 2010

**【発明の概要】****【発明が解決しようとする課題】****【0006】**

従来の高周波増幅器モジュールは以上のように構成されているので、モジュールの全体がガリウム砒素基板上に形成されて高効率化が図られている。しかし、高周波特性に優れている化合物半導体であるガリウム砒素基板はチップ単価が高いため、製造コストが高価になってしまう課題があった。

**【0007】**

この発明は上記のような課題を解決するためになされたもので、モジュールの全体がガリウム砒素基板上に形成されている場合と同等の高周波特性を維持しながら、低コスト化を実現することができる高周波増幅器モジュール及び高周波増幅器モジュールユニットを得ることを目的とする。

**【課題を解決するための手段】****【0008】**

この発明に係る高周波増幅器モジュールは、入力端子から入力された信号を増幅する多段構成のドライバ段増幅器と、そのドライバ段増幅器により増幅された信号を増幅し、増幅後の信号を出力端子に出力する最終段増幅器とを備え、そのドライバ段増幅器がシリコン基板上に形成され、その最終段増幅器がガリウム砒素基板上に形成されているようにし

10

20

30

40

50

たものである。

【発明の効果】

【0009】

この発明によれば、入力端子から入力された信号を増幅する多段構成のドライバ段増幅器と、そのドライバ段増幅器により増幅された信号を増幅し、増幅後の信号を出力端子に出力する最終段増幅器とを備え、そのドライバ段増幅器がシリコン基板上に形成され、その最終段増幅器がガリウム砒素基板上に形成されているように構成したので、モジュールの全体がガリウム砒素基板上に形成されている場合と同等の高周波特性を維持しながら、低コスト化を実現することができる効果がある。

【図面の簡単な説明】

10

【0010】

【図1】この発明の実施の形態1による高周波増幅器モジュールを示す構成図である。

【図2】この発明の実施の形態2による高周波増幅器モジュールを示す構成図である。

【図3】この発明の実施の形態3による高周波増幅器モジュールを示す構成図である。

【図4】この発明の実施の形態4による高周波増幅器モジュールを示す構成図である。

【図5】この発明の実施の形態5による高周波増幅器モジュールを示す構成図である。

【図6】この発明の実施の形態6による高周波増幅器モジュールを示す構成図である。

【図7】この発明の実施の形態7による高周波増幅器モジュールユニットを示す構成図である。

【図8】この発明の実施の形態8による高周波増幅器モジュールユニットを示す構成図である。

20

【図9】この発明の実施の形態9による高周波増幅器モジュールを示す構成図である。

【図10】この発明の実施の形態10による高周波増幅器モジュールを示す構成図である。

【図11】この発明の実施の形態11による高周波増幅器モジュールを示す構成図である。

【図12】非特許文献1に開示されている従来の高周波増幅器モジュールを示す構成図である。

【発明を実施するための形態】

【0011】

30

以下、この発明をより詳細に説明するために、この発明を実施するための形態について、添付の図面に従って説明する。

実施の形態1

図1はこの発明の実施の形態1による高周波増幅器モジュールを示す構成図である。

図1において、RF入力端子1はRF信号を入力する端子である。

入力整合回路2はドライバ段増幅器3の入力側の整合回路である。

【0012】

ドライバ段増幅器3は1～N段の増幅素子から構成されている多段の増幅器であり、RF入力端子1から入力されたRF信号を増幅し、増幅後のRF信号を段間整合回路4に出力するデバイスである。

40

段間整合回路4はドライバ段増幅器3と最終段増幅器5の間に配置されている整合回路である。

【0013】

最終段増幅器5はドライバ段増幅器3により増幅されたRF信号を更に増幅して、増幅後のRF信号を出力整合回路6に出力するデバイスである。

出力整合回路6は最終段増幅器5の出力側の整合回路である。

RF出力端子7は最終段増幅器5により増幅されたRF信号を出力する端子である。

【0014】

Vcc電源8は電源電圧Vccを出力する電源である。

Vcc電圧制御回路9はドライバ段増幅器3及び最終段増幅器5のドレイン又はコレク

50

タに供給する直流電圧を制御する電源電圧制御回路である。

なお、ドライバ段増幅器 3 及び最終段増幅器 5 のドレイン又はコレクタに供給する直流電圧は、Vcc 電源 8 から出力される電源電圧 Vcc と同じ電圧であってもよいし、その電源電圧 Vcc を可変した電圧であってもよい。

バイアス回路 10 はドライバ段増幅器 3 及び最終段増幅器 5 のゲート又はベースに供給する直流電圧又は直流電流を制御することで、ドライバ段増幅器 3 及び最終段増幅器 5 のバイアスを設定する回路である。

#### 【0015】

シリコン基板 11 はシリコンで形成されている基板であり、シリコン基板 11 にはドライバ段増幅器 3、Vcc 電圧制御回路 9 及びバイアス回路 10 が形成されている。

10

入力整合回路 2、段間整合回路 4 及び出力整合回路 6 と最終段増幅器 5 は、ガリウム砒素基板上に形成されている。

#### 【0016】

次に動作について説明する。

まず、Vcc 電圧制御回路 9 は、Vcc 電源 8 から電源電圧 Vcc の供給を受けると、ドライバ段増幅器 3 及び最終段増幅器 5 のドレイン又はコレクタに供給する直流電圧を制御することで、ドライバ段増幅器 3 及び最終段増幅器 5 を駆動可能な状態に設定する。

バイアス回路 10 は、ドライバ段増幅器 3 及び最終段増幅器 5 における RF 信号の増幅率等を所望値に設定するため、例えば、外部から与えられる増幅率の設定情報等にしがって、ドライバ段増幅器 3 及び最終段増幅器 5 のゲート又はベースに供給する直流電圧又は直流電流を制御することで、ドライバ段増幅器 3 及び最終段増幅器 5 のバイアスを設定する。

20

#### 【0017】

バイアス回路 10 によりドライバ段増幅器 3 及び最終段増幅器 5 のバイアスが設定されている状態で、RF 入力端子 1 から RF 信号が入力されると、その RF 信号は入力整合回路 2 を通過してドライバ段増幅器 3 に入力される。

ドライバ段増幅器 3 は、入力整合回路 2 を通過してきた RF 信号を増幅し、増幅後の RF 信号を段間整合回路 4 に出力する。

#### 【0018】

ドライバ段増幅器 3 から出力された RF 信号は、段間整合回路 4 を通過して最終段増幅器 5 に入力される。

30

最終段増幅器 5 は、段間整合回路 4 を通過してきた RF 信号を増幅し、増幅後の RF 信号を出力整合回路 6 に出力する。

最終段増幅器 5 から出力された RF 信号は、出力整合回路 6 を通過して、RF 出力端子 7 から外部に出力される。

#### 【0019】

図 1 の高周波増幅器モジュールでは、ドライバ段増幅器 3 がシリコン基板 11 上に形成され、最終段増幅器 5 がガリウム砒素基板上に形成されているが、高周波特性に支配的な増幅器は最終段増幅器 5 であり、ドライバ段増幅器 3 は高周波特性に特段の影響を与えない増幅器である。

40

このため、高周波特性に優れているガリウム砒素基板上に最終段増幅器 5 を形成すれば、ドライバ段増幅器 3 をシリコン基板 11 上に形成しても、モジュールの全体がガリウム砒素基板上に形成されている場合と同等の高周波特性を維持することができる。

このように、ドライバ段増幅器 3 をシリコン基板 11 上に形成することで、ガリウム砒素基板で形成するチップの面積を削減することができるため、低コスト化を実現することができる。

#### 【0020】

この実施の形態 1 では、入力整合回路 2、段間整合回路 4 及び出力整合回路 6 をガリウム砒素基板上に形成しているものを示したが、その全てをガリウム砒素基板上に形成せずに、その一部をシリコン基板 11 (あるいは、外部のモジュール) 上に形成するようし

50

ても、モジュールの全体がガリウム砒素基板上に形成されている場合と同等の高周波特性を維持することができる。

例えば、入力整合回路 2 と段間整合回路 4 をシリコン基板 1 1 (あるいは、外部のモジュール) 上に形成して、出力整合回路 6 をガリウム砒素基板上に形成するようにしてもよいし、入力整合回路 2 をシリコン基板 1 1 (あるいは、外部のモジュール) 上に形成して、段間整合回路 4 と出力整合回路 6 をガリウム砒素基板上に形成するようにしてもよい。

また、出力整合回路 6 をシリコン基板 1 1 (あるいは、外部のモジュール) 上に形成して、入力整合回路 2 と段間整合回路 4 をガリウム砒素基板上に形成するようにしてもよい。

#### 【 0 0 2 1 】

なお、この実施の形態 1 では、高周波増幅器モジュールが入力整合回路 2、段間整合回路 4 及び出力整合回路 6 を実装しているものを示したが、入力整合回路 2、段間整合回路 4 及び出力整合回路 6 の一部又は全部を実装していない高周波増幅器モジュールであってもよい。

#### 【 0 0 2 2 】

実施の形態 2 .

図 2 はこの発明の実施の形態 2 による高周波増幅器モジュールを示す構成図であり、図において、図 1 と同一符号は同一または相当部分を示すので説明を省略する。

バイパス経路 2 1 は一端がドライバ段増幅器 3 の入力側に接続され、他端が最終段増幅器 5 の出力側に接続されている経路である。

この実施の形態 2 では、ドライバ段増幅器 3 及び最終段増幅器 5 が配置されている経路を「主経路」と称する。

バイパス増幅器 2 2 はバイパス経路 2 1 上に配置されているドライバ段増幅器であり、バイパス増幅器 2 2 のサイズは、信号の増幅率が、ドライバ段増幅器 3 及び最終段増幅器 5 のトータルの増幅率より小さくなるように設計されている。

#### 【 0 0 2 3 】

経路切替用スイッチ 2 3 はバイパス経路 2 1 上で、バイパス増幅器 2 2 の入力側に配置され、切替制御回路 2 6 の制御の下でオン/オフするスイッチである。

経路切替用スイッチ 2 4 はバイパス経路 2 1 上で、バイパス増幅器 2 2 の出力側に配置され、切替制御回路 2 6 の制御の下でオン/オフするスイッチである。

経路切替用スイッチ 2 5 は主経路上で、ドライバ段増幅器 3 の出力側に配置され、切替制御回路 2 6 の制御の下でオン/オフするスイッチである。

#### 【 0 0 2 4 】

切替制御回路 2 6 は経路切替用スイッチ 2 3 , 2 4 , 2 5 をオン/オフすることで、RF 信号を流す経路として、主経路又はバイパス経路 2 1 を選択する回路である。

この実施の形態 2 では、バイパス増幅器 2 2、経路切替用スイッチ 2 3 , 2 4 , 2 5 及び切替制御回路 2 6 がシリコン基板 1 1 上に形成されている。

#### 【 0 0 2 5 】

次に動作について説明する。

まず、Vcc 電圧制御回路 9 は、Vcc 電源 8 から電源電圧 Vcc の供給を受けると、ドライバ段増幅器 3、最終段増幅器 5 及びバイパス増幅器 2 2 のドレイン又はコレクタに供給する直流電圧を制御することで、ドライバ段増幅器 3、最終段増幅器 5 及びバイパス増幅器 2 2 を駆動可能な状態に設定する。

バイパス回路 1 0 は、ドライバ段増幅器 3、最終段増幅器 5 及びバイパス増幅器 2 2 における RF 信号の増幅率等を所望値に設定するため、例えば、外部から与えられる増幅率の設定情報等にしながら、ドライバ段増幅器 3、最終段増幅器 5 及びバイパス増幅器 2 2 のゲート又はベースに供給する直流電圧又は直流電流を制御することで、ドライバ段増幅器 3、最終段増幅器 5 及びバイパス増幅器 2 2 のバイパスを設定する。

#### 【 0 0 2 6 】

バイパス回路 1 0 によりドライバ段増幅器 3、最終段増幅器 5 及びバイパス増幅器 2 2

10

20

30

40

50

のバイアスが設定されている状態で、RF入力端子1からRF信号が入力されると、そのRF信号は入力整合回路2を通過する。

切替制御回路26は、例えば、外部からRF信号を低出力電力で駆動する旨を示す制御情報を入力すると、経路切替用スイッチ23, 24をオンに制御して、経路切替用スイッチ25をオフに制御することで、RF信号を流す経路として、バイパス経路21を選択する。

【0027】

これにより、入力整合回路2を通過したRF信号がバイパス増幅器22に入力される。

バイパス増幅器22は、入力整合回路2を通過してきたRF信号を増幅し、増幅後のRF信号を出力整合回路6に出力する。

バイパス増幅器22から出力されたRF信号は、出力整合回路6を通過して、RF出力端子7から外部に出力される。

【0028】

切替制御回路26は、例えば、外部からRF信号を高出力電力で駆動する旨を示す制御情報を入力すると、経路切替用スイッチ23, 24をオフに制御して、経路切替用スイッチ25をオンに制御することで、RF信号を流す経路として、主経路を選択する。

これにより、入力整合回路2を通過したRF信号がドライバ段増幅器3に入力される。

ドライバ段増幅器3は、入力整合回路2を通過してきたRF信号を増幅し、増幅後のRF信号を段間整合回路4に出力する。

【0029】

ドライバ段増幅器3から出力されたRF信号は、段間整合回路4を通過して最終段増幅器5に入力される。

最終段増幅器5は、段間整合回路4を通過してきたRF信号を増幅し、増幅後のRF信号を出力整合回路6に出力する。

最終段増幅器5から出力されたRF信号は、出力整合回路6を通過して、RF出力端子7から外部に出力される。

【0030】

図2の高周波増幅器モジュールでは、ドライバ段増幅器3及びバイパス増幅器22がシリコン基板11上に形成され、最終段増幅器5がガリウム砒素基板上に形成されているが、高周波特性に支配的な増幅器は最終段増幅器5であり、ドライバ段増幅器3及びバイパス増幅器22は高周波特性に特段の影響を与えない増幅器である。

このため、高周波特性に優れているガリウム砒素基板上に最終段増幅器5を形成すれば、ドライバ段増幅器3及びバイパス増幅器22をシリコン基板11上に形成しても、モジュールの全体がガリウム砒素基板上に形成されている場合と同等の高周波特性を維持することができる。

このように、ドライバ段増幅器3及びバイパス増幅器22をシリコン基板11上に形成することで、ガリウム砒素基板で形成するチップの面積を削減することができるため、低コスト化を実現することができる。

【0031】

なお、この実施の形態2では、経路切替用スイッチ23, 24, 25がシリコン基板11上に形成されているが、経路切替用スイッチ23, 24, 25がガリウム砒素基板上に形成されていてもよい。

また、この実施の形態2では、高周波増幅器モジュールが入力整合回路2、段間整合回路4及び出力整合回路6を実装しているものを示したが、入力整合回路2、段間整合回路4及び出力整合回路6の一部又は全部を実装していない高周波増幅器モジュールであってもよい。

【0032】

実施の形態3

図3はこの発明の実施の形態3による高周波増幅器モジュールを示す構成図であり、図において、図1と同一符号は同一または相当部分を示すので説明を省略する。

10

20

30

40

50



バイパス経路 3 1 は一端がドライバ段増幅器 3 の出力側に接続され、他端が最終段増幅器 5 の出力側に接続されている経路である。

この実施の形態 3 では、ドライバ段増幅器 3 及び最終段増幅器 5 が配置されている経路を「主経路」と称する。

バイパス増幅器 3 2 はバイパス経路 3 1 上に配置されている最終段増幅器であり、バイパス増幅器 3 2 のサイズは、最終段増幅器 5 のサイズより小さくなるように設計されている。

#### 【 0 0 3 3 】

経路切替用スイッチ 3 3 はバイパス経路 3 1 上で、バイパス増幅器 3 2 の入力側に配置され、切替制御回路 3 6 の制御の下でオン/オフするスイッチである。

経路切替用スイッチ 3 4 はバイパス経路 3 1 上で、バイパス増幅器 3 2 の出力側に配置され、切替制御回路 3 6 の制御の下でオン/オフするスイッチである。

経路切替用スイッチ 3 5 は主経路上で、ドライバ段増幅器 3 の出力側に配置され、切替制御回路 3 6 の制御の下でオン/オフするスイッチである。

#### 【 0 0 3 4 】

切替制御回路 3 6 は経路切替用スイッチ 3 3 , 3 4 , 3 5 をオン/オフすることで、RF 信号を流す経路として、主経路又はバイパス経路 3 1 を選択する回路である。

この実施の形態 3 では、バイパス増幅器 3 2、経路切替用スイッチ 3 3 , 3 4 , 3 5 及び切替制御回路 3 6 がシリコン基板 1 1 上に形成されている。

#### 【 0 0 3 5 】

次に動作について説明する。

まず、Vcc 電圧制御回路 9 は、Vcc 電源 8 から電源電圧 Vcc の供給を受けると、ドライバ段増幅器 3、最終段増幅器 5 及びバイパス増幅器 3 2 のドレイン又はコレクタに供給する直流電圧を制御することで、ドライバ段増幅器 3、最終段増幅器 5 及びバイパス増幅器 3 2 を駆動可能な状態に設定する。

バイアス回路 10 は、ドライバ段増幅器 3、最終段増幅器 5 及びバイパス増幅器 3 2 における RF 信号の増幅率等を所望値に設定するため、例えば、外部から与えられる増幅率の設定情報等にしがって、ドライバ段増幅器 3、最終段増幅器 5 及びバイパス増幅器 3 2 のゲート又はベースに供給する直流電圧又は直流電流を制御することで、ドライバ段増幅器 3、最終段増幅器 5 及びバイパス増幅器 3 2 のバイアスを設定する。

#### 【 0 0 3 6 】

バイアス回路 10 によりドライバ段増幅器 3、最終段増幅器 5 及びバイパス増幅器 3 2 のバイアスが設定されている状態で、RF 入力端子 1 から RF 信号が入力されると、その RF 信号は入力整合回路 2 を通過する。

ドライバ段増幅器 3 は、入力整合回路 2 を通過してきた RF 信号を増幅する。

#### 【 0 0 3 7 】

切替制御回路 3 6 は、例えば、外部から RF 信号を低出力電力で駆動する旨を示す制御情報を入力すると、経路切替用スイッチ 3 3 , 3 4 をオンに制御して、経路切替用スイッチ 3 5 をオフに制御することで、RF 信号を流す経路として、バイパス経路 3 1 を選択する。

これにより、ドライバ段増幅器 3 により増幅された RF 信号がバイパス増幅器 3 2 に入力される。

バイパス増幅器 3 2 は、入力整合回路 2 を通過してきた RF 信号を増幅し、増幅後の RF 信号を出力整合回路 6 に出力する。

バイパス増幅器 3 2 から出力された RF 信号は、出力整合回路 6 を通過して、RF 出力端子 7 から外部に出力される。

#### 【 0 0 3 8 】

切替制御回路 3 6 は、例えば、外部から RF 信号を高出力電力で駆動する旨を示す制御情報を入力すると、経路切替用スイッチ 3 3 , 3 4 をオフに制御して、経路切替用スイッチ 3 5 をオンに制御することで、RF 信号を流す経路として、主経路を選択する。

10

20

30

40

50

これにより、ドライバ段増幅器 3 により増幅された R F 信号は、段間整合回路 4 を通過して最終段増幅器 5 に入力される。

最終段増幅器 5 は、段間整合回路 4 を通過してきた R F 信号を増幅し、増幅後の R F 信号を出力整合回路 6 に出力する。

最終段増幅器 5 から出力された R F 信号は、出力整合回路 6 を通過して、R F 出力端子 7 から外部に出力される。

#### 【 0 0 3 9 】

図 3 の高周波増幅器モジュールでは、ドライバ段増幅器 3 及びバイパス増幅器 3 2 がシリコン基板 1 1 上に形成され、最終段増幅器 5 がガリウム砒素基板上に形成されているが、高周波特性に支配的な増幅器は最終段増幅器 5 であり、ドライバ段増幅器 3 及びバイパス増幅器 3 2 は高周波特性に特段の影響を与えない増幅器である。

10

このため、高周波特性に優れているガリウム砒素基板上に最終段増幅器 5 を形成すれば、ドライバ段増幅器 3 及びバイパス増幅器 3 2 をシリコン基板 1 1 上に形成しても、モジュールの全体がガリウム砒素基板上に形成されている場合と同等の高周波特性を維持することができる。

このように、ドライバ段増幅器 3 及びバイパス増幅器 3 2 をシリコン基板 1 1 上に形成することで、ガリウム砒素基板で形成するチップの面積を削減することができるため、低コスト化を実現することができる。

#### 【 0 0 4 0 】

なお、この実施の形態 3 では、経路切替用スイッチ 3 3 , 3 4 , 3 5 がシリコン基板 1 1 上に形成されているが、経路切替用スイッチ 3 3 , 3 4 , 3 5 がガリウム砒素基板上に形成されていてもよい。

20

また、この実施の形態 3 では、高周波増幅器モジュールが入力整合回路 2、段間整合回路 4 及び出力整合回路 6 を実装しているものを示したが、入力整合回路 2、段間整合回路 4 及び出力整合回路 6 の一部又は全部を実装していない高周波増幅器モジュールであってもよい。

#### 【 0 0 4 1 】

実施の形態 4 .

図 4 はこの発明の実施の形態 4 による高周波増幅器モジュールを示す構成図であり、図において、図 1 と同一符号は同一または相当部分を示すので説明を省略する。

30

バイパス経路 4 1 は一端がドライバ段増幅器 3 の入力側に接続され、他端が最終段増幅器 5 の出力側に接続されている経路である。

この実施の形態 4 では、ドライバ段増幅器 3 及び最終段増幅器 5 が配置されている経路を「主経路」と称する。

#### 【 0 0 4 2 】

バイパスドライバ段増幅器 4 2 はバイパス経路 4 1 上に配置され、1 ~ N 段の増幅素子から構成されている多段の増幅器であり、バイパスドライバ段増幅器 4 2 は R F 入力端子 1 から入力された R F 信号を増幅するデバイスである。

バイパス最終段増幅器 4 3 はバイパス経路 4 1 上に配置され、バイパスドライバ段増幅器 4 2 により増幅された R F 信号を更に増幅して、増幅後の R F 信号を出力整合回路 6 に出力するデバイスである。

40

なお、バイパス最終段増幅器 4 3 のサイズは、最終段増幅器 5 のサイズより小さくなるように設計されている。

#### 【 0 0 4 3 】

経路切替用スイッチ 4 4 はバイパス経路 4 1 上で、バイパスドライバ段増幅器 4 2 の入力側に配置され、切替制御回路 4 7 の制御の下でオン / オフするスイッチである。

経路切替用スイッチ 4 5 はバイパス経路 4 1 上で、バイパスドライバ段増幅器 4 2 の出力側に配置され、切替制御回路 4 7 の制御の下でオン / オフするスイッチである。

経路切替用スイッチ 4 6 は主経路上で、ドライバ段増幅器 3 の出力側に配置され、切替制御回路 4 7 の制御の下でオン / オフするスイッチである。

50

## 【 0 0 4 4 】

切替制御回路 4 7 は経路切替用スイッチ 4 4 , 4 5 , 4 6 をオン/オフすることで、R F 信号を流す経路として、主経路又はバイパス経路 4 1 を選択する回路である。

この実施の形態 4 では、バイパストライバ段増幅器 4 2、経路切替用スイッチ 4 4 , 4 5 , 4 6 及び切替制御回路 4 6 がシリコン基板 1 1 上に形成されている。

バイパス最終段増幅器 4 3 は、ガリウム砒素基板上に形成されている。

## 【 0 0 4 5 】

次に動作について説明する。

まず、V c c 電圧制御回路 9 は、V c c 電源 8 から電源電圧 V c c の供給を受けると、ドライバ段増幅器 3、最終段増幅器 5、バイパストライバ段増幅器 4 2 及びバイパス最終段増幅器 4 3 のドレイン又はコレクタに供給する直流電圧を制御することで、ドライバ段増幅器 3、最終段増幅器 5、バイパストライバ段増幅器 4 2 及びバイパス最終段増幅器 4 3 を駆動可能な状態に設定する。

バイパス回路 1 0 は、ドライバ段増幅器 3、最終段増幅器 5、バイパストライバ段増幅器 4 2 及びバイパス最終段増幅器 4 3 における R F 信号の増幅率等を所望値に設定するため、例えば、外部から与えられる増幅率の設定情報等にしがって、ドライバ段増幅器 3、最終段増幅器 5、バイパストライバ段増幅器 4 2 及びバイパス最終段増幅器 4 3 のゲート又はベースに供給する直流電圧又は直流電流を制御することで、ドライバ段増幅器 3、最終段増幅器 5、バイパストライバ段増幅器 4 2 及びバイパス最終段増幅器 4 3 のバイパスを設定する。

## 【 0 0 4 6 】

バイパス回路 1 0 によりドライバ段増幅器 3、最終段増幅器 5、バイパストライバ段増幅器 4 2 及びバイパス最終段増幅器 4 3 のバイパスが設定されている状態で、R F 入力端子 1 から R F 信号が入力されると、その R F 信号は入力整合回路 2 を通過する。

切替制御回路 4 6 は、例えば、外部から R F 信号を低出力電力で駆動する旨を示す制御情報を入力すると、経路切替用スイッチ 4 4 , 4 5 をオンに制御して、経路切替用スイッチ 4 6 をオフに制御することで、R F 信号を流す経路として、バイパス経路 4 1 を選択する。

## 【 0 0 4 7 】

これにより、入力整合回路 2 を通過した R F 信号がバイパストライバ段増幅器 4 2 に入力される。

バイパストライバ段増幅器 4 2 は、入力整合回路 2 を通過してきた R F 信号を増幅し、増幅後の R F 信号をバイパス最終段増幅器 4 3 に出力する。

バイパス最終段増幅器 4 3 は、バイパストライバ段増幅器 4 2 により増幅された R F 信号を更に増幅し、増幅後の R F 信号を出力整合回路 6 に出力する。

バイパス最終段増幅器 4 3 から出力された R F 信号は、出力整合回路 6 を通過して、R F 出力端子 7 から外部に出力される。

## 【 0 0 4 8 】

切替制御回路 4 6 は、例えば、外部から R F 信号を高出力電力で駆動する旨を示す制御情報を入力すると、経路切替用スイッチ 4 4 , 4 5 をオフに制御して、経路切替用スイッチ 4 6 をオンに制御することで、R F 信号を流す経路として、主経路を選択する。

これにより、入力整合回路 2 を通過した R F 信号がドライバ段増幅器 3 に入力される。

ドライバ段増幅器 3 は、入力整合回路 2 を通過してきた R F 信号を増幅し、増幅後の R F 信号を段間整合回路 4 に出力する。

## 【 0 0 4 9 】

ドライバ段増幅器 3 から出力された R F 信号は、段間整合回路 4 を通過して最終段増幅器 5 に入力される。

最終段増幅器 5 は、段間整合回路 4 を通過してきた R F 信号を増幅し、増幅後の R F 信号を出力整合回路 6 に出力する。

最終段増幅器 5 から出力された R F 信号は、出力整合回路 6 を通過して、R F 出力端子

10

20

30

40

50

7から外部に出力される。

【0050】

図4の高周波増幅器モジュールでは、ドライバ段増幅器3及びバイパスドライバ段増幅器42がシリコン基板11上に形成され、最終段増幅器5及びバイパス最終段増幅器43がガリウム砒素基板上に形成されているが、高周波特性に支配的な増幅器は最終段増幅器5及びバイパス最終段増幅器43であり、ドライバ段増幅器3及びバイパスドライバ段増幅器42は高周波特性に特段の影響を与えない増幅器である。

このため、高周波特性に優れているガリウム砒素基板上に最終段増幅器5及びバイパス最終段増幅器43を形成すれば、ドライバ段増幅器3及びバイパスドライバ段増幅器42をシリコン基板11上に形成しても、モジュールの全体がガリウム砒素基板上に形成されている場合と同等の高周波特性を維持することができる。

このように、ドライバ段増幅器3及びバイパスドライバ段増幅器42をシリコン基板11上に形成することで、ガリウム砒素基板で形成するチップの面積を削減することができるため、低コスト化を実現することができる。

【0051】

なお、この実施の形態4では、経路切替用スイッチ44, 45, 46がシリコン基板11上に形成されているが、経路切替用スイッチ44, 45, 46がガリウム砒素基板上に形成されていてもよい。

また、この実施の形態4では、高周波増幅器モジュールが入力整合回路2、段間整合回路4及び出力整合回路6を実装しているものを示したが、入力整合回路2、段間整合回路4及び出力整合回路6の一部又は全部を実装していない高周波増幅器モジュールであってもよい。

【0052】

実施の形態5

図5はこの発明の実施の形態5による高周波増幅器モジュールを示す構成図であり、図において、図1と同一符号は同一または相当部分を示すので説明を省略する。

第1のバイパス経路51は一端がドライバ段増幅器3の入力側に接続され、他端がドライバ段増幅器3の出力側に接続されている経路である。

第2のバイパス経路52は一端が最終段増幅器5の入力側に接続され、他端が最終段増幅器5の出力側に接続されている経路である。

この実施の形態5では、ドライバ段増幅器3及び最終段増幅器5が配置されている経路を「主経路」と称する。

バイパス増幅器53は第1のバイパス経路51上に配置されているドライバ段増幅器であり、バイパス増幅器52のサイズは、ドライバ段増幅器3のサイズより小さくなるように設計されている。

【0053】

経路切替用スイッチ54は第1のバイパス経路51上で、バイパス増幅器53の出力側に配置され、切替制御回路57の制御の下でオン/オフするスイッチである。

経路切替用スイッチ55は第2のバイパス経路52上に配置され、切替制御回路57の制御の下でオン/オフするスイッチである。

経路切替用スイッチ56は主経路上で、ドライバ段増幅器3の出力側に配置され、切替制御回路57の制御の下でオン/オフするスイッチである。

【0054】

切替制御回路57は経路切替用スイッチ54, 55, 56をオン/オフすることで、RF信号を流す経路として、主経路又はバイパス経路51, 52を選択する回路である。

この実施の形態5では、バイパス増幅器53、経路切替用スイッチ54, 55, 56及び切替制御回路57がシリコン基板11上に形成されている。

【0055】

次に動作について説明する。

まず、Vcc電圧制御回路9は、Vcc電源8から電源電圧Vccの供給を受けると、

10

20

30

40

50

ドライバ段増幅器 3、最終段増幅器 5 及びバイパス増幅器 5 3 のドレイン又はコレクタに供給する直流電圧を制御することで、ドライバ段増幅器 3、最終段増幅器 5 及びバイパス増幅器 5 3 を駆動可能な状態に設定する。

バイパス回路 1 0 は、ドライバ段増幅器 3、最終段増幅器 5 及びバイパス増幅器 5 3 における R F 信号の増幅率等を所望値に設定するため、例えば、外部から与えられる増幅率の設定情報等にしがって、ドライバ段増幅器 3、最終段増幅器 5 及びバイパス増幅器 5 3 のゲート又はベースに供給する直流電圧又は直流電流を制御することで、ドライバ段増幅器 3、最終段増幅器 5 及びバイパス増幅器 5 3 のバイパスを設定する。

【 0 0 5 6 】

バイパス回路 1 0 によりドライバ段増幅器 3、最終段増幅器 5 及びバイパス増幅器 5 3 のバイパスが設定されている状態で、R F 入力端子 1 から R F 信号が入力されると、その R F 信号は入力整合回路 2 を通過する。

切替制御回路 5 7 は、例えば、外部から R F 信号を低出力電力で駆動する旨を示す制御情報を入力すると、経路切替用スイッチ 5 4 , 5 5 をオンに制御して、経路切替用スイッチ 5 6 をオフに制御することで、R F 信号を流す経路として、第 1 のバイパス経路 5 1 と第 2 のバイパス経路 5 2 を選択する。

【 0 0 5 7 】

これにより、入力整合回路 2 を通過した R F 信号がバイパス増幅器 5 3 に入力される。

バイパス増幅器 5 3 は、入力整合回路 2 を通過してきた R F 信号を増幅し、増幅後の R F 信号を出力する。

バイパス増幅器 5 3 から出力された R F 信号は、第 2 のバイパス経路 5 2 経由で出力整合回路 6 に入力される。

バイパス増幅器 2 2 から出力された R F 信号は、出力整合回路 6 を通過して、R F 出力端子 7 から外部に出力される。

【 0 0 5 8 】

切替制御回路 5 7 は、例えば、外部から R F 信号を中出力電力で駆動する旨を示す制御情報を入力すると、経路切替用スイッチ 5 5 をオンに制御して、経路切替用スイッチ 5 4 , 5 6 をオフに制御することで、R F 信号を流す経路として、主回路と第 2 のバイパス経路 5 2 を選択する。

これにより、入力整合回路 2 を通過した R F 信号がドライバ段増幅器 3 に入力される。

【 0 0 5 9 】

ドライバ段増幅器 3 は、入力整合回路 2 を通過してきた R F 信号を増幅し、増幅後の R F 信号を出力する。

ドライバ段増幅器 3 から出力された R F 信号は、第 2 のバイパス経路 5 2 経由で出力整合回路 6 に入力される。

ドライバ段増幅器 3 から出力された R F 信号は、出力整合回路 6 を通過して、R F 出力端子 7 から外部に出力される。

【 0 0 6 0 】

切替制御回路 5 7 は、例えば、外部から R F 信号を高出力電力で駆動する旨を示す制御情報を入力すると、経路切替用スイッチ 5 6 をオンに制御して、経路切替用スイッチ 5 4 , 5 4 をオフに制御することで、R F 信号を流す経路として、主回路を選択する。

これにより、入力整合回路 2 を通過した R F 信号がドライバ段増幅器 3 に入力される。

ドライバ段増幅器 3 は、入力整合回路 2 を通過してきた R F 信号を増幅し、増幅後の R F 信号を段間整合回路 4 に出力する。

【 0 0 6 1 】

ドライバ段増幅器 3 から出力された R F 信号は、段間整合回路 4 を通過して最終段増幅器 5 に入力される。

最終段増幅器 5 は、段間整合回路 4 を通過してきた R F 信号を増幅し、増幅後の R F 信号を出力整合回路 6 に出力する。

最終段増幅器 5 から出力された R F 信号は、出力整合回路 6 を通過して、R F 出力端子

10

20

30

40

50

7から外部に出力される。

#### 【0062】

図5の高周波増幅器モジュールでは、ドライバ段増幅器3及びバイパス増幅器53がシリコン基板11上に形成され、最終段増幅器5がガリウム砒素基板上に形成されているが、高周波特性に支配的な増幅器は最終段増幅器5であり、ドライバ段増幅器3及びバイパス増幅器53は高周波特性に特段の影響を与えない増幅器である。

このため、高周波特性に優れているガリウム砒素基板上に最終段増幅器5を形成すれば、ドライバ段増幅器3及びバイパス増幅器53をシリコン基板11上に形成しても、モジュールの全体がガリウム砒素基板上に形成されている場合と同等の高周波特性を維持することができる。

10

このように、ドライバ段増幅器3及びバイパス増幅器53をシリコン基板11上に形成することで、ガリウム砒素基板で形成するチップの面積を削減することができるため、低コスト化を実現することができる。

#### 【0063】

なお、この実施の形態5では、経路切替用スイッチ54, 55, 56がシリコン基板11上に形成されているが、経路切替用スイッチ54, 55, 56がガリウム砒素基板上に形成されていてもよい。

また、この実施の形態5では、高周波増幅器モジュールが入力整合回路2、段間整合回路4及び出力整合回路6を実装しているものを示したが、入力整合回路2、段間整合回路4及び出力整合回路6の一部又は全部を実装していない高周波増幅器モジュールであつてもよい。

20

#### 【0064】

実施の形態6

図6はこの発明の実施の形態6による高周波増幅器モジュールを示す構成図であり、図において、図1と同一符号は同一または相当部分を示すので説明を省略する。

最終段増幅器61-1~61-Nはドライバ段増幅器3の出力側にN個並列に接続されており、ドライバ段増幅器3により増幅されたRF信号を更に増幅して、増幅後のRF信号を出力整合回路62-1~62-Nに出力するデバイスである。

出力整合回路62-1~62-Nは最終段増幅器61-1~61-Nの出力側の整合回路である。

30

RF出力端子63-1~63-Nは最終段増幅器61-1~61-Nにより増幅されたRF信号を出力する端子である。

#### 【0065】

経路切替用スイッチ64は切替制御回路65の制御の下で、ドライバ段増幅器3により増幅されたRF信号を何れかの最終段増幅器61に出力するスイッチである。

切替制御回路65は経路切替用スイッチ64の出力先を切り替える回路である。

#### 【0066】

この実施の形態6では、ドライバ段増幅器3、Vcc電圧制御回路9、バイパス回路10、経路切替用スイッチ64及び切替制御回路65がシリコン基板11上に形成されている。

40

入力整合回路2及び出力整合回路62-1~62-Nと最終段増幅器61-1~61-Nは、ガリウム砒素基板上に形成されている。

#### 【0067】

次に動作について説明する。

まず、Vcc電圧制御回路9は、Vcc電源8から電源電圧Vccの供給を受けると、ドライバ段増幅器3及び最終段増幅器61-1~61-Nのドレイン又はコレクタに供給する直流電圧を制御することで、ドライバ段増幅器3及び最終段増幅器61-1~61-Nを駆動可能な状態に設定する。

バイパス回路10は、ドライバ段増幅器3及び最終段増幅器61-1~61-NにおけるRF信号の増幅率等を所望値に設定するため、例えば、外部から与えられる増幅率の設

50

定情報等にしたがって、ドライバ段増幅器 3 及び最終段増幅器 6 1 - 1 ~ 6 1 - N のゲート又はベースに供給する直流電圧又は直流電流を制御することで、ドライバ段増幅器 3 及び最終段増幅器 6 1 - 1 ~ 6 1 - N のバイアスを設定する。

#### 【0068】

バイアス回路 10 によりドライバ段増幅器 3 及び最終段増幅器 6 1 - 1 ~ 6 1 - N のバイアスが設定されている状態で、RF 入力端子 1 から RF 信号が入力されると、その RF 信号は入力整合回路 2 を通過する。

この実施の形態 6 では、RF 入力端子 1 から周波数が異なる RF 信号が順次入力される場合を想定する。

切替制御回路 6 5 は、例えば、外部から RF 信号の周波数を示す情報を入力すると、経路切替用スイッチ 6 4 の出力先を上記 RF 信号の周波数に対応する最終段増幅器 6 1 に切り替えて、その RF 信号が当該最終段増幅器 6 1 に入力されるようにする。

例えば、RF 信号の周波数が A Hz ならば、経路切替用スイッチ 6 4 の出力先を最終段増幅器 6 1 - 1 に切り替え、RF 信号の周波数が B Hz ならば、経路切替用スイッチ 6 4 の出力先を最終段増幅器 6 1 - 2 に切り替え、RF 信号の周波数が C Hz ならば、経路切替用スイッチ 6 4 の出力先を最終段増幅器 6 1 - N に切り替えるようにする。

#### 【0069】

最終段増幅器 6 1 - 1 ~ 6 1 - N のうち、ドライバ段増幅器 3 から経路切替用スイッチ 6 4 を介して RF 信号が入力された最終段増幅器 6 1 は、その RF 信号を増幅し、増幅後の RF 信号を出力整合回路 6 2 に出力する。

最終段増幅器 6 1 - 1 ~ 6 1 - N から出力された RF 信号は、出力整合回路 6 2 - 1 ~ 6 2 - N を通過して、RF 出力端子 6 3 - 1 ~ 6 3 - N から外部に出力される。

#### 【0070】

図 6 の高周波増幅器モジュールでは、ドライバ段増幅器 3 がシリコン基板 11 上に形成され、最終段増幅器 6 1 - 1 ~ 6 1 - N がガリウム砒素基板上に形成されているが、高周波特性に支配的な増幅器は最終段増幅器 6 1 - 1 ~ 6 1 - N であり、ドライバ段増幅器 3 は高周波特性に特段の影響を与えない増幅器である。

このため、高周波特性に優れているガリウム砒素基板上に最終段増幅器 6 1 - 1 ~ 6 1 - N を形成すれば、ドライバ段増幅器 3 をシリコン基板 11 上に形成しても、モジュールの全体がガリウム砒素基板上に形成されている場合と同等の高周波特性を維持することができる。

このように、ドライバ段増幅器 3 をシリコン基板 11 上に形成することで、ガリウム砒素基板で形成するチップの面積を削減することができるため、低コスト化を実現することができる。

#### 【0071】

なお、この実施の形態 6 では、経路切替用スイッチ 6 4 がシリコン基板 11 上に形成されているが、経路切替用スイッチ 6 4 がガリウム砒素基板上に形成されていてもよい。

また、この実施の形態 6 では、高周波増幅器モジュールが入力整合回路 2 及び最終段増幅器 6 1 - 1 ~ 6 1 - N を実装しているものを示したが、入力整合回路 2 及び最終段増幅器 6 1 - 1 ~ 6 1 - N の一部又は全部を実装していない高周波増幅器モジュールであってもよい。

また、段間整合回路を実装している高周波増幅器モジュールであってもよい。

#### 【0072】

実施の形態 7 .

図 7 はこの発明の実施の形態 7 による高周波増幅器モジュールを示す構成図であり、図において、図 2 と同一符号は同一または相当部分を示すので説明を省略する。

バイパス経路 27 は一端がドライバ段増幅器 3 の出力側に接続され、他端が最終段増幅器 5 の出力側に接続されている経路である。

この実施の形態 7 では、ドライバ段増幅器 3 及び最終段増幅器 5 が配置されている経路を「主経路」と称する。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 7 3 】

経路切替用スイッチ 2 8 はバイパス経路 2 7 上に配置され、切替制御回路 2 9 の制御の下でオン/オフするスイッチである。

切替制御回路 2 9 は経路切替用スイッチ 2 5 , 2 8 をオン/オフすることで、R F 信号を流す経路として、主経路又はバイパス経路 2 7 を選択する回路である。

この実施の形態 7 では、経路切替用スイッチ 2 5 , 2 8 及び切替制御回路 2 9 がシリコン基板 1 1 上に形成されている。

## 【 0 0 7 4 】

次に動作について説明する。

まず、V c c 電圧制御回路 9 は、V c c 電源 8 から電源電圧 V c c の供給を受けると、ドライバ段増幅器 3 及び最終段増幅器 5 のドレイン又はコレクタに供給する直流電圧を制御することで、ドライバ段増幅器 3 及び最終段増幅器 5 を駆動可能な状態に設定する。

バイアス回路 1 0 は、ドライバ段増幅器 3 及び最終段増幅器 5 における R F 信号の増幅率等を所望値に設定するため、例えば、外部から与えられる増幅率の設定情報等に当たって、ドライバ段増幅器 3 及び最終段増幅器 5 のゲート又はベースに供給する直流電圧又は直流電流を制御することで、ドライバ段増幅器 3 及び最終段増幅器 5 のバイアスを設定する。

## 【 0 0 7 5 】

バイアス回路 1 0 によりドライバ段増幅器 3 及び最終段増幅器 5 のバイアスが設定されている状態で、R F 入力端子 1 から R F 信号が入力されると、その R F 信号は入力整合回路 2 を通過する。

切替制御回路 2 9 は、例えば、外部から R F 信号を低出力電力で駆動する旨を示す制御情報を入力すると、経路切替用スイッチ 2 8 をオンに制御して、経路切替用スイッチ 2 5 をオフに制御することで、R F 信号を流す経路として、バイパス経路 2 7 を選択する。

## 【 0 0 7 6 】

これにより、入力整合回路 2 を通過した R F 信号がバイパス経路 2 7 経由で出力整合回路 6 に入力される。

バイパス経路 2 7 から出力された R F 信号は、出力整合回路 6 を通過して、R F 出力端子 7 から外部に出力される。

## 【 0 0 7 7 】

切替制御回路 2 9 は、例えば、外部から R F 信号を高出力電力で駆動する旨を示す制御情報を入力すると、経路切替用スイッチ 2 5 をオンに制御して、経路切替用スイッチ 2 8 をオフに制御することで、R F 信号を流す経路として、主経路を選択する。

これにより、入力整合回路 2 を通過した R F 信号がドライバ段増幅器 3 に入力される。

ドライバ段増幅器 3 は、入力整合回路 2 を通過してきた R F 信号を増幅し、増幅後の R F 信号を段間整合回路 4 に出力する。

## 【 0 0 7 8 】

ドライバ段増幅器 3 から出力された R F 信号は、段間整合回路 4 を通過して最終段増幅器 5 に入力される。

最終段増幅器 5 は、段間整合回路 4 を通過してきた R F 信号を増幅し、増幅後の R F 信号を出力整合回路 6 に出力する。

最終段増幅器 5 から出力された R F 信号は、出力整合回路 6 を通過して、R F 出力端子 7 から外部に出力される。

## 【 0 0 7 9 】

図 7 の高周波増幅器モジュールでは、ドライバ段増幅器 3 がシリコン基板 1 1 上に形成され、最終段増幅器 5 がガリウム砒素基板上に形成されているが、高周波特性に支配的な増幅器は最終段増幅器 5 であり、ドライバ段増幅器 3 は高周波特性に特段の影響を与えない増幅器である。

このため、高周波特性に優れているガリウム砒素基板上に最終段増幅器 5 を形成すれば、ドライバ段増幅器 3 をシリコン基板 1 1 上に形成しても、モジュールの全体がガリウム

10

20

30

40

50



砒素基板上に形成されている場合と同等の高周波特性を維持することができる。

このように、ドライバ段増幅器 3 をシリコン基板 1 1 上に形成することで、ガリウム砒素基板で形成するチップの面積を削減することができるため、低コスト化を実現することができる。

【 0 0 8 0 】

なお、この実施の形態 7 では、経路切替用スイッチ 2 5 , 2 8 がシリコン基板 1 1 上に形成されているが、経路切替用スイッチ 2 5 , 2 8 がガリウム砒素基板上に形成されていてもよい。

また、この実施の形態 7 では、高周波増幅器モジュールが入力整合回路 2、段間整合回路 4 及び出力整合回路 6 を実装しているものを示したが、入力整合回路 2、段間整合回路 4 及び出力整合回路 6 の一部又は全部を実装していない高周波増幅器モジュールであってもよい。

【 0 0 8 1 】

実施の形態 8 .

図 8 はこの発明の実施の形態 8 による高周波増幅器モジュールを示す構成図であり、図において、図 2 と同一符号は同一または相当部分を示すので説明を省略する。

ガリウム砒素基板 7 1 はガリウム砒素で形成されている基板であり、段間整合回路 4、最終段増幅器 5 及び温度検知回路 7 2 が形成されている。

温度検知回路 7 2 はガリウム砒素基板 7 1 の温度を検知する機能を有し、ガリウム砒素基板 7 1 の温度に応じてバイアス回路 1 0 により設定されるバイアスを調整する処理を実施する。なお、温度検知回路 7 2 はバイアス調整手段を構成している。

【 0 0 8 2 】

次に動作について説明する。

ただし、温度検知回路 7 2 が実装されている点以外は、上記実施の形態 1 と同様であるため、ここでは、主に温度検知回路 7 2 の処理内容について説明する。

バイアス回路 1 0 は、ドライバ段増幅器 3 及び最終段増幅器 5 における R F 信号の増幅率等を所望値に設定するため、上記実施の形態 1 と同様に、例えば、外部から与えられる増幅率の設定情報等にしがって、ドライバ段増幅器 3 及び最終段増幅器 5 のゲート又はベースに供給する直流電圧又は直流電流を制御することで、ドライバ段増幅器 3 及び最終段増幅器 5 のバイアスを設定する。

【 0 0 8 3 】

このとき、温度検知回路 7 2 は、ガリウム砒素基板 7 1 の温度を検知する機能を有し、ガリウム砒素基板 7 1 の温度  $T$  を検知する。

例えば、温度検知回路 7 2 が、ガリウム砒素基板 7 1 と略同一の温度特性を有するダイオード又はバイポーラトランジスタを備えることで、ガリウム砒素基板 7 1 の温度を検知することができる。

温度検知回路 7 2 は、ガリウム砒素基板 7 1 の温度  $T$  を検知すると、ガリウム砒素基板 7 1 の温度  $T$  と予め設定されている基準温度  $T_{ref}$  との差分  $T$  を算出し、その差分  $T$  に対応する調整信号をバイアス回路 1 0 に出力する。

$$T = T - T_{ref}$$

【 0 0 8 4 】

バイアス回路 1 0 は、温度検知回路 7 2 から差分  $T$  に対応する調整信号を受けると、その調整信号にしがって、ドライバ段増幅器 3 及び最終段増幅器 5 に対する制御信号 (ドライバ段増幅器 3 及び最終段増幅器 5 のゲート又はベースに供給する直流電圧又は直流電流を制御する制御電圧) を調整するが、例えば、ガリウム砒素基板 7 1 の温度  $T$  が基準温度  $T_{ref}$  より高い場合、その差分  $T$  の絶対値が大きい程、その制御電圧が小さくなるように調整する。

逆に、ガリウム砒素基板 7 1 の温度  $T$  が基準温度  $T_{ref}$  より低い場合、その差分  $T$  の絶対値が大きい程、その制御電圧が大きくなるように調整する。

これにより、温度補償が可能なバイアス供給が可能になる。

## 【 0 0 8 5 】

図 8 の高周波増幅器モジュールは、ドライバ段増幅器 3 がシリコン基板 1 1 上に形成され、最終段増幅器 5 はガリウム砒素基板 7 1 上に形成されているが、高周波特性に支配的な増幅器は最終段増幅器 5 であり、ドライバ段増幅器 3 は高周波特性に特段の影響を与えない増幅器である。

このため、高周波特性に優れているガリウム砒素基板 7 1 上に最終段増幅器 5 を形成すれば、ドライバ段増幅器 3 をシリコン基板 1 1 上に形成しても、モジュールの全体がガリウム砒素基板 7 1 上に形成されている場合と同等の高周波特性を維持することができる。

## 【 0 0 8 6 】

さらに、ガリウム砒素基板 7 1 の温度を検知する機能を有し、ガリウム砒素基板 7 1 の温度に応じてバイアス回路 1 0 により設定されるバイアスを調整する温度検知回路 7 2 をガリウム砒素基板 7 1 上に形成しているため、バイアス回路 1 0 をシリコン基板 1 1 上に形成していても、温度補償が可能な高周波増幅器モジュールを得ることができる。

この場合、バイアス回路 1 0 をガリウム砒素基板 7 1 上に形成する必要がないため、ガリウム砒素基板 7 1 で形成するチップの面積を削減することができるようになり、温度補償が可能な高周波増幅器モジュールであっても、低コスト化を実現することができる。

## 【 0 0 8 7 】

実施の形態 9 .

図 9 はこの発明の実施の形態 9 による高周波増幅器モジュールを示す構成図であり、図において、図 2 と同一符号は同一または相当部分を示すので説明を省略する。

カレントミラー型バイアス回路 7 3 はガリウム砒素基板 7 1 上に形成され、バイアス回路 1 0 から出力される定電流の制御信号によってカレントミラーを形成する回路であり、バイアス回路 1 0 により設定されるバイアスを調整するバイアス調整手段を構成している。

なお、カレントミラー型バイアス回路 7 3 を構成しているカレントミラー用トランジスタは、最終段トランジスタ 5 と同デバイスで構成されているものとする。

## 【 0 0 8 8 】

図 9 の高周波増幅器モジュールでは、カレントミラー型バイアス回路 7 3 がガリウム砒素基板 7 1 上に形成されており、バイアス回路 1 0 から出力される定電流の制御信号によってカレントミラーを形成している。

このため、カレントミラー型バイアス回路 7 3 を構成しているカレントミラー用トランジスタが、最終段トランジスタ 5 と同デバイスで構成されていれば、カレントミラー型バイアス回路 7 3 によって、バイアス回路 1 0 の出力信号である制御信号が、ガリウム砒素基板 7 1 の温度に応じて調整され、温度調整後の制御信号が最終段増幅器 5 に与えられる。

因みに、上記実施の形態 2 では、シリコン基板 1 1 上に形成されているバイアス回路 1 0 の出力信号である制御信号が、直接、ガリウム砒素基板 7 1 上に形成されている最終段増幅器 5 に与えられる。

これにより、温度補償が可能なバイアス供給が可能になる。

## 【 0 0 8 9 】

図 9 の高周波増幅器モジュールは、ドライバ段増幅器 3 がシリコン基板 1 1 上に形成され、最終段増幅器 5 はガリウム砒素基板 7 1 上に形成されているが、高周波特性に支配的な増幅器は最終段増幅器 5 であり、ドライバ段増幅器 3 は高周波特性に特段の影響を与えない増幅器である。

このため、高周波特性に優れているガリウム砒素基板 7 1 上に最終段増幅器 5 を形成すれば、ドライバ段増幅器 3 をシリコン基板 1 1 上に形成しても、モジュールの全体がガリウム砒素基板 7 1 上に形成されている場合と同等の高周波特性を維持することができる。

## 【 0 0 9 0 】

さらに、バイアス回路 1 0 から出力される定電流の制御信号によってカレントミラーを形成するカレントミラー型バイアス回路 7 3 をガリウム砒素基板 7 1 上に形成しているの

10

20

30

40

50

で、バイアス回路 10 をシリコン基板 11 上に形成していても、温度補償が可能な高周波増幅器モジュールを得ることができる。

この場合、バイアス回路 10 をガリウム砒素基板 71 上に形成する必要がないため、ガリウム砒素基板 71 で形成するチップの面積を削減することができるようになり、温度補償が可能な高周波増幅器モジュールであっても、低コスト化を実現することができる。

#### 【0091】

この実施の形態 9 では、バイアス回路 10 から出力される定電流の制御信号によってカレントミラーを形成するカレントミラー型バイアス回路 73 をガリウム砒素基板 71 上に形成するものを示したが、カレントミラー型バイアス回路 73 の代わりに、最終段トランジスタ 5 と同デバイスで構成されているバイポーラトランジスタを含むエミッタフォロア型バイアス回路をガリウム砒素基板 71 上に形成するようにしてもよい。

この場合、エミッタフォロア型バイアス回路によって、バイアス回路 10 の出力信号である定電圧の制御信号が、ガリウム砒素基板 71 の温度に応じて調整され、温度調整後の制御信号が最終段増幅器 5 に与えられるようになる。

したがって、カレントミラー型バイアス回路 73 がガリウム砒素基板 71 上に形成されている場合と同様に、温度補償が可能なバイアス供給が可能になり、温度補償が可能な高周波増幅器モジュールであっても、低コスト化を実現することができる。

#### 【0092】

実施の形態 10 .

図 10 はこの発明の実施の形態 10 による高周波増幅器モジュールユニットを示す構成図である。

図 10 において、RF 入力端子 81 - 1 ~ 81 - M は RF 信号を入力する端子である。

この実施の形態 10 では、RF 入力端子 81 - 1 ~ 81 - M から周波数が異なる RF 信号が入力される場合を想定する。

高周波増幅器モジュール 82 - 1 ~ 82 - M は、上記実施の形態 1 ~ 5 , 7 ~ 9 のいずれかに記載されている高周波増幅器モジュール ( 図 1 ~ 図 5 、 図 7 ~ 図 9 に記載の高周波増幅器モジュール ) であり、高周波増幅器モジュール 82 - 1 ~ 82 - M により増幅された RF 信号が RF 出力端子 83 - 1 ~ 83 - M から出力される。

#### 【0093】

複数の高周波増幅器モジュールを実装している高周波増幅器モジュールユニットを構築する場合でも、図 10 に示すように、シリコン基板とガリウム砒素基板で形成されている高周波増幅器モジュール 82 - 1 ~ 82 - M を実装することで、上記実施の形態 1 ~ 5 , 7 ~ 9 と同様に、優れた高周波特性を維持しながら、低コスト化を実現することができる効果を奏する。

#### 【0094】

実施の形態 11 .

図 11 はこの発明の実施の形態 11 による高周波増幅器モジュールユニットを示す構成図であり、図において、図 10 と同一符号は同一または相当部分を示すので説明を省略する。

高周波増幅器モジュール 91 - 1 ~ 91 - M は、上記実施の形態 6 に記載されている高周波増幅器モジュール ( 図 6 に記載の高周波増幅器モジュール ) であり、高周波増幅器モジュール 91 - 1 ~ 91 - M により増幅された RF 信号が RF 出力端子 92 - 1 ~ 92 - M から出力される。

#### 【0095】

複数の高周波増幅器モジュールを実装している高周波増幅器モジュールユニットを構築する場合でも、図 10 に示すように、シリコン基板とガリウム砒素基板で形成されている高周波増幅器モジュール 91 - 1 ~ 91 - M を実装することで、上記実施の形態 6 と同様に、優れた高周波特性を維持しながら、低コスト化を実現することができる効果を奏する。

#### 【0096】

10

20

30

40

50

なお、本願発明はその発明の範囲内において、各実施の形態の自由な組み合わせ、あるいは各実施の形態の任意の構成要素の変形、もしくは各実施の形態において任意の構成要素の省略が可能である。

【産業上の利用可能性】

【0097】

この発明は、例えば、高周波信号であるRF信号を増幅する際、モジュールの全体がガリウム砒素基板上に形成されている場合と同等の高周波特性を維持しながら、低コスト化を実現する必要性が高い高周波増幅器モジュールに適している。

【符号の説明】

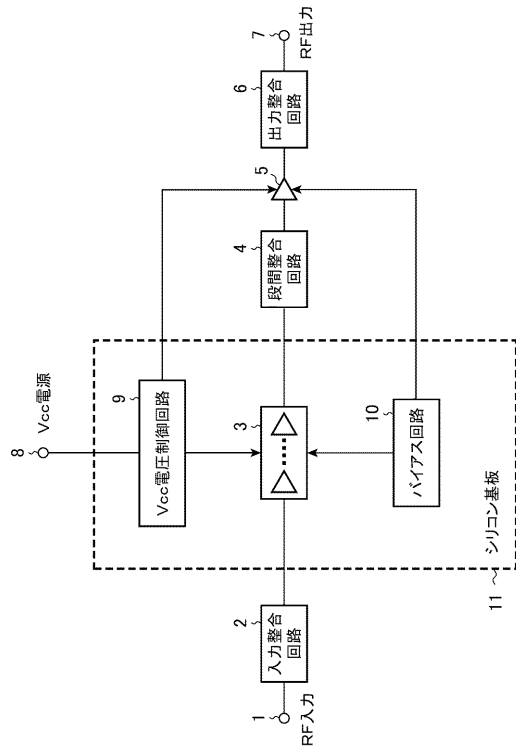
【0098】

1 RF入力端子、2 入力整合回路、3 ドライバ段増幅器、4 段間整合回路、5 最終段増幅器、6 出力整合回路、7 RF出力端子、8 Vcc電源、9 Vcc電圧制御回路（電源電圧制御回路）、10 バイアス回路、11 シリコン基板、21, 27, 31, 41 バイパス経路、22, 32 バイパス増幅器、23, 24, 25, 28, 33, 34, 35, 44, 45, 46 経路切替用スイッチ、26, 29, 36, 47 切替制御回路、42 バイパストライバ段増幅器、43 バイパス最終段増幅器、51 第1のバイパス経路、52 第2のバイパス経路、53 バイパス増幅器、54, 55, 56 経路切替用スイッチ、57 切替制御回路、61-1~61-N 最終段増幅器、62-1~62-N 出力整合回路、63-1~63-N RF出力端子、64 経路切替用スイッチ、65 切替制御回路、71 ガリウム砒素基板、72 温度検知回路（バイアス調整手段）、73 カレントミラー型バイアス回路（バイアス調整手段）、81-1~81-M RF入力端子、82-1~82-M 高周波増幅器モジュール、83-1~83-M RF出力端子、91-1~91-M 高周波増幅器モジュール、92-1~92-M RF出力端子、101 RF入力端子、102 ドライバ段増幅器、103 最終段増幅器、104 RF出力端子、105 バイパス経路、106 切替制御回路、107, 108 切替スイッチ、109 Vcc電源、110 バイアス回路。

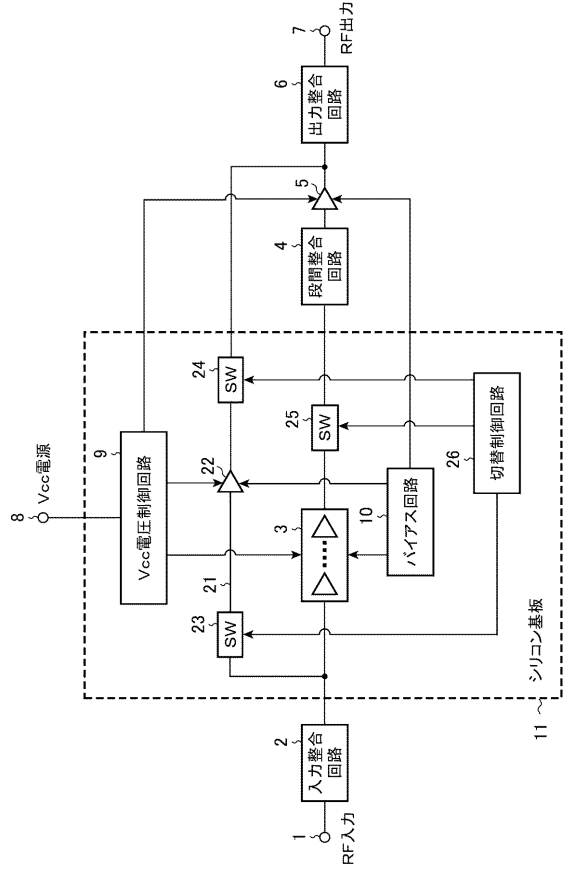
10

20

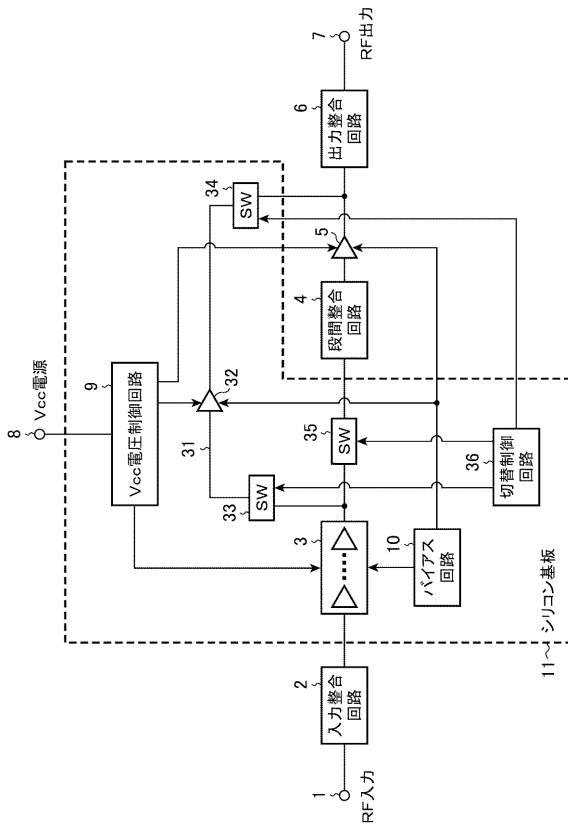
【図 1】



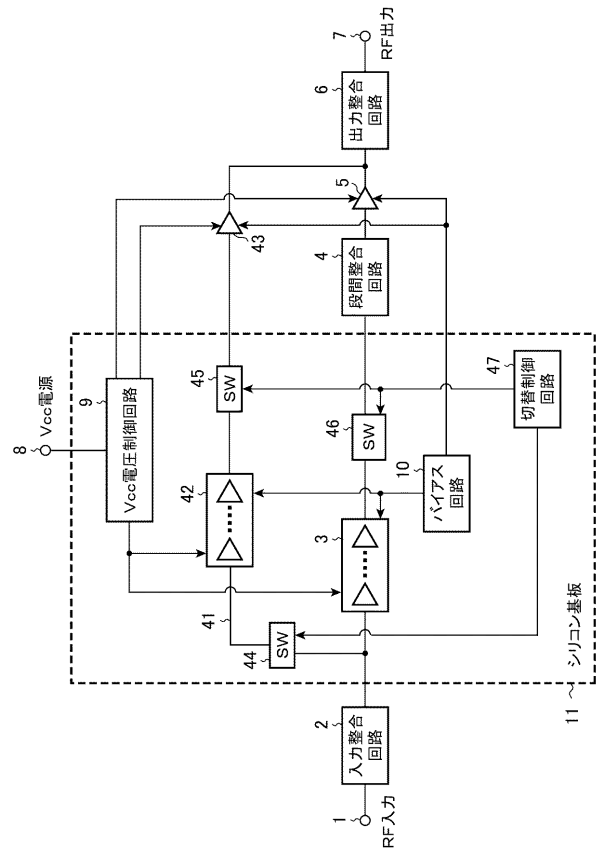
【図 2】



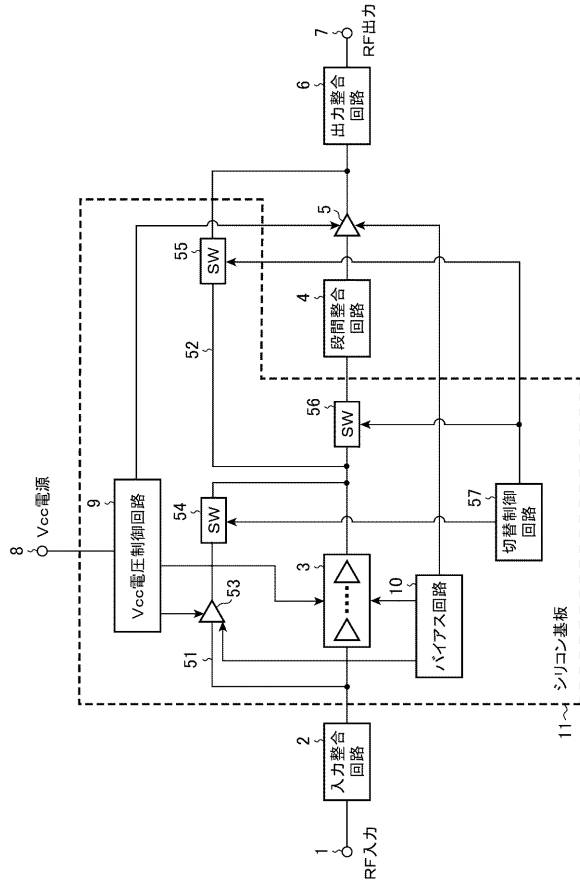
【図 3】



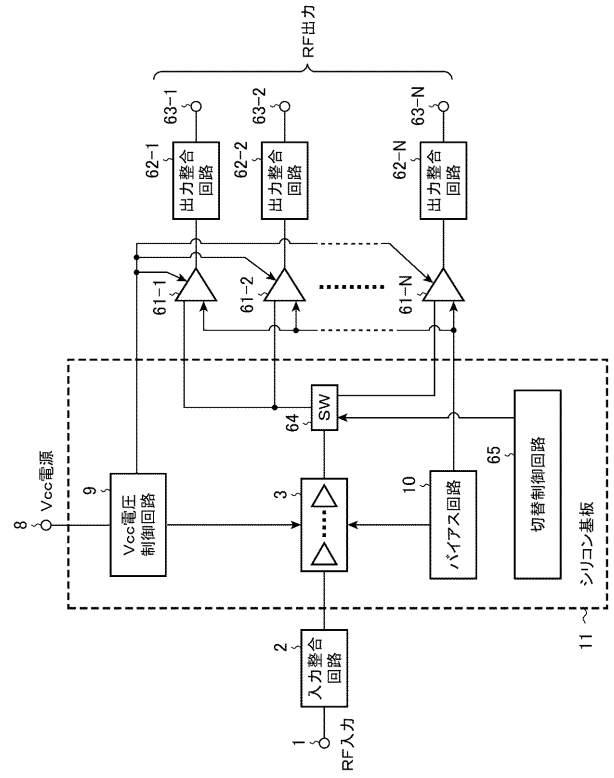
【図 4】



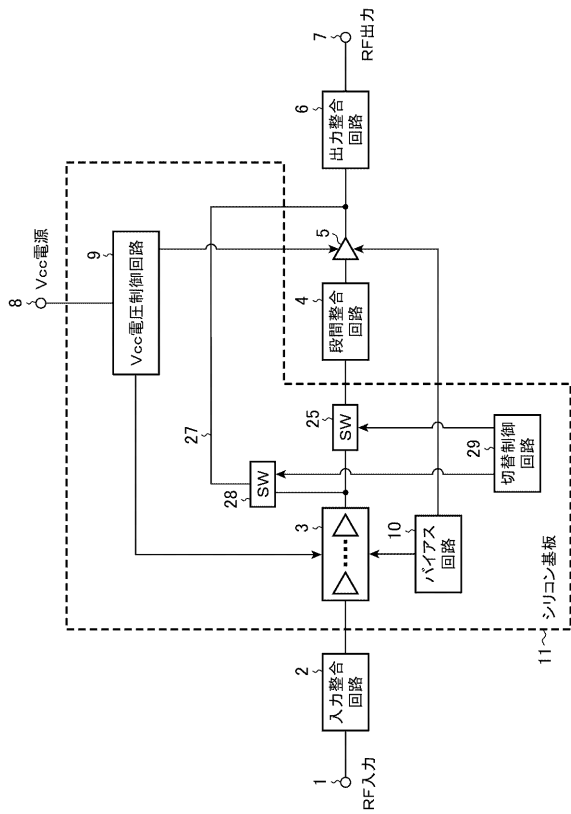
【 図 5 】



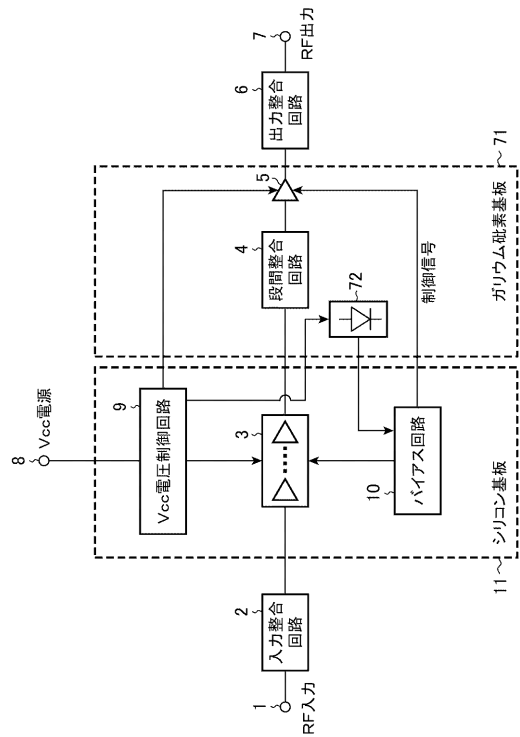
【 図 6 】



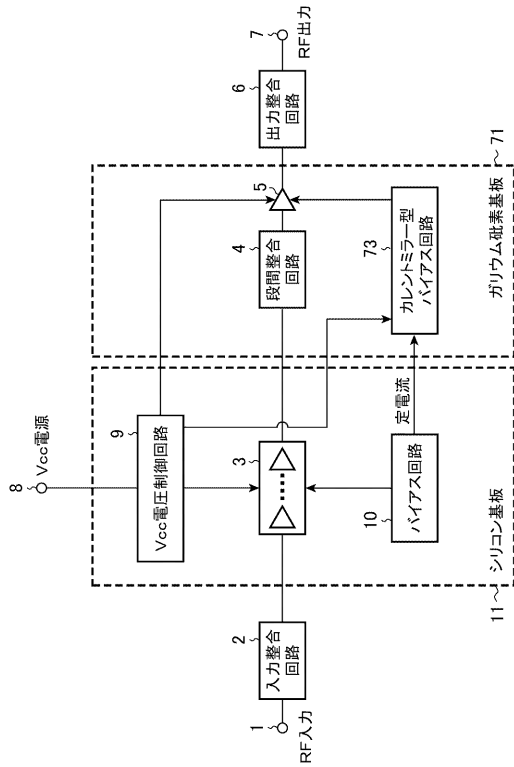
【 図 7 】



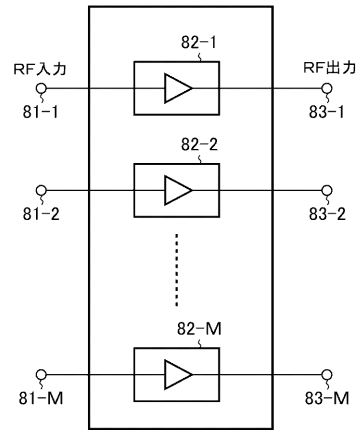
【 図 8 】



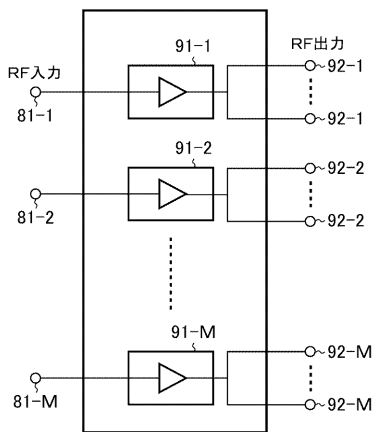
【 図 9 】



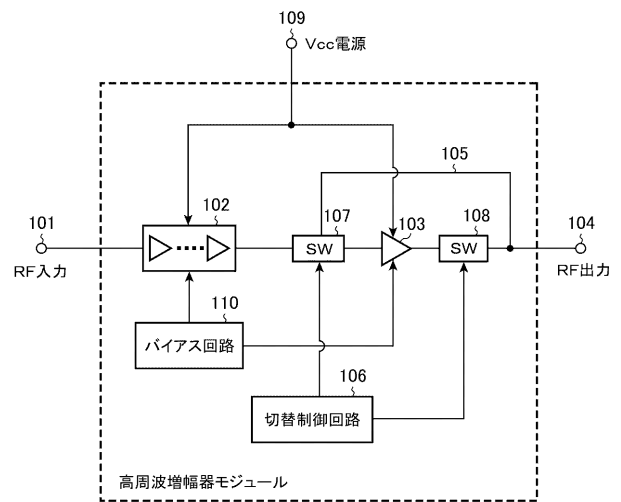
【 図 1 0 】



【 図 1 1 】



【 図 1 2 】



## 【手続補正書】

【提出日】平成25年10月9日(2013.10.9)

## 【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、例えば、高周波信号であるRF信号を増幅する高周波増幅器モジュールと、その高周波増幅器モジュールが複数個実装されている高周波増幅器モジュールユニットとに関するものである。

【背景技術】

【0002】

図12は以下の非特許文献1に開示されている従来の高周波増幅器モジュールを示す構成図である。

従来の高周波増幅器モジュールでは、RF入力端子101からRF信号が入力されると、多段構成のドライバ段増幅器102がRF信号を増幅し、最終段増幅器103がドライバ段増幅器102により増幅されたRF信号を更に増幅して、増幅後のRF信号をRF出力端子104に出力する。

【0003】

ただし、最終段増幅器103と並列にバイパス経路105が設けられており、切替制御回路106の制御の下で、切替スイッチ107の出力先がバイパス経路105側に切り替えられ、切替スイッチ108がオフの状態になっていれば、ドライバ段増幅器102により増幅されたRF信号は、最終段増幅器103では増幅されずに、バイパス経路105を経由してRF出力端子104から出力される。

なお、ドライバ段増幅器102及び最終段増幅器103の電源電圧は、Vcc電源109から供給されており、ドライバ段増幅器102及び最終段増幅器103のバイアスは、バイアス回路110により設定されている。

【0004】

高周波増幅器モジュールでは、各構成要素がシリコン基板上に形成されることが一般的であったが、非特許文献1に開示されている高周波増幅器モジュールでは、高効率化を図るために、ドライバ段増幅器102や最終段増幅器103を高周波特性に優れている化合物半導体であるガリウム砒素基板上に形成するようにしている。

また、切替制御回路106やバイアス回路110についても、モジュール全体のサイズの要求からガリウム砒素基板上に形成するようにしている。

即ち、非特許文献1に開示されている高周波増幅器モジュールでは、モジュールの全体をガリウム砒素基板上に形成するようにしている。

【先行技術文献】

【非特許文献】

【0005】

【非特許文献1】G.Hau et al., "Multi-Mode WCDMA Power Amplifier Module with Improved Low-Power Efficiency using Stage-Bypass," IEEE RFIC Symposium Dig., pp.163-166, June 2010

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

従来の高周波増幅器モジュールは以上のように構成されているので、モジュールの全体がガリウム砒素基板上に形成されて高効率化が図られている。しかし、高周波特性に優れ



ている化合物半導体であるガリウム砒素基板はチップ単価が高いため、製造コストが高価になってしまう課題があった。

【0007】

この発明は上記のような課題を解決するためになされたもので、モジュールの全体がガリウム砒素基板上に形成されている場合と同等の高周波特性を維持しながら、低コスト化を実現することができる高周波増幅器モジュール及び高周波増幅器モジュールユニットを得ることを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

この発明に係る高周波増幅器モジュールは、入力端子から入力された信号を増幅する多段構成のドライバ段増幅器と、そのドライバ段増幅器により増幅された信号を増幅し、増幅後の信号を出力端子に出力する最終段増幅器とを備え、一端がドライバ段増幅器の入力側に接続され、他端が最終段増幅器の出力側に接続されているバイパス経路と、バイパス経路上に配置されているバイパス増幅器とをさらに備え、そのドライバ段増幅器がシリコン基板上に形成され、その最終段増幅器がガリウム砒素基板上に形成され、バイパス増幅器の少なくとも一部がシリコン基板上に形成されているようにしたものである。

【発明の効果】

【0009】

この発明によれば、入力端子から入力された信号を増幅する多段構成のドライバ段増幅器と、そのドライバ段増幅器により増幅された信号を増幅し、増幅後の信号を出力端子に出力する最終段増幅器とを備え、一端がドライバ段増幅器の入力側に接続され、他端が最終段増幅器の出力側に接続されているバイパス経路と、バイパス経路上に配置されているバイパス増幅器とをさらに備え、そのドライバ段増幅器がシリコン基板上に形成され、その最終段増幅器がガリウム砒素基板上に形成され、バイパス増幅器の少なくとも一部がシリコン基板上に形成されているように構成したので、モジュールの全体がガリウム砒素基板上に形成されている場合と同等の高周波特性を維持しながら、低コスト化を実現することができる効果がある。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】この発明の実施の形態1による高周波増幅器モジュールを示す構成図である。

【図2】この発明の実施の形態2による高周波増幅器モジュールを示す構成図である。

【図3】この発明の実施の形態3による高周波増幅器モジュールを示す構成図である。

【図4】この発明の実施の形態4による高周波増幅器モジュールを示す構成図である。

【図5】この発明の実施の形態5による高周波増幅器モジュールを示す構成図である。

【図6】この発明の実施の形態6による高周波増幅器モジュールを示す構成図である。

【図7】この発明の実施の形態7による高周波増幅器モジュールユニットを示す構成図である。

【図8】この発明の実施の形態8による高周波増幅器モジュールユニットを示す構成図である。

【図9】この発明の実施の形態9による高周波増幅器モジュールを示す構成図である。

【図10】この発明の実施の形態10による高周波増幅器モジュールを示す構成図である。

【図11】この発明の実施の形態11による高周波増幅器モジュールを示す構成図である。

【図12】非特許文献1に開示されている従来の高周波増幅器モジュールを示す構成図である。

【発明を実施するための形態】

【0011】

以下、この発明をより詳細に説明するために、この発明を実施するための形態について、添付の図面に従って説明する。

## 実施の形態 1 .

図 1 はこの発明の実施の形態 1 による高周波増幅器モジュールを示す構成図である。

図 1 において、RF 入力端子 1 は RF 信号を入力する端子である。

入力整合回路 2 はドライバ段増幅器 3 の入力側の整合回路である。

## 【 0 0 1 2 】

ドライバ段増幅器 3 は 1 ~ N 段の増幅素子から構成されている多段の増幅器であり、RF 入力端子 1 から入力された RF 信号を増幅し、増幅後の RF 信号を段間整合回路 4 に出力するデバイスである。

段間整合回路 4 はドライバ段増幅器 3 と最終段増幅器 5 の間に配置されている整合回路である。

## 【 0 0 1 3 】

最終段増幅器 5 はドライバ段増幅器 3 により増幅された RF 信号を更に増幅して、増幅後の RF 信号を出力整合回路 6 に出力するデバイスである。

出力整合回路 6 は最終段増幅器 5 の出力側の整合回路である。

RF 出力端子 7 は最終段増幅器 5 により増幅された RF 信号を出力する端子である。

## 【 0 0 1 4 】

Vcc 電源 8 は電源電圧 Vcc を出力する電源である。

Vcc 電圧制御回路 9 はドライバ段増幅器 3 及び最終段増幅器 5 のドレイン又はコレクタに供給する直流電圧を制御する電源電圧制御回路である。

なお、ドライバ段増幅器 3 及び最終段増幅器 5 のドレイン又はコレクタに供給する直流電圧は、Vcc 電源 8 から出力される電源電圧 Vcc と同じ電圧であってもよいし、その電源電圧 Vcc を可変した電圧であってもよい。

バイアス回路 10 はドライバ段増幅器 3 及び最終段増幅器 5 のゲート又はベースに供給する直流電圧又は直流電流を制御することで、ドライバ段増幅器 3 及び最終段増幅器 5 のバイアスを設定する回路である。

## 【 0 0 1 5 】

シリコン基板 11 はシリコンで形成されている基板であり、シリコン基板 11 にはドライバ段増幅器 3、Vcc 電圧制御回路 9 及びバイアス回路 10 が形成されている。

入力整合回路 2、段間整合回路 4 及び出力整合回路 6 と最終段増幅器 5 は、ガリウム砒素基板上に形成されている。

## 【 0 0 1 6 】

次に動作について説明する。

まず、Vcc 電圧制御回路 9 は、Vcc 電源 8 から電源電圧 Vcc の供給を受けると、ドライバ段増幅器 3 及び最終段増幅器 5 のドレイン又はコレクタに供給する直流電圧を制御することで、ドライバ段増幅器 3 及び最終段増幅器 5 を駆動可能な状態に設定する。

バイアス回路 10 は、ドライバ段増幅器 3 及び最終段増幅器 5 における RF 信号の増幅率等を所望値に設定するため、例えば、外部から与えられる増幅率の設定情報等に基いて、ドライバ段増幅器 3 及び最終段増幅器 5 のゲート又はベースに供給する直流電圧又は直流電流を制御することで、ドライバ段増幅器 3 及び最終段増幅器 5 のバイアスを設定する。

## 【 0 0 1 7 】

バイアス回路 10 によりドライバ段増幅器 3 及び最終段増幅器 5 のバイアスが設定されている状態で、RF 入力端子 1 から RF 信号が入力されると、その RF 信号は入力整合回路 2 を通過してドライバ段増幅器 3 に入力される。

ドライバ段増幅器 3 は、入力整合回路 2 を通過してきた RF 信号を増幅し、増幅後の RF 信号を段間整合回路 4 に出力する。

## 【 0 0 1 8 】

ドライバ段増幅器 3 から出力された RF 信号は、段間整合回路 4 を通過して最終段増幅器 5 に入力される。

最終段増幅器 5 は、段間整合回路 4 を通過してきた RF 信号を増幅し、増幅後の RF 信

号を出力整合回路 6 に出力する。

最終段増幅器 5 から出力された R F 信号は、出力整合回路 6 を通過して、R F 出力端子 7 から外部に出力される。

【 0 0 1 9 】

図 1 の高周波増幅器モジュールでは、ドライバ段増幅器 3 がシリコン基板 1 1 上に形成され、最終段増幅器 5 がガリウム砒素基板上に形成されているが、高周波特性に支配的な増幅器は最終段増幅器 5 であり、ドライバ段増幅器 3 は高周波特性に特段の影響を与えない増幅器である。

このため、高周波特性に優れているガリウム砒素基板上に最終段増幅器 5 を形成すれば、ドライバ段増幅器 3 をシリコン基板 1 1 上に形成しても、モジュールの全体がガリウム砒素基板上に形成されている場合と同等の高周波特性を維持することができる。

このように、ドライバ段増幅器 3 をシリコン基板 1 1 上に形成することで、ガリウム砒素基板で形成するチップの面積を削減することができるため、低コスト化を実現することができる。

【 0 0 2 0 】

この実施の形態 1 では、入力整合回路 2、段間整合回路 4 及び出力整合回路 6 をガリウム砒素基板上に形成しているものを示したが、その全てをガリウム砒素基板上に形成せず、その一部をシリコン基板 1 1 (あるいは、外部のモジュール) 上に形成するようにしても、モジュールの全体がガリウム砒素基板上に形成されている場合と同等の高周波特性を維持することができる。

例えば、入力整合回路 2 と段間整合回路 4 をシリコン基板 1 1 (あるいは、外部のモジュール) 上に形成して、出力整合回路 6 をガリウム砒素基板上に形成するようにしてもよいし、入力整合回路 2 をシリコン基板 1 1 (あるいは、外部のモジュール) 上に形成して、段間整合回路 4 と出力整合回路 6 をガリウム砒素基板上に形成するようにしてもよい。

また、出力整合回路 6 をシリコン基板 1 1 (あるいは、外部のモジュール) 上に形成して、入力整合回路 2 と段間整合回路 4 をガリウム砒素基板上に形成するようにしてもよい。

【 0 0 2 1 】

なお、この実施の形態 1 では、高周波増幅器モジュールが入力整合回路 2、段間整合回路 4 及び出力整合回路 6 を実装しているものを示したが、入力整合回路 2、段間整合回路 4 及び出力整合回路 6 の一部又は全部を実装していない高周波増幅器モジュールであってもよい。

【 0 0 2 2 】

実施の形態 2 .

図 2 はこの発明の実施の形態 2 による高周波増幅器モジュールを示す構成図であり、図において、図 1 と同一符号は同一または相当部分を示すので説明を省略する。

バイパス経路 2 1 は一端がドライバ段増幅器 3 の入力側に接続され、他端が最終段増幅器 5 の出力側に接続されている経路である。

この実施の形態 2 では、ドライバ段増幅器 3 及び最終段増幅器 5 が配置されている経路を「主経路」と称する。

バイパス増幅器 2 2 はバイパス経路 2 1 上に配置されているドライバ段増幅器であり、バイパス増幅器 2 2 のサイズは、信号の増幅率が、ドライバ段増幅器 3 及び最終段増幅器 5 のトータルの増幅率より小さくなるように設計されている。

【 0 0 2 3 】

経路切替用スイッチ 2 3 はバイパス経路 2 1 上で、バイパス増幅器 2 2 の入力側に配置され、切替制御回路 2 6 の制御の下でオン / オフするスイッチである。

経路切替用スイッチ 2 4 はバイパス経路 2 1 上で、バイパス増幅器 2 2 の出力側に配置され、切替制御回路 2 6 の制御の下でオン / オフするスイッチである。

経路切替用スイッチ 2 5 は主経路上で、ドライバ段増幅器 3 の出力側に配置され、切替制御回路 2 6 の制御の下でオン / オフするスイッチである。

## 【 0 0 2 4 】

切替制御回路 2 6 は経路切替用スイッチ 2 3 , 2 4 , 2 5 をオン / オフすることで、R F 信号を流す経路として、主経路又はバイパス経路 2 1 を選択する回路である。

この実施の形態 2 では、バイパス増幅器 2 2、経路切替用スイッチ 2 3 , 2 4 , 2 5 及び切替制御回路 2 6 がシリコン基板 1 1 上に形成されている。

## 【 0 0 2 5 】

次に動作について説明する。

まず、V c c 電圧制御回路 9 は、V c c 電源 8 から電源電圧 V c c の供給を受けると、ドライバ段増幅器 3、最終段増幅器 5 及びバイパス増幅器 2 2 のドレイン又はコレクタに供給する直流電圧を制御することで、ドライバ段増幅器 3、最終段増幅器 5 及びバイパス増幅器 2 2 を駆動可能な状態に設定する。

バイアス回路 1 0 は、ドライバ段増幅器 3、最終段増幅器 5 及びバイパス増幅器 2 2 における R F 信号の増幅率等を所望値に設定するため、例えば、外部から与えられる増幅率の設定情報等にしがって、ドライバ段増幅器 3、最終段増幅器 5 及びバイパス増幅器 2 2 のゲート又はベースに供給する直流電圧又は直流電流を制御することで、ドライバ段増幅器 3、最終段増幅器 5 及びバイパス増幅器 2 2 のバイアスを設定する。

## 【 0 0 2 6 】

バイアス回路 1 0 によりドライバ段増幅器 3、最終段増幅器 5 及びバイパス増幅器 2 2 のバイアスが設定されている状態で、R F 入力端子 1 から R F 信号が入力されると、その R F 信号は入力整合回路 2 を通過する。

切替制御回路 2 6 は、例えば、外部から R F 信号を低出力電力で駆動する旨を示す制御情報を入力すると、経路切替用スイッチ 2 3 , 2 4 をオンに制御して、経路切替用スイッチ 2 5 をオフに制御することで、R F 信号を流す経路として、バイパス経路 2 1 を選択する。

## 【 0 0 2 7 】

これにより、入力整合回路 2 を通過した R F 信号がバイパス増幅器 2 2 に入力される。

バイパス増幅器 2 2 は、入力整合回路 2 を通過してきた R F 信号を増幅し、増幅後の R F 信号を出力整合回路 6 に出力する。

バイパス増幅器 2 2 から出力された R F 信号は、出力整合回路 6 を通過して、R F 出力端子 7 から外部に出力される。

## 【 0 0 2 8 】

切替制御回路 2 6 は、例えば、外部から R F 信号を高出力電力で駆動する旨を示す制御情報を入力すると、経路切替用スイッチ 2 3 , 2 4 をオフに制御して、経路切替用スイッチ 2 5 をオンに制御することで、R F 信号を流す経路として、主経路を選択する。

これにより、入力整合回路 2 を通過した R F 信号がドライバ段増幅器 3 に入力される。

ドライバ段増幅器 3 は、入力整合回路 2 を通過してきた R F 信号を増幅し、増幅後の R F 信号を段間整合回路 4 に出力する。

## 【 0 0 2 9 】

ドライバ段増幅器 3 から出力された R F 信号は、段間整合回路 4 を通過して最終段増幅器 5 に入力される。

最終段増幅器 5 は、段間整合回路 4 を通過してきた R F 信号を増幅し、増幅後の R F 信号を出力整合回路 6 に出力する。

最終段増幅器 5 から出力された R F 信号は、出力整合回路 6 を通過して、R F 出力端子 7 から外部に出力される。

## 【 0 0 3 0 】

図 2 の高周波増幅器モジュールでは、ドライバ段増幅器 3 及びバイパス増幅器 2 2 がシリコン基板 1 1 上に形成され、最終段増幅器 5 がガリウム砒素基板上に形成されているが、高周波特性に支配的な増幅器は最終段増幅器 5 であり、ドライバ段増幅器 3 及びバイパス増幅器 2 2 は高周波特性に特段の影響を与えない増幅器である。

このため、高周波特性に優れているガリウム砒素基板上に最終段増幅器 5 を形成すれば

、ドライバ段増幅器 3 及びバイパス増幅器 2 2 をシリコン基板 1 1 上に形成しても、モジュールの全体がガリウム砒素基板上に形成されている場合と同等の高周波特性を維持することができる。

このように、ドライバ段増幅器 3 及びバイパス増幅器 2 2 をシリコン基板 1 1 上に形成することで、ガリウム砒素基板で形成するチップの面積を削減することができるため、低コスト化を実現することができる。

#### 【 0 0 3 1 】

なお、この実施の形態 2 では、経路切替用スイッチ 2 3 , 2 4 , 2 5 がシリコン基板 1 1 上に形成されているが、経路切替用スイッチ 2 3 , 2 4 , 2 5 がガリウム砒素基板上に形成されていてもよい。

また、この実施の形態 2 では、高周波増幅器モジュールが入力整合回路 2、段間整合回路 4 及び出力整合回路 6 を実装しているものを示したが、入力整合回路 2、段間整合回路 4 及び出力整合回路 6 の一部又は全部を実装していない高周波増幅器モジュールであってもよい。

#### 【 0 0 3 2 】

実施の形態 3 .

図 3 はこの発明の実施の形態 3 による高周波増幅器モジュールを示す構成図であり、図において、図 1 と同一符号は同一または相当部分を示すので説明を省略する。

バイパス経路 3 1 は一端がドライバ段増幅器 3 の出力側に接続され、他端が最終段増幅器 5 の出力側に接続されている経路である。

この実施の形態 3 では、ドライバ段増幅器 3 及び最終段増幅器 5 が配置されている経路を「主経路」と称する。

バイパス増幅器 3 2 はバイパス経路 3 1 上に配置されている最終段増幅器であり、バイパス増幅器 3 2 のサイズは、最終段増幅器 5 のサイズより小さくなるように設計されている。

#### 【 0 0 3 3 】

経路切替用スイッチ 3 3 はバイパス経路 3 1 上で、バイパス増幅器 3 2 の入力側に配置され、切替制御回路 3 6 の制御の下でオン/オフするスイッチである。

経路切替用スイッチ 3 4 はバイパス経路 3 1 上で、バイパス増幅器 3 2 の出力側に配置され、切替制御回路 3 6 の制御の下でオン/オフするスイッチである。

経路切替用スイッチ 3 5 は主経路上で、ドライバ段増幅器 3 の出力側に配置され、切替制御回路 3 6 の制御の下でオン/オフするスイッチである。

#### 【 0 0 3 4 】

切替制御回路 3 6 は経路切替用スイッチ 3 3 , 3 4 , 3 5 をオン/オフすることで、R F 信号を流す経路として、主経路又はバイパス経路 3 1 を選択する回路である。

この実施の形態 3 では、バイパス増幅器 3 2、経路切替用スイッチ 3 3 , 3 4 , 3 5 及び切替制御回路 3 6 がシリコン基板 1 1 上に形成されている。

#### 【 0 0 3 5 】

次に動作について説明する。

まず、V c c 電圧制御回路 9 は、V c c 電源 8 から電源電圧 V c c の供給を受けると、ドライバ段増幅器 3、最終段増幅器 5 及びバイパス増幅器 3 2 のドレイン又はコレクタに供給する直流電圧を制御することで、ドライバ段増幅器 3、最終段増幅器 5 及びバイパス増幅器 3 2 を駆動可能な状態に設定する。

バイパス回路 1 0 は、ドライバ段増幅器 3、最終段増幅器 5 及びバイパス増幅器 3 2 における R F 信号の増幅率等を所望値に設定するため、例えば、外部から与えられる増幅率の設定情報等にしたがって、ドライバ段増幅器 3、最終段増幅器 5 及びバイパス増幅器 3 2 のゲート又はベースに供給する直流電圧又は直流電流を制御することで、ドライバ段増幅器 3、最終段増幅器 5 及びバイパス増幅器 3 2 のバイパスを設定する。

#### 【 0 0 3 6 】

バイパス回路 1 0 によりドライバ段増幅器 3、最終段増幅器 5 及びバイパス増幅器 3 2

のバイパスが設定されている状態で、RF入力端子1からRF信号が入力されると、そのRF信号は入力整合回路2を通過する。

ドライバ段増幅器3は、入力整合回路2を通過してきたRF信号を増幅する。

【0037】

切替制御回路36は、例えば、外部からRF信号を低出力電力で駆動する旨を示す制御情報を入力すると、経路切替用スイッチ33, 34をオンに制御して、経路切替用スイッチ35をオフに制御することで、RF信号を流す経路として、バイパス経路31を選択する。

これにより、ドライバ段増幅器3により増幅されたRF信号がバイパス増幅器32に入力される。

バイパス増幅器32は、入力整合回路2を通過してきたRF信号を増幅し、増幅後のRF信号を出力整合回路6に出力する。

バイパス増幅器32から出力されたRF信号は、出力整合回路6を通過して、RF出力端子7から外部に出力される。

【0038】

切替制御回路36は、例えば、外部からRF信号を高出力電力で駆動する旨を示す制御情報を入力すると、経路切替用スイッチ33, 34をオフに制御して、経路切替用スイッチ35をオンに制御することで、RF信号を流す経路として、主経路を選択する。

これにより、ドライバ段増幅器3により増幅されたRF信号は、段間整合回路4を通過して最終段増幅器5に入力される。

最終段増幅器5は、段間整合回路4を通過してきたRF信号を増幅し、増幅後のRF信号を出力整合回路6に出力する。

最終段増幅器5から出力されたRF信号は、出力整合回路6を通過して、RF出力端子7から外部に出力される。

【0039】

図3の高周波増幅器モジュールでは、ドライバ段増幅器3及びバイパス増幅器32がシリコン基板11上に形成され、最終段増幅器5がガリウム砒素基板上に形成されているが、高周波特性に支配的な増幅器は最終段増幅器5であり、ドライバ段増幅器3及びバイパス増幅器32は高周波特性に特段の影響を与えない増幅器である。

このため、高周波特性に優れているガリウム砒素基板上に最終段増幅器5を形成すれば、ドライバ段増幅器3及びバイパス増幅器32をシリコン基板11上に形成しても、モジュールの全体がガリウム砒素基板上に形成されている場合と同等の高周波特性を維持することができる。

このように、ドライバ段増幅器3及びバイパス増幅器32をシリコン基板11上に形成することで、ガリウム砒素基板で形成するチップの面積を削減することができるため、低コスト化を実現することができる。

【0040】

なお、この実施の形態3では、経路切替用スイッチ33, 34, 35がシリコン基板11上に形成されているが、経路切替用スイッチ33, 34, 35がガリウム砒素基板上に形成されていてもよい。

また、この実施の形態3では、高周波増幅器モジュールが入力整合回路2、段間整合回路4及び出力整合回路6を実装しているものを示したが、入力整合回路2、段間整合回路4及び出力整合回路6の一部又は全部を実装していない高周波増幅器モジュールであってもよい。

【0041】

実施の形態4

図4はこの発明の実施の形態4による高周波増幅器モジュールを示す構成図であり、図において、図1と同一符号は同一または相当部分を示すので説明を省略する。

バイパス経路41は一端がドライバ段増幅器3の入力側に接続され、他端が最終段増幅器5の出力側に接続されている経路である。

この実施の形態 4 では、ドライバ段増幅器 3 及び最終段増幅器 5 が配置されている経路を「主経路」と称する。

【0042】

バイパスドライバ段増幅器 4 2 はバイパス経路 4 1 上に配置され、1 ~ N 段の増幅素子から構成されている多段の増幅器であり、バイパスドライバ段増幅器 4 2 は RF 入力端子 1 から入力された RF 信号を増幅するデバイスである。

バイパス最終段増幅器 4 3 はバイパス経路 4 1 上に配置され、バイパスドライバ段増幅器 4 2 により増幅された RF 信号を更に増幅して、増幅後の RF 信号を出力整合回路 6 に出力するデバイスである。

なお、バイパス最終段増幅器 4 3 のサイズは、最終段増幅器 5 のサイズより小さくなるように設計されている。

【0043】

経路切替用スイッチ 4 4 はバイパス経路 4 1 上で、バイパスドライバ段増幅器 4 2 の入力側に配置され、切替制御回路 4 7 の制御の下でオン/オフするスイッチである。

経路切替用スイッチ 4 5 はバイパス経路 4 1 上で、バイパスドライバ段増幅器 4 2 の出力側に配置され、切替制御回路 4 7 の制御の下でオン/オフするスイッチである。

経路切替用スイッチ 4 6 は主経路上で、ドライバ段増幅器 3 の出力側に配置され、切替制御回路 4 7 の制御の下でオン/オフするスイッチである。

【0044】

切替制御回路 4 7 は経路切替用スイッチ 4 4 , 4 5 , 4 6 をオン/オフすることで、RF 信号を流す経路として、主経路又はバイパス経路 4 1 を選択する回路である。

この実施の形態 4 では、バイパスドライバ段増幅器 4 2、経路切替用スイッチ 4 4 , 4 5 , 4 6 及び切替制御回路 4 6 がシリコン基板 1 1 上に形成されている。

バイパス最終段増幅器 4 3 は、ガリウム砒素基板上に形成されている。

【0045】

次に動作について説明する。

まず、Vcc 電圧制御回路 9 は、Vcc 電源 8 から電源電圧 Vcc の供給を受けると、ドライバ段増幅器 3、最終段増幅器 5、バイパスドライバ段増幅器 4 2 及びバイパス最終段増幅器 4 3 のドレイン又はコレクタに供給する直流電圧を制御することで、ドライバ段増幅器 3、最終段増幅器 5、バイパスドライバ段増幅器 4 2 及びバイパス最終段増幅器 4 3 を駆動可能な状態に設定する。

バイアス回路 10 は、ドライバ段増幅器 3、最終段増幅器 5、バイパスドライバ段増幅器 4 2 及びバイパス最終段増幅器 4 3 における RF 信号の増幅率等を所望値に設定するため、例えば、外部から与えられる増幅率の設定情報等に基いて、ドライバ段増幅器 3、最終段増幅器 5、バイパスドライバ段増幅器 4 2 及びバイパス最終段増幅器 4 3 のゲート又はベースに供給する直流電圧又は直流電流を制御することで、ドライバ段増幅器 3、最終段増幅器 5、バイパスドライバ段増幅器 4 2 及びバイパス最終段増幅器 4 3 のバイアスを設定する。

【0046】

バイアス回路 10 によりドライバ段増幅器 3、最終段増幅器 5、バイパスドライバ段増幅器 4 2 及びバイパス最終段増幅器 4 3 のバイアスが設定されている状態で、RF 入力端子 1 から RF 信号が入力されると、その RF 信号は入力整合回路 2 を通過する。

切替制御回路 4 6 は、例えば、外部から RF 信号を低出力電力で駆動する旨を示す制御情報を入力すると、経路切替用スイッチ 4 4 , 4 5 をオンに制御して、経路切替用スイッチ 4 6 をオフに制御することで、RF 信号を流す経路として、バイパス経路 4 1 を選択する。

【0047】

これにより、入力整合回路 2 を通過した RF 信号がバイパスドライバ段増幅器 4 2 に入力される。

バイパスドライバ段増幅器 4 2 は、入力整合回路 2 を通過してきた RF 信号を増幅し、

増幅後のRF信号をバイパス最終段増幅器43に出力する。

バイパス最終段増幅器43は、バイパスイバ段増幅器42により増幅されたRF信号を更に増幅し、増幅後のRF信号を出力整合回路6に出力する。

バイパス最終段増幅器43から出力されたRF信号は、出力整合回路6を通過して、RF出力端子7から外部に出力される。

#### 【0048】

切替制御回路46は、例えば、外部からRF信号を高出力電力で駆動する旨を示す制御情報を入力すると、経路切替用スイッチ44, 45をオフに制御して、経路切替用スイッチ46をオンに制御することで、RF信号を流す経路として、主経路を選択する。

これにより、入力整合回路2を通過したRF信号がドライバ段増幅器3に入力される。

ドライバ段増幅器3は、入力整合回路2を通過してきたRF信号を増幅し、増幅後のRF信号を段間整合回路4に出力する。

#### 【0049】

ドライバ段増幅器3から出力されたRF信号は、段間整合回路4を通過して最終段増幅器5に入力される。

最終段増幅器5は、段間整合回路4を通過してきたRF信号を増幅し、増幅後のRF信号を出力整合回路6に出力する。

最終段増幅器5から出力されたRF信号は、出力整合回路6を通過して、RF出力端子7から外部に出力される。

#### 【0050】

図4の高周波増幅器モジュールでは、ドライバ段増幅器3及びバイパスイバ段増幅器42がシリコン基板11上に形成され、最終段増幅器5及びバイパス最終段増幅器43がガリウム砒素基板上に形成されているが、高周波特性に支配的な増幅器は最終段増幅器5及びバイパス最終段増幅器43であり、ドライバ段増幅器3及びバイパスイバ段増幅器42は高周波特性に特段の影響を与えない増幅器である。

このため、高周波特性に優れているガリウム砒素基板上に最終段増幅器5及びバイパス最終段増幅器43を形成すれば、ドライバ段増幅器3及びバイパスイバ段増幅器42をシリコン基板11上に形成しても、モジュールの全体がガリウム砒素基板上に形成されている場合と同等の高周波特性を維持することができる。

このように、ドライバ段増幅器3及びバイパスイバ段増幅器42をシリコン基板11上に形成することで、ガリウム砒素基板で形成するチップの面積を削減することができるため、低コスト化を実現することができる。

#### 【0051】

なお、この実施の形態4では、経路切替用スイッチ44, 45, 46がシリコン基板11上に形成されているが、経路切替用スイッチ44, 45, 46がガリウム砒素基板上に形成されていてもよい。

また、この実施の形態4では、高周波増幅器モジュールが入力整合回路2、段間整合回路4及び出力整合回路6を実装しているものを示したが、入力整合回路2、段間整合回路4及び出力整合回路6の一部又は全部を実装していない高周波増幅器モジュールであってもよい。

#### 【0052】

実施の形態5

図5はこの発明の実施の形態5による高周波増幅器モジュールを示す構成図であり、図において、図1と同一符号は同一または相当部分を示すので説明を省略する。

第1のバイパス経路51は一端がドライバ段増幅器3の入力側に接続され、他端がドライバ段増幅器3の出力側に接続されている経路である。

第2のバイパス経路52は一端が最終段増幅器5の入力側に接続され、他端が最終段増幅器5の出力側に接続されている経路である。

この実施の形態5では、ドライバ段増幅器3及び最終段増幅器5が配置されている経路を「主経路」と称する。



バイパス増幅器 5 3 は第 1 のバイパス経路 5 1 上に配置されているドライバ段増幅器であり、バイパス増幅器 5 2 のサイズは、ドライバ段増幅器 3 のサイズより小さくなるように設計されている。

【 0 0 5 3 】

経路切替用スイッチ 5 4 は第 1 のバイパス経路 5 1 上で、バイパス増幅器 5 3 の出力側に配置され、切替制御回路 5 7 の制御の下でオン/オフするスイッチである。

経路切替用スイッチ 5 5 は第 2 のバイパス経路 5 2 上に配置され、切替制御回路 5 7 の制御の下でオン/オフするスイッチである。

経路切替用スイッチ 5 6 は主経路上で、ドライバ段増幅器 3 の出力側に配置され、切替制御回路 5 7 の制御の下でオン/オフするスイッチである。

【 0 0 5 4 】

切替制御回路 5 7 は経路切替用スイッチ 5 4 , 5 5 , 5 6 をオン/オフすることで、R F 信号を流す経路として、主経路又はバイパス経路 5 1 , 5 2 を選択する回路である。

この実施の形態 5 では、バイパス増幅器 5 3、経路切替用スイッチ 5 4 , 5 5 , 5 6 及び切替制御回路 5 7 がシリコン基板 1 1 上に形成されている。

【 0 0 5 5 】

次に動作について説明する。

まず、V c c 電圧制御回路 9 は、V c c 電源 8 から電源電圧 V c c の供給を受けると、ドライバ段増幅器 3、最終段増幅器 5 及びバイパス増幅器 5 3 のドレイン又はコレクタに供給する直流電圧を制御することで、ドライバ段増幅器 3、最終段増幅器 5 及びバイパス増幅器 5 3 を駆動可能な状態に設定する。

バイアス回路 1 0 は、ドライバ段増幅器 3、最終段増幅器 5 及びバイパス増幅器 5 3 における R F 信号の増幅率等を所望値に設定するため、例えば、外部から与えられる増幅率の設定情報等にしがって、ドライバ段増幅器 3、最終段増幅器 5 及びバイパス増幅器 5 3 のゲート又はベースに供給する直流電圧又は直流電流を制御することで、ドライバ段増幅器 3、最終段増幅器 5 及びバイパス増幅器 5 3 のバイアスを設定する。

【 0 0 5 6 】

バイアス回路 1 0 によりドライバ段増幅器 3、最終段増幅器 5 及びバイパス増幅器 5 3 のバイアスが設定されている状態で、R F 入力端子 1 から R F 信号が入力されると、その R F 信号は入力整合回路 2 を通過する。

切替制御回路 5 7 は、例えば、外部から R F 信号を低出力電力で駆動する旨を示す制御情報を入力すると、経路切替用スイッチ 5 4 , 5 5 をオンに制御して、経路切替用スイッチ 5 6 をオフに制御することで、R F 信号を流す経路として、第 1 のバイパス経路 5 1 と第 2 のバイパス経路 5 2 を選択する。

【 0 0 5 7 】

これにより、入力整合回路 2 を通過した R F 信号がバイパス増幅器 5 3 に入力される。

バイパス増幅器 5 3 は、入力整合回路 2 を通過してきた R F 信号を増幅し、増幅後の R F 信号を出力する。

バイパス増幅器 5 3 から出力された R F 信号は、第 2 のバイパス経路 5 2 経由で出力整合回路 6 に入力される。

バイパス増幅器 2 2 から出力された R F 信号は、出力整合回路 6 を通過して、R F 出力端子 7 から外部に出力される。

【 0 0 5 8 】

切替制御回路 5 7 は、例えば、外部から R F 信号を中出力電力で駆動する旨を示す制御情報を入力すると、経路切替用スイッチ 5 5 をオンに制御して、経路切替用スイッチ 5 4 , 5 6 をオフに制御することで、R F 信号を流す経路として、主経路と第 2 のバイパス経路 5 2 を選択する。

これにより、入力整合回路 2 を通過した R F 信号がドライバ段増幅器 3 に入力される。

【 0 0 5 9 】

ドライバ段増幅器 3 は、入力整合回路 2 を通過してきた R F 信号を増幅し、増幅後の R

F 信号を出力する。

ドライバ段増幅器 3 から出力された R F 信号は、第 2 のバイパス経路 5 2 経由で出力整合回路 6 に入力される。

ドライバ段増幅器 3 から出力された R F 信号は、出力整合回路 6 を通過して、R F 出力端子 7 から外部に出力される。

#### 【 0 0 6 0 】

切替制御回路 5 7 は、例えば、外部から R F 信号を高出力電力で駆動する旨を示す制御情報を入力すると、経路切替用スイッチ 5 6 をオンに制御して、経路切替用スイッチ 5 4 , 5 4 をオフに制御することで、R F 信号を流す経路として、主回路を選択する。

これにより、入力整合回路 2 を通過した R F 信号がドライバ段増幅器 3 に入力される。

ドライバ段増幅器 3 は、入力整合回路 2 を通過してきた R F 信号を増幅し、増幅後の R F 信号を段間整合回路 4 に出力する。

#### 【 0 0 6 1 】

ドライバ段増幅器 3 から出力された R F 信号は、段間整合回路 4 を通過して最終段増幅器 5 に入力される。

最終段増幅器 5 は、段間整合回路 4 を通過してきた R F 信号を増幅し、増幅後の R F 信号を出力整合回路 6 に出力する。

最終段増幅器 5 から出力された R F 信号は、出力整合回路 6 を通過して、R F 出力端子 7 から外部に出力される。

#### 【 0 0 6 2 】

図 5 の高周波増幅器モジュールでは、ドライバ段増幅器 3 及びバイパス増幅器 5 3 がシリコン基板 1 1 上に形成され、最終段増幅器 5 がガリウム砒素基板上に形成されているが、高周波特性に支配的な増幅器は最終段増幅器 5 であり、ドライバ段増幅器 3 及びバイパス増幅器 5 3 は高周波特性に特段の影響を与えない増幅器である。

このため、高周波特性に優れているガリウム砒素基板上に最終段増幅器 5 を形成すれば、ドライバ段増幅器 3 及びバイパス増幅器 5 3 をシリコン基板 1 1 上に形成しても、モジュールの全体がガリウム砒素基板上に形成されている場合と同等の高周波特性を維持することができる。

このように、ドライバ段増幅器 3 及びバイパス増幅器 5 3 をシリコン基板 1 1 上に形成することで、ガリウム砒素基板で形成するチップの面積を削減することができるため、低コスト化を実現することができる。

#### 【 0 0 6 3 】

なお、この実施の形態 5 では、経路切替用スイッチ 5 4 , 5 5 , 5 6 がシリコン基板 1 1 上に形成されているが、経路切替用スイッチ 5 4 , 5 5 , 5 6 がガリウム砒素基板上に形成されていてもよい。

また、この実施の形態 5 では、高周波増幅器モジュールが入力整合回路 2、段間整合回路 4 及び出力整合回路 6 を実装しているものを示したが、入力整合回路 2、段間整合回路 4 及び出力整合回路 6 の一部又は全部を実装していない高周波増幅器モジュールであってもよい。

#### 【 0 0 6 4 】

実施の形態 6 .

図 6 はこの発明の実施の形態 6 による高周波増幅器モジュールを示す構成図であり、図において、図 1 と同一符号は同一または相当部分を示すので説明を省略する。

最終段増幅器 6 1 - 1 ~ 6 1 - N はドライバ段増幅器 3 の出力側に N 個並列に接続されており、ドライバ段増幅器 3 により増幅された R F 信号を更に増幅して、増幅後の R F 信号を出力整合回路 6 2 - 1 ~ 6 2 - N に出力するデバイスである。

出力整合回路 6 2 - 1 ~ 6 2 - N は最終段増幅器 6 1 - 1 ~ 6 1 - N の出力側の整合回路である。

R F 出力端子 6 3 - 1 ~ 6 3 - N は最終段増幅器 6 1 - 1 ~ 6 1 - N により増幅された R F 信号を出力する端子である。

## 【 0 0 6 5 】

経路切替用スイッチ 6 4 は切替制御回路 6 5 の制御の下で、ドライバ段増幅器 3 により増幅された R F 信号を何れかの最終段増幅器 6 1 に出力するスイッチである。

切替制御回路 6 5 は経路切替用スイッチ 6 4 の出力先を切り替える回路である。

## 【 0 0 6 6 】

この実施の形態 6 では、ドライバ段増幅器 3、V c c 電圧制御回路 9、バイパス回路 1 0、経路切替用スイッチ 6 4 及び切替制御回路 6 5 がシリコン基板 1 1 上に形成されている。

入力整合回路 2 及び出力整合回路 6 2 - 1 ~ 6 2 - N と最終段増幅器 6 1 - 1 ~ 6 1 - N は、ガリウム砒素基板上に形成されている。

## 【 0 0 6 7 】

次に動作について説明する。

まず、V c c 電圧制御回路 9 は、V c c 電源 8 から電源電圧 V c c の供給を受けると、ドライバ段増幅器 3 及び最終段増幅器 6 1 - 1 ~ 6 1 - N のドレイン又はコレクタに供給する直流電圧を制御することで、ドライバ段増幅器 3 及び最終段増幅器 6 1 - 1 ~ 6 1 - N を駆動可能な状態に設定する。

バイパス回路 1 0 は、ドライバ段増幅器 3 及び最終段増幅器 6 1 - 1 ~ 6 1 - N における R F 信号の増幅率等を所望値に設定するため、例えば、外部から与えられる増幅率の設定情報等にしがって、ドライバ段増幅器 3 及び最終段増幅器 6 1 - 1 ~ 6 1 - N のゲート又はベースに供給する直流電圧又は直流電流を制御することで、ドライバ段増幅器 3 及び最終段増幅器 6 1 - 1 ~ 6 1 - N のバイパスを設定する。

## 【 0 0 6 8 】

バイパス回路 1 0 によりドライバ段増幅器 3 及び最終段増幅器 6 1 - 1 ~ 6 1 - N のバイパスが設定されている状態で、R F 入力端子 1 から R F 信号が入力されると、その R F 信号は入力整合回路 2 を通過する。

この実施の形態 6 では、R F 入力端子 1 から周波数が異なる R F 信号が順次入力される場合を想定する。

切替制御回路 6 5 は、例えば、外部から R F 信号の周波数を示す情報を入力すると、経路切替用スイッチ 6 4 の出力先を上記 R F 信号の周波数に対応する最終段増幅器 6 1 に切り替えて、その R F 信号が当該最終段増幅器 6 1 に入力されるようにする。

例えば、R F 信号の周波数が A H z ならば、経路切替用スイッチ 6 4 の出力先を最終段増幅器 6 1 - 1 に切り替え、R F 信号の周波数が B H z ならば、経路切替用スイッチ 6 4 の出力先を最終段増幅器 6 1 - 2 に切り替え、R F 信号の周波数が C H z ならば、経路切替用スイッチ 6 4 の出力先を最終段増幅器 6 1 - N に切り替えるようにする。

## 【 0 0 6 9 】

最終段増幅器 6 1 - 1 ~ 6 1 - N のうち、ドライバ段増幅器 3 から経路切替用スイッチ 6 4 を介して R F 信号が入力された最終段増幅器 6 1 は、その R F 信号を増幅し、増幅後の R F 信号を出力整合回路 6 2 に出力する。

最終段増幅器 6 1 - 1 ~ 6 1 - N から出力された R F 信号は、出力整合回路 6 2 - 1 ~ 6 2 - N を通過して、R F 出力端子 6 3 - 1 ~ 6 3 - N から外部に出力される。

## 【 0 0 7 0 】

図 6 の高周波増幅器モジュールでは、ドライバ段増幅器 3 がシリコン基板 1 1 上に形成され、最終段増幅器 6 1 - 1 ~ 6 1 - N がガリウム砒素基板上に形成されているが、高周波特性に支配的な増幅器は最終段増幅器 6 1 - 1 ~ 6 1 - N であり、ドライバ段増幅器 3 は高周波特性に特段の影響を与えない増幅器である。

このため、高周波特性に優れているガリウム砒素基板上に最終段増幅器 6 1 - 1 ~ 6 1 - N を形成すれば、ドライバ段増幅器 3 をシリコン基板 1 1 上に形成しても、モジュールの全体がガリウム砒素基板上に形成されている場合と同等の高周波特性を維持することができる。

このように、ドライバ段増幅器 3 をシリコン基板 1 1 上に形成することで、ガリウム砒

素基板で形成するチップの面積を削減することができるため、低コスト化を実現することができる。

【0071】

なお、この実施の形態6では、経路切替用スイッチ64がシリコン基板11上に形成されているが、経路切替用スイッチ64がガリウム砒素基板上に形成されていてもよい。

また、この実施の形態6では、高周波増幅器モジュールが入力整合回路2及び最終段増幅器61-1～61-Nを実装しているものを示したが、入力整合回路2及び最終段増幅器61-1～61-Nの一部又は全部を実装していない高周波増幅器モジュールであってもよい。

また、段間整合回路を実装している高周波増幅器モジュールであってもよい。

【0072】

実施の形態7

図7はこの発明の実施の形態7による高周波増幅器モジュールを示す構成図であり、図において、図2と同一符号は同一または相当部分を示すので説明を省略する。

バイパス経路27は一端がドライバ段増幅器3の出力側に接続され、他端が最終段増幅器5の出力側に接続されている経路である。

この実施の形態7では、ドライバ段増幅器3及び最終段増幅器5が配置されている経路を「主経路」と称する。

【0073】

経路切替用スイッチ28はバイパス経路27上に配置され、切替制御回路29の制御の下でオン/オフするスイッチである。

切替制御回路29は経路切替用スイッチ25, 28をオン/オフすることで、RF信号を流す経路として、主経路又はバイパス経路27を選択する回路である。

この実施の形態7では、経路切替用スイッチ25, 28及び切替制御回路29がシリコン基板11上に形成されている。

【0074】

次に動作について説明する。

まず、Vcc電圧制御回路9は、Vcc電源8から電源電圧Vccの供給を受けると、ドライバ段増幅器3及び最終段増幅器5のドレイン又はコレクタに供給する直流電圧を制御することで、ドライバ段増幅器3及び最終段増幅器5を駆動可能な状態に設定する。

バイアス回路10は、ドライバ段増幅器3及び最終段増幅器5におけるRF信号の増幅率等を所望値に設定するため、例えば、外部から与えられる増幅率の設定情報等に基いて、ドライバ段増幅器3及び最終段増幅器5のゲート又はベースに供給する直流電圧又は直流電流を制御することで、ドライバ段増幅器3及び最終段増幅器5のバイアスを設定する。

【0075】

バイアス回路10によりドライバ段増幅器3及び最終段増幅器5のバイアスが設定されている状態で、RF入力端子1からRF信号が入力されると、そのRF信号は入力整合回路2を通過する。

切替制御回路29は、例えば、外部からRF信号を低出力電力で駆動する旨を示す制御情報を入力すると、経路切替用スイッチ28をオンに制御して、経路切替用スイッチ25をオフに制御することで、RF信号を流す経路として、バイパス経路27を選択する。

【0076】

これにより、入力整合回路2を通過したRF信号がバイパス経路27経由で出力整合回路6に入力される。

バイパス経路27から出力されたRF信号は、出力整合回路6を通過して、RF出力端子7から外部に出力される。

【0077】

切替制御回路29は、例えば、外部からRF信号を高出力電力で駆動する旨を示す制御情報を入力すると、経路切替用スイッチ25をオンに制御して、経路切替用スイッチ28

をオフに制御することで、RF信号を流す経路として、主経路を選択する。

これにより、入力整合回路2を通過したRF信号がドライバ段増幅器3に入力される。

ドライバ段増幅器3は、入力整合回路2を通過してきたRF信号を増幅し、増幅後のRF信号を段間整合回路4に出力する。

【0078】

ドライバ段増幅器3から出力されたRF信号は、段間整合回路4を通過して最終段増幅器5に入力される。

最終段増幅器5は、段間整合回路4を通過してきたRF信号を増幅し、増幅後のRF信号を出力整合回路6に出力する。

最終段増幅器5から出力されたRF信号は、出力整合回路6を通過して、RF出力端子7から外部に出力される。

【0079】

図7の高周波増幅器モジュールでは、ドライバ段増幅器3がシリコン基板11上に形成され、最終段増幅器5がガリウム砒素基板上に形成されているが、高周波特性に支配的な増幅器は最終段増幅器5であり、ドライバ段増幅器3は高周波特性に特段の影響を与えない増幅器である。

このため、高周波特性に優れているガリウム砒素基板上に最終段増幅器5を形成すれば、ドライバ段増幅器3をシリコン基板11上に形成しても、モジュールの全体がガリウム砒素基板上に形成されている場合と同等の高周波特性を維持することができる。

このように、ドライバ段増幅器3をシリコン基板11上に形成することで、ガリウム砒素基板で形成するチップの面積を削減することができるため、低コスト化を実現することができる。

【0080】

なお、この実施の形態7では、経路切替用スイッチ25, 28がシリコン基板11上に形成されているが、経路切替用スイッチ25, 28がガリウム砒素基板上に形成されていてもよい。

また、この実施の形態7では、高周波増幅器モジュールが入力整合回路2、段間整合回路4及び出力整合回路6を実装しているものを示したが、入力整合回路2、段間整合回路4及び出力整合回路6の一部又は全部を実装していない高周波増幅器モジュールであってもよい。

【0081】

実施の形態8

図8はこの発明の実施の形態8による高周波増幅器モジュールを示す構成図であり、図において、図2と同一符号は同一または相当部分を示すので説明を省略する。

ガリウム砒素基板71はガリウム砒素で形成されている基板であり、段間整合回路4、最終段増幅器5及び温度検知回路72が形成されている。

温度検知回路72はガリウム砒素基板71の温度を検知する機能を有し、ガリウム砒素基板71の温度に応じてバイアス回路10により設定されるバイアスを調整する処理を実施する。なお、温度検知回路72はバイアス調整手段を構成している。

【0082】

次に動作について説明する。

ただし、温度検知回路72が実装されている点以外は、上記実施の形態1と同様であるため、ここでは、主に温度検知回路72の処理内容について説明する。

バイアス回路10は、ドライバ段増幅器3及び最終段増幅器5におけるRF信号の増幅率等を所望値に設定するため、上記実施の形態1と同様に、例えば、外部から与えられる増幅率の設定情報等に基いて、ドライバ段増幅器3及び最終段増幅器5のゲート又はベースに供給する直流電圧又は直流電流を制御することで、ドライバ段増幅器3及び最終段増幅器5のバイアスを設定する。

【0083】

このとき、温度検知回路72は、ガリウム砒素基板71の温度を検知する機能を有し、

ガリウム砒素基板 7 1 の温度  $T$  を検知する。

例えば、温度検知回路 7 2 が、ガリウム砒素基板 7 1 と略同一の温度特性を有するダイオード又はバイポーラトランジスタを備えることで、ガリウム砒素基板 7 1 の温度を検知することができる。

温度検知回路 7 2 は、ガリウム砒素基板 7 1 の温度  $T$  を検知すると、ガリウム砒素基板 7 1 の温度  $T$  と予め設定されている基準温度  $T_{ref}$  との差分  $\Delta T$  を算出し、その差分  $\Delta T$  に対応する調整信号をバイアス回路 1 0 に出力する。

$$\Delta T = T - T_{ref}$$

【 0 0 8 4 】

バイアス回路 1 0 は、温度検知回路 7 2 から差分  $\Delta T$  に対応する調整信号を受けると、その調整信号にしたがって、ドライバ段増幅器 3 及び最終段増幅器 5 に対する制御信号（ドライバ段増幅器 3 及び最終段増幅器 5 のゲート又はベースに供給する直流電圧又は直流電流を制御する制御電圧）を調整するが、例えば、ガリウム砒素基板 7 1 の温度  $T$  が基準温度  $T_{ref}$  より高い場合、その差分  $\Delta T$  の絶対値が大きい程、その制御電圧が小さくなるように調整する。

逆に、ガリウム砒素基板 7 1 の温度  $T$  が基準温度  $T_{ref}$  より低い場合、その差分  $\Delta T$  の絶対値が大きい程、その制御電圧が大きくなるように調整する。

これにより、温度補償が可能なバイアス供給が可能になる。

【 0 0 8 5 】

図 8 の高周波増幅器モジュールは、ドライバ段増幅器 3 がシリコン基板 1 1 上に形成され、最終段増幅器 5 はガリウム砒素基板 7 1 上に形成されているが、高周波特性に支配的な増幅器は最終段増幅器 5 であり、ドライバ段増幅器 3 は高周波特性に特段の影響を与えない増幅器である。

このため、高周波特性に優れているガリウム砒素基板 7 1 上に最終段増幅器 5 を形成すれば、ドライバ段増幅器 3 をシリコン基板 1 1 上に形成しても、モジュールの全体がガリウム砒素基板 7 1 上に形成されている場合と同等の高周波特性を維持することができる。

【 0 0 8 6 】

さらに、ガリウム砒素基板 7 1 の温度を検知する機能を有し、ガリウム砒素基板 7 1 の温度に応じてバイアス回路 1 0 により設定されるバイアスを調整する温度検知回路 7 2 をガリウム砒素基板 7 1 上に形成しているので、バイアス回路 1 0 をシリコン基板 1 1 上に形成していても、温度補償が可能な高周波増幅器モジュールを得ることができる。

この場合、バイアス回路 1 0 をガリウム砒素基板 7 1 上に形成する必要がないため、ガリウム砒素基板 7 1 で形成するチップの面積を削減することができるようになり、温度補償が可能な高周波増幅器モジュールであっても、低コスト化を実現することができる。

【 0 0 8 7 】

実施の形態 9 .

図 9 はこの発明の実施の形態 9 による高周波増幅器モジュールを示す構成図であり、図において、図 2 と同一符号は同一または相当部分を示すので説明を省略する。

カレントミラー型バイアス回路 7 3 はガリウム砒素基板 7 1 上に形成され、バイアス回路 1 0 から出力される定電流の制御信号によってカレントミラーを形成する回路であり、バイアス回路 1 0 により設定されるバイアスを調整するバイアス調整手段を構成している。

なお、カレントミラー型バイアス回路 7 3 を構成しているカレントミラー用トランジスタは、最終段トランジスタ 5 と同デバイスで構成されているものとする。

【 0 0 8 8 】

図 9 の高周波増幅器モジュールでは、カレントミラー型バイアス回路 7 3 がガリウム砒素基板 7 1 上に形成されており、バイアス回路 1 0 から出力される定電流の制御信号によってカレントミラーを形成している。

このため、カレントミラー型バイアス回路 7 3 を構成しているカレントミラー用トランジスタが、最終段トランジスタ 5 と同デバイスで構成されていれば、カレントミラー型バ

イアス回路 73 によって、バイアス回路 10 の出力信号である制御信号が、ガリウム砒素基板 71 の温度に応じて調整され、温度調整後の制御信号が最終段増幅器 5 に与えられる。

因みに、上記実施の形態 2 では、シリコン基板 11 上に形成されているバイアス回路 10 の出力信号である制御信号が、直接、ガリウム砒素基板 71 上に形成されている最終段増幅器 5 に与えられる。

これにより、温度補償が可能なバイアス供給が可能になる。

#### 【0089】

図 9 の高周波増幅器モジュールは、ドライバ段増幅器 3 がシリコン基板 11 上に形成され、最終段増幅器 5 はガリウム砒素基板 71 上に形成されているが、高周波特性に支配的な増幅器は最終段増幅器 5 であり、ドライバ段増幅器 3 は高周波特性に特段の影響を与えない増幅器である。

このため、高周波特性に優れているガリウム砒素基板 71 上に最終段増幅器 5 を形成すれば、ドライバ段増幅器 3 をシリコン基板 11 上に形成しても、モジュールの全体がガリウム砒素基板 71 上に形成されている場合と同等の高周波特性を維持することができる。

#### 【0090】

さらに、バイアス回路 10 から出力される定電流の制御信号によってカレントミラーを形成するカレントミラー型バイアス回路 73 をガリウム砒素基板 71 上に形成しているので、バイアス回路 10 をシリコン基板 11 上に形成していても、温度補償が可能な高周波増幅器モジュールを得ることができる。

この場合、バイアス回路 10 をガリウム砒素基板 71 上に形成する必要がないため、ガリウム砒素基板 71 で形成するチップの面積を削減することができるようになり、温度補償が可能な高周波増幅器モジュールであっても、低コスト化を実現することができる。

#### 【0091】

この実施の形態 9 では、バイアス回路 10 から出力される定電流の制御信号によってカレントミラーを形成するカレントミラー型バイアス回路 73 をガリウム砒素基板 71 上に形成するものを示したが、カレントミラー型バイアス回路 73 の代わりに、最終段トランジスタ 5 と同デバイスで構成されているバイポーラトランジスタを含むエミッタフォロア型バイアス回路をガリウム砒素基板 71 上に形成するようにしてもよい。

この場合、エミッタフォロア型バイアス回路によって、バイアス回路 10 の出力信号である定電圧の制御信号が、ガリウム砒素基板 71 の温度に応じて調整され、温度調整後の制御信号が最終段増幅器 5 に与えられるようになる。

したがって、カレントミラー型バイアス回路 73 がガリウム砒素基板 71 上に形成されている場合と同様に、温度補償が可能なバイアス供給が可能になり、温度補償が可能な高周波増幅器モジュールであっても、低コスト化を実現することができる。

#### 【0092】

実施の形態 10 .

図 10 はこの発明の実施の形態 10 による高周波増幅器モジュールユニットを示す構成図である。

図 10 において、RF 入力端子 81 - 1 ~ 81 - M は RF 信号を入力する端子である。

この実施の形態 10 では、RF 入力端子 81 - 1 ~ 81 - M から周波数が異なる RF 信号が入力される場合を想定する。

高周波増幅器モジュール 82 - 1 ~ 82 - M は、上記実施の形態 1 ~ 5 , 7 ~ 9 のいずれかに記載されている高周波増幅器モジュール ( 図 1 ~ 図 5、図 7 ~ 図 9 に記載の高周波増幅器モジュール ) であり、高周波増幅器モジュール 82 - 1 ~ 82 - M により増幅された RF 信号が RF 出力端子 83 - 1 ~ 83 - M から出力される。

#### 【0093】

複数の高周波増幅器モジュールを実装している高周波増幅器モジュールユニットを構築する場合でも、図 10 に示すように、シリコン基板とガリウム砒素基板で形成されている高周波増幅器モジュール 82 - 1 ~ 82 - M を実装することで、上記実施の形態 1 ~ 5 ,

7～9と同様に、優れた高周波特性を維持しながら、低コスト化を実現することができる効果を奏する。

【0094】

実施の形態11.

図11はこの発明の実施の形態11による高周波増幅器モジュールユニットを示す構成図であり、図において、図10と同一符号は同一または相当部分を示すので説明を省略する。

高周波増幅器モジュール91-1～91-Mは、上記実施の形態6に記載されている高周波増幅器モジュール(図6に記載の高周波増幅器モジュール)であり、高周波増幅器モジュール91-1～91-Mにより増幅されたRF信号がRF出力端子92-1～92-Mから出力される。

【0095】

複数の高周波増幅器モジュールを実装している高周波増幅器モジュールユニットを構築する場合でも、図10に示すように、シリコン基板とガリウム砒素基板で形成されている高周波増幅器モジュール91-1～91-Mを実装することで、上記実施の形態6と同様に、優れた高周波特性を維持しながら、低コスト化を実現することができる効果を奏する。

【0096】

なお、本願発明はその発明の範囲内において、各実施の形態の自由な組み合わせ、あるいは各実施の形態の任意の構成要素の変形、もしくは各実施の形態において任意の構成要素の省略が可能である。

【符号の説明】

【0097】

1 RF入力端子、2 入力整合回路、3 ドライバ段増幅器、4 段間整合回路、5 最終段増幅器、6 出力整合回路、7 RF出力端子、8 Vcc電源、9 Vcc電圧制御回路(電源電圧制御回路)、10 バイアス回路、11 シリコン基板、21, 27, 31, 41 バイパス経路、22, 32 バイパス増幅器、23, 24, 25, 28, 33, 34, 35, 44, 45, 46 経路切替用スイッチ、26, 29, 36, 47 切替制御回路、42 バイパスクラウドドライバ段増幅器、43 バイパス最終段増幅器、51 第1のバイパス経路、52 第2のバイパス経路、53 バイパス増幅器、54, 55, 56 経路切替用スイッチ、57 切替制御回路、61-1～61-N 最終段増幅器、62-1～62-N 出力整合回路、63-1～63-N RF出力端子、64 経路切替用スイッチ、65 切替制御回路、71 ガリウム砒素基板、72 温度検知回路(バイアス調整手段)、73 カレントミラー型バイアス回路(バイアス調整手段)、81-1～81-M RF入力端子、82-1～82-M 高周波増幅器モジュール、83-1～83-M RF出力端子、91-1～91-M 高周波増幅器モジュール、92-1～92-M RF出力端子、101 RF入力端子、102 ドライバ段増幅器、103 最終段増幅器、104 RF出力端子、105 バイパス経路、106 切替制御回路、107, 108 切替スイッチ、109 Vcc電源、110 バイアス回路。

【手続補正2】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】

入力端子から入力された信号を増幅する多段構成のドライバ段増幅器と、上記ドライバ段増幅器により増幅された信号を増幅し、増幅後の信号を出力端子に出力する最終段増幅器とを備えた高周波増幅器モジュールにおいて、

一端が上記ドライバ段増幅器の入力側に接続され、他端が上記最終段増幅器の出力側に



接続されているバイパス経路と、上記バイパス経路上に配置されているバイパス増幅器とをさらに備え、

上記ドライバ段増幅器がシリコン基板上に形成され、上記最終段増幅器がガリウム砒素基板上に形成され、上記バイパス増幅器の少なくとも一部が上記シリコン基板上に形成されていることを特徴とする高周波増幅器モジュール。

【請求項 2】

上記バイパス増幅器は、上記最終段増幅器よりサイズが小さいことを特徴とする請求項 1 記載の高周波増幅器モジュール。

【請求項 3】

上記バイパス経路上に配置され、上記入力端子から入力された信号を増幅する多段構成のバイパスドライバ段増幅器と、上記バイパス経路上に配置され、上記バイパスドライバ段増幅器により増幅された信号を増幅し、増幅後の信号を出力端子に出力するバイパス最終段増幅器とを備え、

上記バイパスドライバ段増幅器がシリコン基板上に形成され、上記バイパス最終段増幅器が上記ガリウム砒素基板上に形成されていることを特徴とする請求項 1 記載の高周波増幅器モジュール。

【請求項 4】

一端が上記ドライバ段増幅器の入力側に接続され、他端が上記ドライバ段増幅器の出力側に接続されている第 1 のバイパス経路と、一端が上記最終段増幅器の入力側に接続され、他端が上記最終段増幅器の出力側に接続されている第 2 のバイパス経路と、上記第 1 のバイパス経路上に配置され、上記ドライバ段増幅器よりサイズが小さいバイパス増幅器とを備え、

上記バイパス増幅器が上記シリコン基板上に形成されていることを特徴とする請求項 1 記載の高周波増幅器モジュール。

【請求項 5】

上記ガリウム砒素基板上に形成されている上記最終段増幅器が、上記ドライバ段増幅器の出力側に複数並列に接続されていることを特徴とする請求項 1 記載の高周波増幅器モジュール。

【請求項 6】

一端が上記ドライバ段増幅器の出力側に接続され、他端が上記最終段増幅器の出力側に接続されているバイパス経路を備えていることを特徴とする請求項 1 記載の高周波増幅器モジュール。

【請求項 7】

上記ドライバ段増幅器の入力側に入力整合回路、上記ドライバ段増幅器と上記最終段増幅器の間に段間整合回路、上記最終段増幅器の出力側に出力整合回路が配置されており、上記入力整合回路、上記段間整合回路及び上記出力整合回路の一部又は全部が上記ガリウム砒素基板上に形成されていることを特徴とする請求項 1 記載の高周波増幅器モジュール。

【請求項 8】

上記ドライバ段増幅器の入力側に入力整合回路、上記ドライバ段増幅器と上記最終段増幅器の間に段間整合回路、上記最終段増幅器の出力側に出力整合回路が配置されており、上記入力整合回路、上記段間整合回路及び上記出力整合回路の一部又は全部が上記シリコン基板上又は外部のモジュール上に形成されていることを特徴とする請求項 1 記載の高周波増幅器モジュール。

【請求項 9】

上記ドライバ段増幅器及び上記最終段増幅器が配置されている主経路又はバイパス経路のうち、信号を流す経路を選択する経路切替用スイッチが設けられており、上記経路切替用スイッチが上記シリコン基板上に形成されていることを特徴とする請求項 1 記載の高周波増幅器モジュール。

【請求項 10】

上記経路切替用スイッチを制御する切替制御回路が設けられており、上記切替制御回路が上記シリコン基板上に形成されていることを特徴とする請求項9記載の高周波増幅器モジュール。

【請求項 1 1】

複数の最終段増幅器のうち、上記ドライバ段増幅器により増幅された信号を与える最終段増幅器を切り替える経路切替用スイッチが設けられており、上記経路切替用スイッチが上記シリコン基板上に形成されていることを特徴とする請求項5記載の高周波増幅器モジュール。

【請求項 1 2】

上記経路切替用スイッチを制御する切替制御回路が設けられており、上記切替制御回路が上記シリコン基板上に形成されていることを特徴とする請求項1 1記載の高周波増幅器モジュール。

【請求項 1 3】

上記ドライバ段増幅器及び上記最終段増幅器のバイアスを設定するバイアス回路が設けられており、上記バイアス回路が上記シリコン基板上に形成されていることを特徴とする請求項 1 記載の高周波増幅器モジュール。

【請求項 1 4】

上記ドライバ段増幅器及び上記最終段増幅器の電源電圧を制御する電源電圧制御回路が設けられており、上記電源電圧制御回路が上記シリコン基板上に形成されていることを特徴とする請求項 1 記載の高周波増幅器モジュール。

【請求項 1 5】

上記ガリウム砒素基板上に形成されており、上記バイアス回路により設定されるバイアスを調整するバイアス調整手段を備えていることを特徴とする請求項1 3記載の高周波増幅器モジュール。

【請求項 1 6】

上記バイアス調整手段が、上記ガリウム砒素基板の温度を検知する温度検知回路で構成されており、上記温度検知回路が、上記ガリウム砒素基板の温度に応じて上記バイアス回路により設定されるバイアスを調整することを特徴とする請求項1 5記載の高周波増幅器モジュール。

【請求項 1 7】

上記バイアス調整手段が、バイポーラトランジスタを含むカレントミラー型のバイアス回路で構成されていることを特徴とする請求項1 5記載の高周波増幅器モジュール。

【請求項 1 8】

上記バイアス調整手段が、バイポーラトランジスタを含むエミッタフォロア型のバイアス回路で構成されていることを特徴とする請求項1 5記載の高周波増幅器モジュール。

【請求項 1 9】

請求項 1 記載の高周波増幅器モジュールが複数個実装されている高周波増幅器モジュールユニット。

【手続補正書】

【提出日】平成26年9月22日(2014.9.22)

【手続補正 1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 0 8

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 0 0 8】

この発明に係る高周波増幅器モジュールは、入力端子から入力された信号を増幅する多段構成のドライバ段増幅器と、そのドライバ段増幅器により増幅された信号を増幅し、増幅後の信号を出力端子に出力する最終段増幅器と、一端がドライバ段増幅器の入力側に接続され、他端が最終段増幅器の出力側に接続されているバイパス経路と、バイパス経路上

に配置されているバイパス増幅器とを備え、そのドライバ段増幅器がシリコン基板上に形成され、その最終段増幅器がガリウム砒素基板上に形成され、バイパス増幅器の少なくとも一部がシリコン基板上に形成されており、さらに、そのドライバ段増幅器及び最終段増幅器のバイアスを設定するバイアス回路がシリコン基板上に形成され、そのバイアス回路により設定されるバイアスを調整するバイアス調整手段がガリウム砒素基板上に形成され、そのバイアス調整手段が、そのガリウム砒素基板の温度を検知する温度検知回路で構成されており、その温度検知回路が、そのガリウム砒素基板の温度に応じてバイアス回路により設定されるバイアスを調整するようにしたものである。

【手続補正 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0009

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0009】

この発明によれば、入力端子から入力された信号を増幅する多段構成のドライバ段増幅器と、そのドライバ段増幅器により増幅された信号を増幅し、増幅後の信号を出力端子に出力する最終段増幅器とを備え、一端がドライバ段増幅器の入力側に接続され、他端が最終段増幅器の出力側に接続されているバイパス経路と、バイパス経路上に配置されているバイパス増幅器とをさらに備え、そのドライバ段増幅器がシリコン基板上に形成され、その最終段増幅器がガリウム砒素基板上に形成され、バイパス増幅器の少なくとも一部がシリコン基板上に形成されているように構成したので、モジュールの全体がガリウム砒素基板上に形成されている場合と同等の高周波特性を維持しながら、低コスト化を実現することができる効果がある。

また、バイアス調整手段が、ガリウム砒素基板の温度を検知する温度検知回路で構成されており、その温度検知回路が、そのガリウム砒素基板の温度に応じてバイアス回路により設定されるバイアスを調整するように構成したので、温度補償が可能な高周波増幅器モジュールであっても、低コスト化を実現することができる効果がある。

【手続補正 3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0044

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0044】

切替制御回路47は経路切替用スイッチ44, 45, 46をオン/オフすることで、RF信号を流す経路として、主経路又はバイパス経路41を選択する回路である。

この実施の形態4では、バイパスドライバ段増幅器42、経路切替用スイッチ44, 45, 46及び切替制御回路47がシリコン基板11上に形成されている。

バイパス最終段増幅器43は、ガリウム砒素基板上に形成されている。

【手続補正 4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0046

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0046】

バイアス回路10によりドライバ段増幅器3、最終段増幅器5、バイパスドライバ段増幅器42及びバイパス最終段増幅器43のバイアスが設定されている状態で、RF入力端子1からRF信号が入力されると、そのRF信号は入力整合回路2を通過する。

切替制御回路47は、例えば、外部からRF信号を低出力電力で駆動する旨を示す制御情報を入力すると、経路切替用スイッチ44, 45をオンに制御して、経路切替用スイッチ46をオフに制御することで、RF信号を流す経路として、バイパス経路41を選択す

る。

【手続補正 5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0048

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0048】

切替制御回路 47 は、例えば、外部から RF 信号を高出力電力で駆動する旨を示す制御情報を入力すると、経路切替用スイッチ 44, 45 をオフに制御して、経路切替用スイッチ 46 をオンに制御することで、RF 信号を流す経路として、主経路を選択する。

これにより、入力整合回路 2 を通過した RF 信号がドライバ段増幅器 3 に入力される。

ドライバ段増幅器 3 は、入力整合回路 2 を通過してきた RF 信号を増幅し、増幅後の RF 信号を段間整合回路 4 に出力する。

【手続補正 6】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0052

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0052】

実施の形態 5 .

図 5 はこの発明の実施の形態 5 による高周波増幅器モジュールを示す構成図であり、図において、図 1 と同一符号は同一または相当部分を示すので説明を省略する。

第 1 のバイパス経路 51 は一端がドライバ段増幅器 3 の入力側に接続され、他端がドライバ段増幅器 3 の出力側に接続されている経路である。

第 2 のバイパス経路 52 は一端が最終段増幅器 5 の入力側に接続され、他端が最終段増幅器 5 の出力側に接続されている経路である。

この実施の形態 5 では、ドライバ段増幅器 3 及び最終段増幅器 5 が配置されている経路を「主経路」と称する。

バイパス増幅器 53 は第 1 のバイパス経路 51 上に配置されているドライバ段増幅器であり、バイパス増幅器 53 のサイズは、ドライバ段増幅器 3 のサイズより小さくなるように設計されている。

【手続補正 7】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

入力端子から入力された信号を増幅する多段構成のドライバ段増幅器と、

上記ドライバ段増幅器により増幅された信号を増幅し、増幅後の信号を出力端子に出力する最終段増幅器と、

一端が上記ドライバ段増幅器の入力側に接続され、他端が上記最終段増幅器の出力側に接続されているバイパス経路と、

上記バイパス経路上に配置されているバイパス増幅器とを備え、

上記ドライバ段増幅器がシリコン基板上に形成され、上記最終段増幅器がガリウム砒素基板上に形成され、上記バイパス増幅器の少なくとも一部が上記シリコン基板上に形成されており、

さらに、上記ドライバ段増幅器及び上記最終段増幅器のバイアスを設定するバイアス回路が上記シリコン基板上に形成され、

上記バイアス回路により設定されるバイアスを調整するバイアス調整手段が上記ガリウ

ム砒素基板上に形成され、

上記バイパス調整手段が、上記ガリウム砒素基板の温度を検知する温度検知回路で構成されており、上記温度検知回路が、上記ガリウム砒素基板の温度に応じて上記バイパス回路により設定されるバイパスを調整することを特徴とする高周波増幅器モジュール。

【請求項 2】

上記バイパス増幅器は、上記最終段増幅器よりサイズが小さいことを特徴とする請求項 1 記載の高周波増幅器モジュール。

【請求項 3】

上記バイパス経路上に配置され、上記入力端子から入力された信号を増幅する多段構成のバイパストライバ段増幅器と、上記バイパス経路上に配置され、上記バイパストライバ段増幅器により増幅された信号を増幅し、増幅後の信号を出力端子に出力するバイパス最終段増幅器とを備え、

上記バイパストライバ段増幅器がシリコン基板上に形成され、上記バイパス最終段増幅器が上記ガリウム砒素基板上に形成されていることを特徴とする請求項 1 記載の高周波増幅器モジュール。

【請求項 4】

一端が上記ドライバ段増幅器の入力側に接続され、他端が上記ドライバ段増幅器の出力側に接続されている第 1 のバイパス経路と、一端が上記最終段増幅器の入力側に接続され、他端が上記最終段増幅器の出力側に接続されている第 2 のバイパス経路と、上記第 1 のバイパス経路上に配置され、上記ドライバ段増幅器よりサイズが小さいバイパス増幅器とを備え、

上記バイパス増幅器が上記シリコン基板上に形成されていることを特徴とする請求項 1 記載の高周波増幅器モジュール。

【請求項 5】

上記ガリウム砒素基板上に形成されている上記最終段増幅器が、上記ドライバ段増幅器の出力側に複数並列に接続されていることを特徴とする請求項 1 記載の高周波増幅器モジュール。

【請求項 6】

一端が上記ドライバ段増幅器の出力側に接続され、他端が上記最終段増幅器の出力側に接続されているバイパス経路を備えていることを特徴とする請求項 1 記載の高周波増幅器モジュール。

【請求項 7】

上記ドライバ段増幅器の入力側に入力整合回路、上記ドライバ段増幅器と上記最終段増幅器の間に段間整合回路、上記最終段増幅器の出力側に出力整合回路が配置されており、上記入力整合回路、上記段間整合回路及び上記出力整合回路の一部又は全部が上記ガリウム砒素基板上に形成されていることを特徴とする請求項 1 記載の高周波増幅器モジュール。

【請求項 8】

上記ドライバ段増幅器の入力側に入力整合回路、上記ドライバ段増幅器と上記最終段増幅器の間に段間整合回路、上記最終段増幅器の出力側に出力整合回路が配置されており、上記入力整合回路、上記段間整合回路及び上記出力整合回路の一部又は全部が上記シリコン基板上又は外部のモジュール上に形成されていることを特徴とする請求項 1 記載の高周波増幅器モジュール。

【請求項 9】

上記ドライバ段増幅器及び上記最終段増幅器が配置されている主経路又はバイパス経路のうち、信号を流す経路を選択する経路切替用スイッチが設けられており、上記経路切替用スイッチが上記シリコン基板上に形成されていることを特徴とする請求項 1 記載の高周波増幅器モジュール。

【請求項 10】

上記経路切替用スイッチを制御する切替制御回路が設けられており、上記切替制御回路

が上記シリコン基板上に形成されていることを特徴とする請求項 9 記載の高周波増幅器モジュール。

【請求項 1 1】

複数の最終段増幅器のうち、上記ドライバ段増幅器により増幅された信号を与える最終段増幅器を切り替える経路切替用スイッチが設けられており、上記経路切替用スイッチが上記シリコン基板上に形成されていることを特徴とする請求項 5 記載の高周波増幅器モジュール。

【請求項 1 2】

上記経路切替用スイッチを制御する切替制御回路が設けられており、上記切替制御回路が上記シリコン基板上に形成されていることを特徴とする請求項 1 1 記載の高周波増幅器モジュール。

【請求項 1 3】

上記ドライバ段増幅器及び上記最終段増幅器の電源電圧を制御する電源電圧制御回路が設けられており、上記電源電圧制御回路が上記シリコン基板上に形成されていることを特徴とする請求項 1 記載の高周波増幅器モジュール。

【請求項 1 4】

入力端子から入力された信号を増幅する多段構成のドライバ段増幅器と、  
上記ドライバ段増幅器により増幅された信号を増幅し、増幅後の信号を出力端子に出力する最終段増幅器と、  
一端が上記ドライバ段増幅器の入力側に接続され、他端が上記最終段増幅器の出力側に接続されているバイパス経路と、  
上記バイパス経路上に配置されているバイパス増幅器とを備え、  
上記ドライバ段増幅器がシリコン基板上に形成され、上記最終段増幅器がガリウム砒素基板上に形成され、上記バイパス増幅器の少なくとも一部が上記シリコン基板上に形成されており、  
さらに、上記ドライバ段増幅器及び上記最終段増幅器のバイアスを設定するバイアス回路が上記シリコン基板上に形成され、  
上記バイアス回路により設定されるバイアスを調整するバイアス調整手段が上記ガリウム砒素基板上に形成され、  
上記バイアス調整手段が、バイポーラトランジスタを含むカレントミラー型のバイアス回路で構成されていることを特徴とする高周波増幅器モジュール。

【請求項 1 5】

入力端子から入力された信号を増幅する多段構成のドライバ段増幅器と、  
上記ドライバ段増幅器により増幅された信号を増幅し、増幅後の信号を出力端子に出力する最終段増幅器と、  
一端が上記ドライバ段増幅器の入力側に接続され、他端が上記最終段増幅器の出力側に接続されているバイパス経路と、  
上記バイパス経路上に配置されているバイパス増幅器とを備え、  
上記ドライバ段増幅器がシリコン基板上に形成され、上記最終段増幅器がガリウム砒素基板上に形成され、上記バイパス増幅器の少なくとも一部が上記シリコン基板上に形成されており、  
さらに、上記ドライバ段増幅器及び上記最終段増幅器のバイアスを設定するバイアス回路が上記シリコン基板上に形成され、  
上記バイアス回路により設定されるバイアスを調整するバイアス調整手段が上記ガリウム砒素基板上に形成され、  
上記バイアス調整手段が、バイポーラトランジスタを含むエミッタフォロア型のバイアス回路で構成されていることを特徴とする高周波増幅器モジュール。

【請求項 1 6】

請求項 1、請求項 1 4 又は請求項 1 5 記載の高周波増幅器モジュールが複数個実装されている高周波増幅器モジュールユニット。

## 【 国際調査報告 】

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/071423

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER H03F3/195(2006.01)i, H03F3/213(2006.01)i		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) H03F3/195, H03F3/213		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2012 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2012 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2012		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 5-152978 A (Hitachi, Ltd.), 18 June 1993 (18.06.1993), paragraphs [0009] to [0016]; fig. 1, 2, 7 & EP 481741 A3 & EP 481741 A2	1 2-10
Y	JP 2010-154512 A (Epcos AG.), 08 July 2010 (08.07.2010), paragraphs [0035] to [0037]; fig. 1 & US 2010/0117738 A1 & DE 102009051627 A	2, 10, 11
Y	JP 2010-41634 A (Hitachi Metals, Ltd.), 18 February 2010 (18.02.2010), paragraphs [0016] to [0020]; fig. 1 (Family: none)	3-7, 12, 13
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents:		
"A"	document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"T"
"E"	earlier application or patent but published on or after the international filing date	"X"
"L"	document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"Y"
"O"	document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	"&"
"P"	document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	
Date of the actual completion of the international search 15 October, 2012 (15.10.12)		Date of mailing of the international search report 23 October, 2012 (23.10.12)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office		Authorized officer
Facsimile No.		Telephone No.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/071423

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2001-237648 A (Toshiba Corp.), 31 August 2001 (31.08.2001), entire text; fig. 1 (Family: none)	8, 9
Y	JP 11-46121 A (New Japan Radio Co., Ltd.), 16 February 1999 (16.02.1999), entire text; fig. 1 (Family: none)	14, 16-20
Y	JP 2011-130257 A (Mitsubishi Electric Corp.), 30 June 2011 (30.06.2011), entire text; fig. 7 (Family: none)	15



国際調査報告		国際出願番号 PCT/J P 2 0 1 2 / 0 7 1 4 2 3									
A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. H03F3/195(2006.01)i, H03F3/213(2006.01)i											
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. H03F3/195, H03F3/213											
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922-1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971-2012年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2012年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2012年</td> </tr> </table>				日本国実用新案公報	1922-1996年	日本国公開実用新案公報	1971-2012年	日本国実用新案登録公報	1996-2012年	日本国登録実用新案公報	1994-2012年
日本国実用新案公報	1922-1996年										
日本国公開実用新案公報	1971-2012年										
日本国実用新案登録公報	1996-2012年										
日本国登録実用新案公報	1994-2012年										
国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)											
C. 関連すると認められる文献											
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号									
X Y	JP 5-152978 A (株式会社日立製作所) 1993.06.18, 段落【0009】 -【0016】, 図1, 2, 7 & EP 481741 A3 & EP 481741 A2	1 2-20									
Y	JP 2010-154512 A (エプコス アクチエンゲゼルシャフト) 2010.07.08, 段落【0035】-【0037】, 図1 & US 2010/0117738 A1 & DE 102009051627 A	2, 10, 11									
Y	JP 2010-41634 A (日立金属株式会社) 2010.02.18, 段落【0016】 -【0020】, 図1 (ファミリーなし)	3-7, 12 13									
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。											
* 引用文献のカテゴリー		の日の後に公表された文献									
「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの		「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの									
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの		「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの									
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)		「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの									
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献		「&」同一パテントファミリー文献									
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願											
国際調査を完了した日 15.10.2012		国際調査報告の発送日 23.10.2012									
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		特許庁審査官 (権限のある職員) 高橋 義昭	5 X 4776								
		電話番号 03-3581-1101 内線 3596									

国際調査報告		国際出願番号 PCT/JP2012/071423
C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2001-237648 A (株式会社東芝) 2001.08.31, 全文, 図1 (ファミリーなし)	8, 9
Y	JP 11-46121 A (新日本無線株式会社) 1999.02.16, 全文, 図1 (ファミリーなし)	14, 16-20
Y	JP 2011-130257 A (三菱電機株式会社) 2011.06.30, 全文, 図7 (ファミリーなし)	15

## フロントページの続き

(81) 指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), EP(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN

- (72) 発明者 堀口 健一  
 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内
- (72) 発明者 檜枝 護重  
 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内
- (72) 発明者 嘉藤 勝也  
 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内
- (72) 発明者 平野 嘉仁  
 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内
- (72) 発明者 山本 和也  
 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内
- (72) 発明者 上馬 弘敬  
 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内
- (72) 発明者 紫村 輝之  
 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内

Fターム(参考) 5J500 AA01 AA41 AC87 AF15 AF16 AH09 AH24 AH39 AK12 AK29  
 AM08 AS14 AT01 LV03

(注) この公表は、国際事務局(WIPO)により国際公開された公報を基に作成したものである。なおこの公表に係る日本語特許出願(日本語実用新案登録出願)の国際公開の効果は、特許法第184条の10第1項(実用新案法第48条の13第2項)により生ずるものであり、本掲載とは関係ありません。