

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2014-209672

(P2014-209672A)

(43) 公開日 平成26年11月6日(2014.11.6)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
H03F 3/24 (2006.01)	H03F 3/24	5J067
H03F 1/22 (2006.01)	H03F 1/22	5J500
H03F 3/60 (2006.01)	H03F 3/60	

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2013-85783 (P2013-85783)
 (22) 出願日 平成25年4月16日 (2013.4.16)

(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
 (74) 代理人 100082175
 弁理士 高田 守
 (74) 代理人 100106150
 弁理士 高橋 英樹
 (74) 代理人 100148057
 弁理士 久野 淑己
 (72) 発明者 山部 滋生
 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 宮下 美代
 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

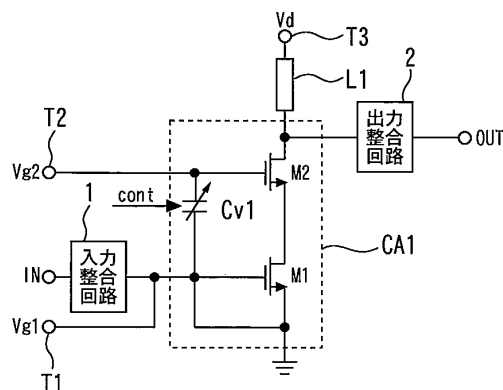
(54) 【発明の名称】 電力増幅器

(57) 【要約】

【課題】 トランジスタの動作級などの他の特性を変化させることなく利得を調整することができる電力増幅器を得る。

【解決手段】 バイアス端子T1、T2にはそれぞれバイアスが供給される。トランジスタM1のゲートはバイアス端子T1に接続され、ソースは接地されている。トランジスタM2のゲートはバイアス端子T2に接続され、ソースはトランジスタM1のドレインに接続されている。可変固定容量Cv1がトランジスタM2のゲートと接地点との間に接続されている。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

それぞれバイアスが供給される第 1 及び第 2 のバイアス端子と、

前記第 1 のバイアス端子に接続された第 1 の制御端子と、接地された第 1 の端子と、第 2 の端子とを有する第 1 のトランジスタと、

前記第 2 のバイアス端子に接続された第 2 の制御端子と、前記第 2 の端子に接続された第 3 の端子と、第 4 の端子とを有する第 2 のトランジスタと、

前記第 2 の制御端子と接地点との間に接続された可変容量とを備えることを特徴とする電力増幅器。

【請求項 2】

前記第 1 及び第 2 のトランジスタと前記可変容量がカスコードアンプを構成し、

前記カスコードアンプの利得が所望の値になるように前記可変容量の容量値を制御する制御回路を更に備えることを特徴とする請求項 1 に記載の電力増幅器。

【請求項 3】

前記カスコードアンプの入力にテスト信号を供給する発振器と、

前記カスコードアンプから出力された出力信号の電力を検知する出力電力検知回路とを更に備え、

前記制御回路は、前記テスト信号の電力と前記出力信号の電力から前記利得を求め、この求めた前記利得が所望の値になるように前記可変容量の容量値を制御することを特徴とする請求項 2 に記載の電力増幅器。

【請求項 4】

前記カスコードアンプに入力される入力信号の電力を検知する入力電力検知回路と、

前記カスコードアンプから出力された出力信号の電力を検知する出力電力検知回路とを更に備え、

前記制御回路は、前記入力信号の電力と前記出力信号の電力から前記利得を求め、この求めた前記利得が所望の値になるように前記可変容量の容量値を制御することを特徴とする請求項 2 に記載の電力増幅器。

【請求項 5】

前記第 2 のトランジスタは、ゲート幅の異なる複数のトランジスタを有し、

前記制御回路は、前記複数のトランジスタの 1 つを選択して前記第 1 のトランジスタに接続することを特徴とする請求項 2 ～ 4 の何れか 1 項に記載の電力増幅器。

【請求項 6】

前記カスコードアンプは、前段のカスコードアンプと、後段のカスコードアンプとを有し、

前記制御回路は、前記前段のカスコードアンプを前記後段のカスコードアンプに接続させるかどうかを切り替えることを特徴とする請求項 2 ～ 4 の何れか 1 項に記載の電力増幅器。

【請求項 7】

前記カスコードアンプの出力に接続された出力線路と、

前記出力線路の温度を検知する温度検知回路とを更に備え、

前記制御回路は、検知された前記温度に応じて前記可変容量の容量値を制御することを特徴とする請求項 2 に記載の電力増幅器。

【請求項 8】

前記可変容量の容量値を制御する制御信号が供給される外部端子を更に備えることを特徴とする請求項 1 ～ 7 の何れか 1 項に記載の電力増幅器。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、主に携帯電話等の移動体通信用の電力増幅器に関する。

【背景技術】

【0002】

現在、CDMA (Code Division Multiple Access) などの携帯電話用高周波電力増幅器において、コストを低減するためにCMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor) のカスコードアンプを用いた電力増幅器の開発が活発になってきている。なお、分布増幅器の利得を調整する技術が提案されている (例えば、特許文献1参照)。しかし、この技術は高周波電力増幅器の利得を調整するものではない。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2003-92523号公報

10

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

従来は、電力増幅器の利得を調整するにはトランジスタのアイドル電流を調整していた。図16は、アイドル電流と利得とACLRの関係を示す図である。このようにアイドル電流を変化させると、利得だけでなく、トランジスタの動作級など変化させたくない特性も変化してしまうという問題があった。

【0005】

本発明は、上述のような課題を解決するためになされたもので、その目的はトランジスタの動作級などの他の特性を変化させることなく利得を調整することができる電力増幅器を得るものである。

20

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明に係る電力増幅器は、それぞれバイアスが供給される第1及び第2のバイアス端子と、前記第1のバイアス端子に接続された第1の制御端子と、接地された第1の端子と、第2の端子とを有する第1のトランジスタと、前記第2のバイアス端子に接続された第2の制御端子と、前記第2の端子に接続された第3の端子と、第4の端子とを有する第2のトランジスタと、前記第2の制御端子と接地点との間に接続された可変容量とを備える。

【発明の効果】

30

【0007】

本発明により、トランジスタの動作級などの他の特性を変化させることなく利得を調整することができる。

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】本発明の実施の形態1に係るカスコードアンプを示す回路図である。

【図2】本発明の実施の形態1に係る可変抵抗を示す回路図である。

【図3】本発明の実施の形態1に係る電力増幅器を示す回路図である。

【図4】可変容量の容量値とカスコードアンプの利得の関係を示す図である。

【図5】本発明の実施の形態2に係る電力増幅器を示す回路図である。

40

【図6】受信帯域雑音と利得の関係を示す図である。

【図7】本発明の実施の形態3に係るカスコードアンプを示す回路図である。

【図8】本発明の実施の形態3に係るスイッチを示す回路図である。

【図9】本発明の実施の形態3に係る電力増幅器を示す回路図である。

【図10】本発明の実施の形態3に係る電力増幅器の利得の負荷依存性を示す図である。

【図11】本発明の実施の形態4に係るカスコードアンプを示す回路図である。

【図12】本発明の実施の形態4に係るスイッチを示す回路図である。

【図13】本発明の実施の形態5に係る電力増幅器を示す回路図である。

【図14】可変容量の容量値が一定の場合の温度変化に対する利得を示す図である。

【図15】本発明の実施の形態6に係る電力増幅器を示す回路図である。

50

【図 16】アイドル電流と利得と A C L R の関係を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0009】

本発明の実施の形態に係る電力増幅器について図面を参照して説明する。同じ又は対応する構成要素には同じ符号を付し、説明の繰り返しを省略する場合がある。

【0010】

実施の形態 1.

図 1 は、本発明の実施の形態 1 に係るカスコードアンプを示す回路図である。トランジスタ M 1、M 2 は n チャネル M O S トランジスタである。入力端子 I N には R F 入力信号が入力され、出力端子 O U T から R F 出力信号が出力される。バイアス端子 T 1、T 2 にはそれぞれバイアス V g 1、V g 2 が供給される。電源端子 T 3 は電源に接続される。

10

【0011】

トランジスタ M 1 のゲートは、入力整合回路 1 を介して入力端子 I N に接続され、かつバイアス端子 T 1 に接続される。トランジスタ M 1 のソースは接地されている。従って、トランジスタ M 1 はソース接地アンプである。トランジスタ M 2 のゲートはバイアス端子 T 2 に接続され、ソースはトランジスタ M 1 のドレインに接続されている。トランジスタ M 2 のドレインはフィードライン L 1 を介して電源端子 T 3 に接続され、かつ出力整合回路 2 を介して出力端子 O U T に接続されている。フィードライン L 1 は特定の電気長を有する線路でインダクタとして作用する。

【0012】

20

トランジスタ M 2 のゲートと接地点との間に可変容量 C v 1 が接続されている。従って、トランジスタ M 2 は、ゲートが可変容量 C v 1 を介して高周波的に接地されたゲート接地アンプである。トランジスタ M 1 とトランジスタ M 2 はカスコード接続されている。トランジスタ M 1、M 2 と可変容量 C v 1 がカスコードアンプ C A 1 を構成する（図 1 の点線枠内）。

【0013】

図 2 は、本発明の実施の形態 1 に係る可変容量を示す回路図である。固定容量 C a、C b、C c が互いに並列に接続され、それらにそれぞれスイッチ S W a、S W b、S W c が直列に接続されている。固定容量 C a、C b、C c は C M O S プロセスで得られる M O S 容量である。スイッチ S W a、S W b、S W c を切り替えることで容量値を調整することができる。

30

【0014】

図 3 は、本発明の実施の形態 1 に係る電力増幅器を示す回路図である。バイアス回路 3 はバイアス端子 T 1、T 2 にそれぞれバイアス V g 1、V g 2 を供給する。出力電力検知回路 4 は、電力増幅器の出力線路に設けられた方向性結合器 5 と、その方向性結合器 5 に接続された検波器 6 とを有する。出力電力検知回路 4 は、カスコードアンプ C A 1 から出力された出力信号の電力を検知して電気信号に変換する。

【0015】

発振器 7 がスイッチ 8 を介してカスコードアンプ C A 1 の入力に接続されている。この発振器 7 とスイッチ 8 が B I S T (Built-in self test) を構成する。制御回路 9 のデジタル回路 10 がスイッチ 8 をオンし発振器 7 を起動することで、発振器 7 は既知の数ポイントの入力電力を持つテスト信号を発生してカスコードアンプ C A 1 に入力させる。出力電力検知回路 4 は、カスコードアンプ C A 1 から出力された出力信号の電力を検知する。デジタル回路 10 は、既知の数ポイントの入力電力と検知した出力電力に基づいて電力増幅器の初期の利得（異なる数ポイントの利得）を求める。

40

【0016】

デジタル回路 10 は、求めた初期の利得を、デジタルインターフェイスを介してベースバンド L S I 11 に送信する。ベースバンド L S I 11 は、予め設定値として内部に保持する所望の利得と、デジタル回路 10 が求めた初期の利得とを比較することで、デジタルインターフェイスを介して利得の増減指令をデジタル回路 10 へ伝送する。メモリ 12 は

50

、所望の容量値にセットするために必要な情報を保持する。デジタル回路10は、カスコードアンプCA1の利得が所望の値になるように可変容量Cv1の制御電圧contを決定し、可変容量Cv1の容量値を制御する。

【0017】

図4は、可変容量の容量値とカスコードアンプの利得の関係を示す図である。主に携帯電話の送信周波数に用いられる700MHz～2GHzの帯域においては可変容量Cv1の容量値が大きいほど利得が高くなることがわかる。この関係性を利用し、電圧制御などで可変容量Cv1の容量値を変化させることにより電力増幅器の歪特性(ACLR)など他の特性への影響を与えることなく利得のみを調整することができる。

【0018】

本実施の形態では、カスコードアンプCA1の利得が初期状態から所望の値になるように可変容量Cv1の容量値を制御する。これにより、トランジスタの動作級などの他の特性を変化させることなく利得を調整することができる。このため、電力増幅器内の能動素子や受動素子の製造ばらつきに起因する歪みばらつきを抑制することができる。

【0019】

なお、本実施の形態では利得調整機能のない増幅器は省略しているが、電力増幅器は多段構成でもよく、利得調整機能のあるカスコードアンプを複数段設けてもよい。

【0020】

実施の形態2.

図5は、本発明の実施の形態2に係る電力増幅器を示す回路図である。実施の形態1の発振器7とスイッチ8の代わりに入力電力検知回路13が設けられている。入力電力検知回路13は、電力増幅器の入力線路に設けられた方向性結合器14と、その方向性結合器14に接続された検波器15とを有する。入力電力検知回路13は、カスコードアンプCA1に入力される入力信号の電力を検知する。制御回路9は、入力信号の電力と出力信号の電力から利得を求め、この求めた利得が任意の動作状態において所望の値になるように可変容量Cv1の容量値を制御する。

【0021】

携帯電話などの移動体端末において、受信帯域雑音という利得と相関が見られる重要な特性がある。図6は、受信帯域雑音と利得の関係を示す図である。高周波電力増幅器の受信帯域雑音が大きくなる出力電力が大きな場合においてのみ、電力増幅器の利得を規格値内で低下させるように調整することで、受信帯域雑音を改善することができる。

【0022】

実施の形態3.

図7は、本発明の実施の形態3に係るカスコードアンプを示す回路図である。ゲート幅の異なるトランジスタM2, M3, M4が並列に接続されている。トランジスタM2, M3, M4のゲートと接地点の間にそれぞれ可変容量Cv1, Cv2, Cv3が接続されている。また、トランジスタM2, M3, M4のソースとトランジスタM1のドレインとの間にそれぞれスイッチSW1, SW2, SW3が接続されている。

【0023】

ゲート幅の異なるトランジスタM2, M3, M4をスイッチSW1, SW2, SW3で切り替え選択することにより、利得の調整範囲を広げるだけでなく、カスコードアンプの出力電力も調整することができ、用途に応じて使い分けることができる。

【0024】

なお、ここではゲート接地トランジスタを3個配置しているが、ゲート接地トランジスタが複数であればよく、数は問わない。また、トランジスタM2, M3, M4のゲート幅サイズが異なっていれば利得や出力電力の調整範囲を広くできるが、これらのゲート幅サイズは同一であってもよい。

【0025】

図8は、本発明の実施の形態3に係るスイッチSW1, SW2, SW3を示す回路図である。トランジスタTr1のドレインDにドレインバイアスVdが印加され、ゲートにゲ

10

20

30

40

50

ート抵抗 R_1 を介してゲートバイアス V_{g1} が印加されると、ドレイン D とソース S の間
が導通する。

【0026】

図9は、本発明の実施の形態3に係る電力増幅器を示す回路図である。制御回路9は、
スイッチ SW_1 、 SW_2 、 SW_3 を制御して、ゲート幅の異なるトランジスタ M_2 、 M_3
、 M_4 の1つを選択してトランジスタ M_1 に接続する。これにより、高周波電力増幅器の
利得だけでなく、出力電力も所望の値に制御することができる。

【0027】

携帯電話などの移動体端末において、アンテナのインピーダンスは移動体端末の使用状
況により変化する。以前は送信電力増幅器の出力端子からアンテナまでの経路にアイソレ
ータが設けられていたため、アンテナのインピーダンスが変化しても送信電力増幅器の出
力負荷インピーダンスは所定のインピーダンス（例えば 50Ω ）に固定されていた。しか
し、小型化、低コスト化のため近年はアイソレータを配置しないため、アンテナのインピ
ーダンスの変化に伴い送信電力増幅器の出力負荷インピーダンスは変化する。

【0028】

図10は、本発明の実施の形態3に係る電力増幅器の利得の負荷依存性を示す図である
。本実施の形態により負荷変動に対する高周波電力増幅器の利得の変動量を補償するこ
とができるため、任意の出力負荷インピーダンスにおいて一定の利得を得ることができ
る。

【0029】

実施の形態4.

図11は、本発明の実施の形態4に係るカスコードアンプを示す回路図である。トラン
ジスタ M_1 、 M_2 及び可変容量 C_{v1} からなる前段のカスコードアンプの後に、トランジ
スタ M_5 、 M_6 及び可変容量 C_{v4} からなる後段のカスコードアンプがスイッチ SW_4 を
介して接続されている。なお、本実施の形態ではカスコードアンプを2段配置しているが
、カスコードアンプの段数は問わない。

【0030】

図12は、本発明の実施の形態4に係るスイッチ SW_4 を示す回路図である。トランジ
スタ Tr_2 のドレイン D にドレインバイアス V_d が印加され、ゲートにゲート抵抗 R_2 を
介してゲートバイアス V_{g2} が印加されると、ドレイン D とソース S_1 との間が導通する
。トランジスタ Tr_3 のドレイン D にドレインバイアス V_d が印加され、ゲートにゲート
抵抗 R_3 を介してゲートバイアス V_{g3} が印加されるとドレイン D とソース S_2 との間が
導通する。

【0031】

電力増幅器を示す回路図は実施の形態1と同様であるが、制御回路9がスイッチ SW_4
も制御する点異なる。本実施の形態では、制御回路9は、スイッチ SW_4 を制御して、
前段のカスコードアンプを後段のカスコードアンプに接続させるかどうかを切り替える。
これにより、前段のカスコードアンプの単段経路と、前段と後段のカスコードアンプの多
段経路の何れかを選択することができるため、利得調整範囲を拡大することができる。

【0032】

実施の形態5.

図13は、本発明の実施の形態5に係る電力増幅器を示す回路図である。出力線路 L_{OUT}
がカスコードアンプ CA_1 の出力に接続されている。温度検知回路16は出力線路 L_{OUT}
の温度を検知する。制御回路9は、検知された温度に応じて可変容量 C_{v1} の容量
値を制御して利得が所望の値になるようにする。具体的には、制御回路9のデジタル回路
10は、メモリ12に予め設定された温度特性データと検知された温度に基づいて可変容
量 C_{v1} の容量値を所望の値にセットし、温度変化に対し利得が所望の値になるように
する。

【0033】

図14は、可変容量の容量値が一定の場合の温度変化に対する利得を示す図である。温
度変化に伴って利得が変化する。そこで、本実施の形態では温度変化に伴う利得の変化を

10

20

30

40

50

補償することで、温度変化に対する利得の変動を抑制することができる。また、ある温度において任意の利得に調整することもできる。

【0034】

実施の形態6.

図15は、本発明の実施の形態6に係る電力増幅器を示す回路図である。可変容量 C_v1 の容量値を電圧制御する制御信号が供給される外部端子17が設けられている。これにより、通信機器用端末基板上に実装後でもユーザーが可変容量 C_v1 の容量値を外部から直接調整して、高周波電力増幅器の利得を所望の値に調整することができる。従って、ユーザーの調整によって1つの高周波電力増幅器で異なる利得が得られるため、高周波電力増幅器の品種のバリエーションを抑えられ、開発効率を改善することができる。

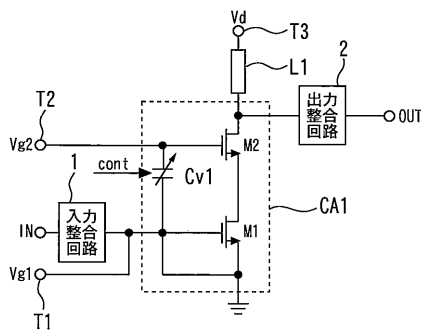
10

【符号の説明】

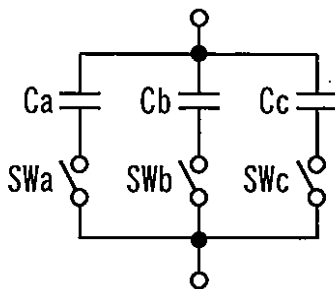
【0035】

4 出力電力検知回路、7 発振器、9 制御回路、13 入力電力検知回路、16 温度検知回路、17 外部端子、 C_v1 可変容量、 $CA1$ 、 $CA2$ カスコードアンプ、 $M1$ 、 $M5$ トランジスタ（第1のトランジスタ）、 $M2$ 、 $M3$ 、 $M4$ 、 $M6$ トランジスタ（第2のトランジスタ）、 $T1$ バイアス端子（第1のバイアス端子）、 $T2$ バイアス端子（第2のバイアス端子）

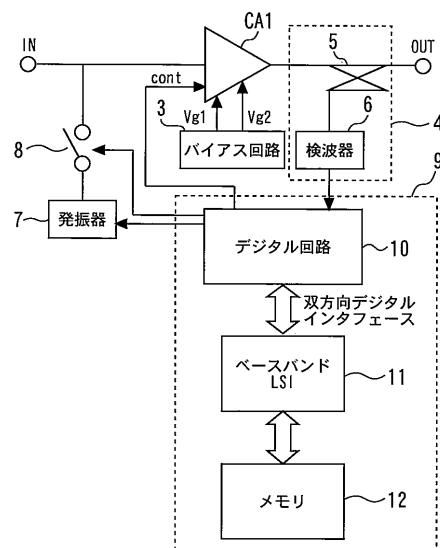
【図1】



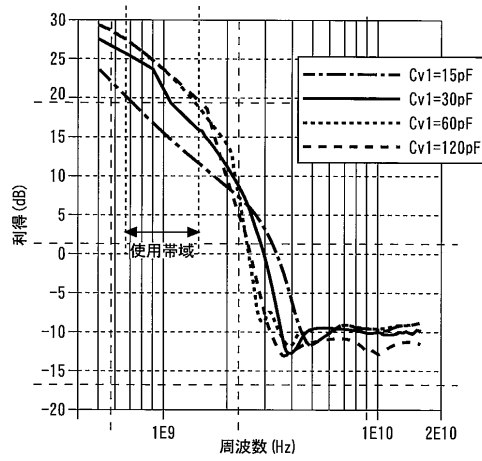
【図2】



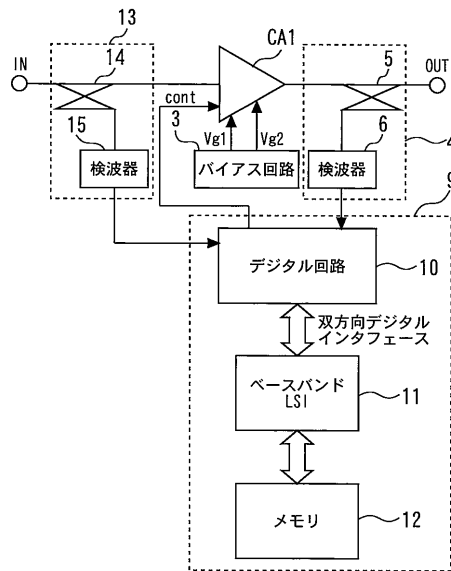
【図3】



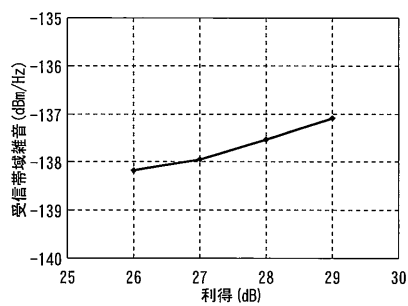
【図 4】



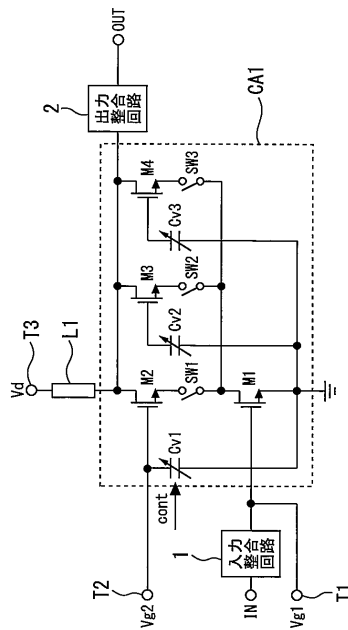
【図 5】



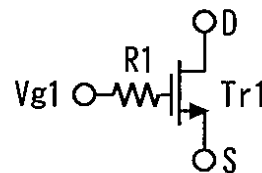
【図 6】



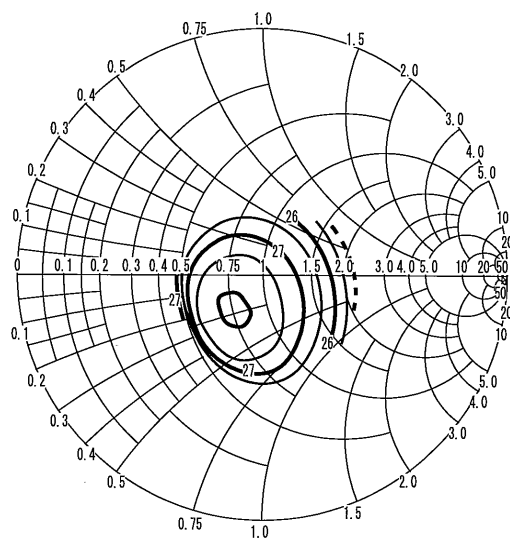
【図 7】



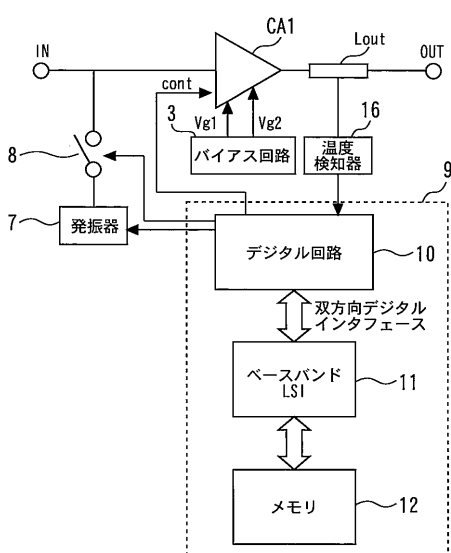
【図 8】



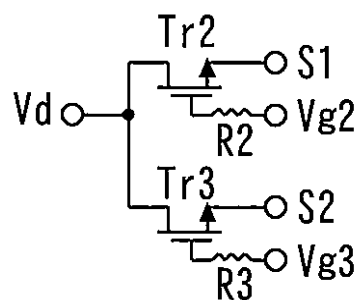
【図 10】



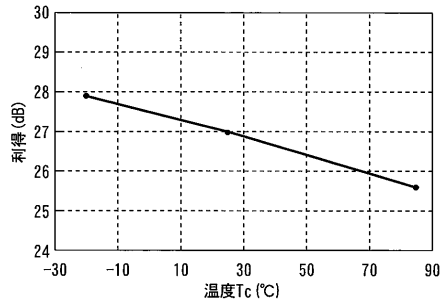
【图 13】



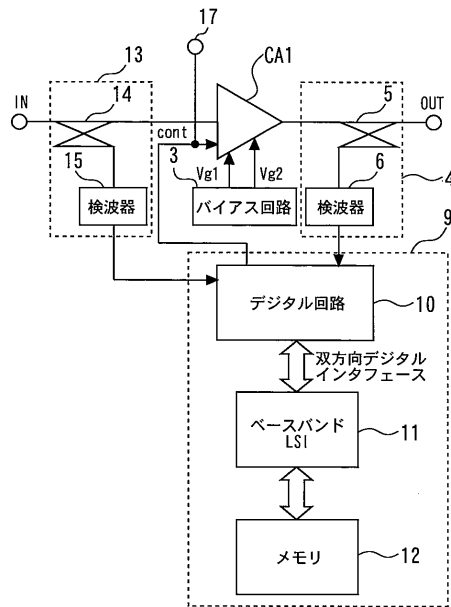
【图 1 2】



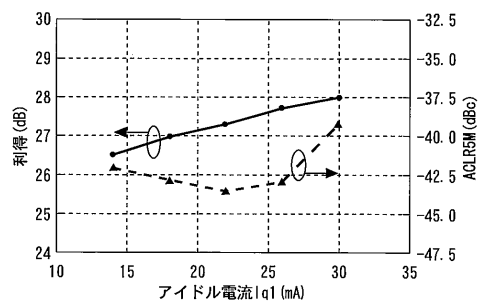
【図 14】



【図 15】



【図 16】



フロントページの続き

(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 小林 大介

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 藤原 茂

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) 5J067 AA04 AA13 AA41 AA51 CA00 FA18 FA20 HA09 HA25 HA29
HA30 HA33 HA38 KA00 KA12 KA29 KA32 KA47 KA55 KA68
MA04 MA17 MA19 MA21 SA14 TA02 TA03 TA04 TA05
5J500 AA01 AA13 AA41 AA51 AC00 AF18 AF20 AH09 AH25 AH29
AH30 AH33 AH38 AK00 AK12 AK29 AK32 AK47 AK55 AK68
AM04 AM17 AM19 AM21 AS14 AT02 AT03 AT04 AT05 WU08