

(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2007-104280

(P2007-104280A)

(43) 公開日 平成19年4月19日(2007.4.19)

(51) Int. Cl. F I テーマコード(参考)
H03F 1/52 (2006.01) H03F 1/52 Z 5J500
H03F 3/195 (2006.01) H03F 3/195

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2005-291126 (P2005-291126)
 (22) 出願日 平成17年10月4日(2005.10.4)

(71) 出願人 302062931
 NECエレクトロニクス株式会社
 神奈川県川崎市中原区下沼部1753番地
 (74) 代理人 100080816
 弁理士 加藤 朝道
 (72) 発明者 中井 一人
 神奈川県川崎市中原区下沼部1753 N
 EC化合物デバイス株式会社内
 Fターム(参考) 5J500 AA01 AA41 AC56 AF10 AF11
 AH02 AH25 AH29 AH33 AK12
 AK28 AK29 AS14 AT02 WU08

(54) 【発明の名称】 高周波電力増幅回路

(57) 【要約】

【課題】

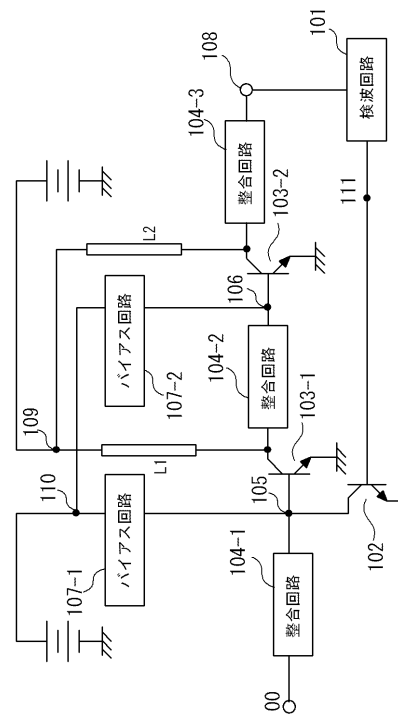
出力負荷等の異常に対して保護する回路のRF特性への影響を抑制した高周波電力増幅器の提供。

【解決手段】

第1の増幅用トランジスタ103-1と第2の増幅用トランジスタ103-2を備えた高周波電力増幅器であって、出力電力を検知し該出力電力に応じた電圧を出力する検波回路101と、検波回路101の出力により制御され、第1の増幅用トランジスタ103-1のベース端子に流れ込む電流を分流させる保護用トランジスタ102を備えている。

【選択図】

図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

入力信号を受け電力増幅して出力する高周波電力増幅器であって、
複数段の増幅用トランジスタと、
出力電力を検知する検波回路と、
前記検波回路での検波出力に基づき、前記複数段の増幅用トランジスタのうち最終段よりも前段に位置する少なくとも一つの増幅用トランジスタの信号入力端子に流れる電流を分流させる制御を行う保護回路と、
を備えている、ことを特徴とする高周波電力増幅器。

【請求項 2】

前記保護回路が、前記最終段よりも前段に位置する前記増幅用トランジスタの信号入力端子と低電位電源間に挿入され、前記検波回路からの検波出力に基づきオン・オフが制御されるスイッチを備え、
前記増幅用トランジスタの信号入力端子に流れる電流は、前記スイッチがオン時に前記低電位電源側に分流する、ことを特徴とする請求項 1 記載の高周波電力増幅器。

【請求項 3】

前記保護回路が、前記複数段の増幅用トランジスタのうち初段の増幅用トランジスタに接続されている、ことを特徴とする請求項 1 記載の高周波電力増幅器。

【請求項 4】

前記保護回路が、前記初段の増幅用トランジスタの信号入力端子と低電位電源間に接続され、制御端子が前記検波回路の出力に接続され、オン・オフ制御されるスイッチング・トランジスタを備えている、ことを特徴とする請求項 3 記載の高周波電力増幅器。

【請求項 5】

前記最終段の増幅用トランジスタの信号出力端子に入力が接続された整合回路を備え、
前記検波回路は、前記整合回路の出力電力を検波し、前記出力電力に応じた検波出力電圧を、前記保護回路に供給する、ことを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか一に記載の高周波電力増幅器。

【請求項 6】

前記複数段の増幅用トランジスタのうち少なくとも一つの増幅用トランジスタの信号入力端子と、その前段に位置する、増幅用トランジスタの信号出力端子、又は、前記入力信号を受ける入力端子との間に整合回路を備えている、ことを特徴とする請求項 5 記載の高周波電力増幅器。

【請求項 7】

請求項 1 乃至 6 のいずれか一に記載の高周波電力増幅器を備えたモジュール。

【請求項 8】

請求項 1 乃至 6 のいずれか一に記載の高周波電力増幅器を、送信信号を電力増幅する電力増幅器として備えた無線通信装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、高周波電力増幅回路に関し、特に、携帯電話端末等の各種高周波機器に用いて好適な高周波電力増幅器及びそれを用いた高周波電力増幅モジュールに関する。

【背景技術】

【0002】

携帯電話端末等の無線通信装置は、その送信回路内に、変調後の信号を増幅する高周波電力増幅器(RF Power Amplifier)を備えている。高周波電力増幅器において、何らかの要因により、高周波電力増幅器の出力負荷が変動して50 から外れたときに、その出力電力が増加する。すなわち、よく知られているように、信号源の出力インピーダンスと負荷の入力インピーダンスが50 に整合されている場合に負荷電力は最大となり、負荷の入力インピーダンスが50 から外れると、該負荷電力は減少し信号源で消費される電力が増加す

10

20

30

40

50

る。出力負荷の変動による出力電力の増加は、高周波電力増幅器の出力段の増幅用トランジスタのコレクタ電流の増加やコレクタ電圧の増加を招き、出力段の増幅用トランジスタが破壊に至る条件となる場合がある。このようなときに、増幅用トランジスタに過電流、過電圧がかからないように保護する機能を備えた高周波電力増幅器の一例として、例えば図5に示すような構成が従来より知られている（特許文献1の図1参照）。

【0003】

図5において、参照符号4は高周波電力増幅トランジスタチップとしての半導体装置（ICチップ）の構成を示している。このICチップ4には、高周波電力増幅トランジスタ（「増幅用トランジスタ」ともいう）3と保護回路を備え、保護回路は、電圧検出回路1と、分流回路2とから構成されている。ICチップ4の入力側端子5及び出力側端子6の各々に入力用の高周波整合回路7、及び出力用の高周波整合回路8が設けられ、これらは同一の基板上に搭載され、高周波電力増幅モジュール9を構成している。増幅用トランジスタ3のエミッタはICチップ4の接地端子10を介してモジュール9の接地端子11に接続されている。電圧検出回路1は、ベースとコレクタが短絡されたNPNトランジスタからなるダイオード12を複数個縦積みに接続して構成され、一番上のダイオード12のコレクタは、増幅用トランジスタ3のコレクタ電圧端子13に接続され、一番下のダイオード12のエミッタ側はICチップ4の接地端子10を介して接地され、一番下のダイオード12のベース・コレクタが短絡された端子は、電圧検出回路1の出力端子とする。分流回路2は、NPNトランジスタ（スイッチングトランジスタ）14からなり、そのコレクタは増幅用トランジスタ3のベース電圧端子15に接続され、そのベースは、電圧検出回路1の出力端子に接続され、そのエミッタは接地端子10を介して接地されている。高周波電力増幅モジュール9のベース・バイアス端子16は、トランジスタ3のベース電圧端子15に、高周波電力増幅モジュール9のコレクタ電圧端子17は、トランジスタ3のコレクタ電圧端子13にそれぞれ接続されている。高周波電力増幅モジュール9の入力用の高周波整合回路7に接続された入力端子18を入力側に有し、出力用の高周波整合回路8に接続された出力端子19を出力側に有する。出力端子19には、50Ωの外部負荷20が接続されている。

【0004】

図6は、図5の増幅用トランジスタ3の電圧・電流特性（ベース電流をあるステップで変化させた場合の特性）を示す図であり（特許文献1の図5参照）、横軸は増幅用トランジスタ3のコレクタ電圧（コレクタ・エミッタ間電圧）、縦軸はコレクタ電流である。図5において、太線で示されているコレクタ電圧、コレクタ電流以下の領域が、トランジスタの安全動作領域を示している。したがって、トランジスタのコレクタに破壊に至るような過電圧が印加された時に、コレクタ電流を減少させるような保護機能を持たせることができればよい。

【0005】

図5に示した従来の高周波電力増幅器は、増幅用トランジスタ3のコレクタ電圧端子13に過電圧が印加したときに、縦積みダイオード12がオンとなり、NPNトランジスタ14がオンする。すると、増幅用トランジスタ3のベースに流れる電流がGND側に分流され、増幅用トランジスタ3のベース電流が減少し、これに伴いコレクタ電流も減少し、増幅用トランジスタ3の破壊を防止する、という保護機能を有する。

【0006】

【特許文献1】特開2003-347857号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

しかしながら、図5を参照して説明した従来の高周波電力増幅器においては、増幅用トランジスタ3のコレクタ電圧端子13とベース電圧端子15に、保護回路をなす電圧検出回路1と分流回路2が接続されているため、信号入力側から、保護回路の寄生容量成分が見えてしまう。このため、標準動作電圧の場合にも、保護回路が、高周波電力増幅動作に

影響を与えてしまい、RF特性の悪化につながるものと思料される。

【0008】

そして、図5を参照して説明した従来の高周波電力増幅器において、保護回路が接続される増幅用トランジスタ3は、外部要因による出力負荷変動が生じる、高周波電力増幅器の最終段の出力段トランジスタであるものと思料される。特に、出力信号波形の歪み成分が規格化されているW-CDMA(Code Division Multiple Access;符号分割多元アクセス)方式等では、寄生容量成分がRF特性に影響を与え、その結果、規格を満たすことが困難となる場合も想定される。

【0009】

さらに、高周波電力増幅器の最終段のインピーダンス整合は、RF特性に大きく関与している。このため、高周波電力増幅器の最終段の増幅用トランジスタに、保護回路を接続することは好ましくない。

【課題を解決するための手段】

【0010】

本発明は、上記課題を解決するため、概略以下の構成とされる。

【0011】

本発明は、少なくとも2段構成の増幅用トランジスタを備えた高周波電力増幅器において、保護回路を、最終段の前の増幅用トランジスタに接続したものであり、該保護回路のRF特性に与える影響を低減するようにしたものである。

【0012】

より詳しくは、本発明に係る高周波電力増幅器は、複数段の増幅用トランジスタと、出力電力を検知する検波回路と、前記検波回路での検波出力に基づき、前記複数段の増幅用トランジスタのうち最終段よりも前段に位置する少なくとも一つの増幅用トランジスタの信号入力端子に流れる電流を分流させる制御を行う保護回路と、を備えている。

【0013】

本発明に係る高周波電力増幅器において、前記保護回路が、前記最終段よりも前段に位置する前記増幅用トランジスタの信号入力端子と電源間に挿入され、前記検波回路からの検波出力に基づきオン・オフが制御されるスイッチを備え、前記増幅用トランジスタの信号入力端子に流れる電流は、前記スイッチがオン時には、電源側に分流する、構成とされる。

【0014】

本発明に係る高周波電力増幅器において、前記保護回路は、好ましくは、前記複数段の増幅用トランジスタのうち初段の増幅用トランジスタに接続されている。

【0015】

本発明に係る高周波電力増幅器において、前記保護回路は、好ましくは、前記初段の増幅用トランジスタと電源間に接続され、制御端子が前記検波回路の出力に接続され、オン・オフ制御されるスイッチング・トランジスタを備えている。

【0016】

本発明に係る高周波電力増幅器において、好ましくは、前記最終段の増幅用トランジスタの出力に接続された整合回路を備え、前記検波回路は、前記整合回路の出力電力を検波し、前記出力電力に応じた検波出力電圧を、前記保護回路に供給する構成とされる。

【発明の効果】

【0017】

本発明によれば、入力電力、出力負荷の異常に対して、高周波電力増幅器を保護することができる。

【0018】

本発明によれば、保護回路を、高周波電力増幅器の初段の増幅用トランジスタに接続することで、該保護回路のRF特性に与える影響を低減している。

【0019】

本発明によれば、出力電力をモニタする検波回路を用いて保護回路を制御しており、出

10

20

30

40

50

力電力の増加による破壊に対して、大きなマージン（余裕度）を確保することができる。

【0020】

さらに、例えば検波回路を具備した既存の高周波電力増幅器に対して、本発明を適用する場合にも、当該高周波電力増幅器に、保護用トランジスタを1つ付加するだけで、保護機能を実現することが出来る。このため、保護機能を備えた高周波電力増幅器のコストの上昇を抑止可能としている。

【発明を実施するための最良の形態】

【0021】

上記した本発明についてさらに詳細に説述すべく、添付図面を参照して以下に説明する。本発明に係る高周波電力増幅器の一実施の形態は、図1を参照すると、複数段の増幅用トランジスタを備えた高周波電力増幅器であって、高周波電力増幅器の出力電力を検波し、該出力電力に応じた検波出力電圧を出力する検波回路(101)と、検波回路(101)の出力に基づき制御され、最終段の増幅用トランジスタ(103-2)よりも前段に位置する増幅用トランジスタ(103-1)の信号入力端子に流れ込む電流を分流させる制御を行う保護回路(102)を備えている。本発明によれば、この保護回路(102)を、最終段よりも前段の増幅用トランジスタ(103-1)に接続することで、該保護回路(102)のRF特性に与える影響を低減している。以下実施例に即して説明する。

10

【実施例】

【0022】

図1は、本発明の一実施例の構成を示す図である。図1には、増幅用トランジスタ2段構成の高周波電力増幅器が示されている。図1を参照すると、本実施例は、エミッタが接地されコレクタが、それぞれインダクタンスL1、L2を介してコレクタ電圧端子（電源端子）109に接続された増幅用トランジスタ103-1、103-2と、入力端子100と増幅用トランジスタ103-1のベース端子105との間に接続された入力用の整合回路104-1と、増幅用トランジスタ103-1のコレクタと増幅用トランジスタ103-2のベース端子106との間に接続された整合回路104-2と、増幅用トランジスタ103-2のコレクタと出力端子108との間に接続された出力用の整合回路104-3と、電源端子110に接続され増幅用トランジスタ103-1、103-2のベース端子105、106にそれぞれ駆動用のバイアス電圧を与えるバイアス回路107-1、107-2と、出力端子108に接続された検波回路101と、エミッタが接地されベースが検波回路101の出力に接続され、コレクタがベース端子105に接続されたスイッチング・トランジスタ（「保護用トランジスタ」という）102を備えている。なお、図1では、増幅用トランジスタ103-1、103-2は2段構成とされているが、本発明において増幅用トランジスタの段数は2段に限定されるものでなく、複数段構成とされる。また、図1には、増幅用トランジスタ103-1、103-2、保護用トランジスタ102は、NPN型のバイポーラトランジスタより構成されているが、本発明はかかる構成にのみ限定されるものでなく、PNP型としてもよいことは勿論である。

20

30

【0023】

本実施例においては、高周波電力増幅器の出力端子108に接続された検波回路101により、高周波電力増幅器で増幅された出力電力を検知し、検波回路101から出力される電圧により、保護用トランジスタ102を駆動し、増幅用トランジスタ103-1、103-2を保護する。

40

【0024】

図1を参照して、検波回路101による保護動作を説明する。検波回路101において、ある設定出力電力値以上の電力を検知したときに、検波回路101の出力電圧が上昇し、保護用トランジスタ102のベース・エミッタ間電圧の上昇により、保護用トランジスタ102がオンする。すなわち、保護用トランジスタ102のベースには、図2の保護用トランジスタ動作電圧以上の出力電圧が、検波回路101から供給される。なお、図2は、高周波電力増幅器の出力端子108からの出力電力（横軸）と検波回路101の出力電圧（縦軸）の特性（実線）を示した図である。また、図2において、破線で示される保護

50

用トランジスタ動作電圧は、保護用トランジスタ102がオンするベース・エミッタ間電圧に対応している。

【0025】

保護用トランジスタ102がオンすることにより、初段の増幅用トランジスタ103-1のベース電流が、保護用トランジスタ102に分流しGND側に流れ込む。これにより、増幅用トランジスタ103-1のベース電流が減少する。このため、初段の増幅用トランジスタ103-1のコレクタ電流が減少し、その電力増幅の度合いは小さくなる。増幅用トランジスタ103-2に入力される電力が減少し、そのベース電流も減少する。その結果、増幅用トランジスタ103-2のコレクタ電流は減少する。かかる一連の動作により、増幅用トランジスタ103-2は保護される。

10

【0026】

正常動作時には、検波回路101で出力電力をモニタしているが、このとき、保護用トランジスタ102がオンするような電圧は、検波回路101の出力端子111からは出力されない。すなわち、正常動作時には、検波回路101の出力端子111からは、図2の通常出力電力に対応した出力電圧が出力される。このときの出力電圧は、図2の保護用トランジスタ動作電圧よりも低いレベルであることから、保護用トランジスタ102はオフ状態とされる。

【0027】

例えば、何らかの原因で高周波電力増幅器の入力電力が増加した場合、増幅用トランジスタ103-2に入力される電力が大きいため、出力端子108に発生する出力電力が大きくなり、増幅用トランジスタ103-2に流れるコレクタ電流が増加する。この場合、本発明と相違して、保護対策が施されていない高周波電力増幅器では、増幅用トランジスタ103-2は破壊してしまう。

20

【0028】

図3は、2段構成の高周波電力増幅器にRF信号入力時の入出力特性の一例を示す図であり、入力電力とコレクタ電流（破線）と出力電力（実線）の特性が示されている。なお、図3において、横軸の入力電力の単位はdBm、左縦軸のコレクタ電流の単位はmA、右縦軸の出力電力の単位はdBmである。図3に示すように、入力電力が大きくなるに従い、増幅用トランジスタのコレクタ電流は増加する。

【0029】

本実施例では、検波回路101で過剰な出力電力を検知したときに、保護用トランジスタ102をオンさせることで、増幅用トランジスタ103-2に入力される電力を減少させるように制御し、この結果、高周波電力増幅器を保護することができる。

30

【0030】

次に、出力負荷が変動した場合について説明する。何らかの原因で出力負荷が変動して50からはずれた場合、出力電力が増加し、増幅用トランジスタ103-2のコレクタ電流が増加するが、検波回路101が出力電力の増加を検知してその検波出力電圧が上昇し、保護用トランジスタ102がオンする。このため、上記と同様な動作原理により、出力負荷が変動した場合にも、高周波電力増幅器を保護することができる。

【0031】

本実施例によれば、保護回路を構成する保護用トランジスタ102を、高周波電力増幅器の初段の増幅用トランジスタ103-1のベース端子に接続することで、保護回路が、高周波電力増幅器のRF特性に与える影響を抑止・低減している。

40

【0032】

なお、本実施例において、検波回路101は、高周波電力増幅器の出力電力に応じて、検波出力電圧を出力する構成でありさえすればよく、ダイオード検波回路等、任意の回路構成のものが用いられる。図4は、電力を電力に比例する直流電圧に変換するダイオード検波回路の構成の一例を示す図であり、一端が、高周波電力増幅器の出力端子108（整合回路104-3の出力）に接続された、DCカット用の容量C1と、容量C1の他端にアノードが接続され整流作用を行うダイオードD1と、ダイオードD1のアノードと電源

50

、グランド（GND）間に接続された抵抗R1-1、R1-2と、ダイオードD1のカソードとGND間に接続された容量C2と、ダイオードD1のカソードと検波電圧出力端子111間に接続された抵抗R2を備えている。ダイオードD1は、コレクタとエミッタが接続されたNPN型バイポーラトランジスタよりなる。抵抗R1-1、R1-2は、通常電力時に、順方向電流が流れないようなバイアス電圧をダイオードD1に与える。高周波電力増幅器の出力電力が増大すると、ダイオードD1のアノード電圧（トランジスタのベース・エミッタ間電圧）が上昇し、ダイオードD1に流れる順方向電流が増大し、これに伴い容量C2の端子電圧も増大する。すなわち、出力電力の増大に対応して、例えば図2に示すような特性にて、出力端子111の電圧（検波回路出力電圧）が上昇する。

【0033】

本実施例においては、検波回路として、増幅用トランジスタのコレクタ電圧に対する検波回路ではなく、出力電力を検波する検波回路を用いているため、増幅用トランジスタの破壊に対して十分なマージンをとることができる。

【0034】

また、本実施例によれば、検波回路が実装されている高周波電力増幅器に対しては、保護用トランジスタ102を付加するだけで、本発明に係る保護回路付き高周波電力増幅器を実現することができる。このため、コスト低減が可能である。なお、図1に示した高周波電力増幅器は、回路基板等のモジュールに組み込んでもよいことは勿論である。保護回路のRF特性に与える影響を低減した本発明は、携帯電話端末等の無線通信装置の送信回路の高周波電力増幅器に用いて好適とされる。

【0035】

以上、本発明を上記実施例に即して説明したが、本発明は上記実施例の構成にのみに制限されるものでなく、本発明の範囲内で当業者であればなし得るであろう各種変形、修正を含むことは勿論である。

【図面の簡単な説明】

【0036】

【図1】本発明の一実施例の構成を示すブロック図である。

【図2】高周波電力増幅器の出力電力に対する検波回路の出力電圧グラフである。

【図3】トランジスタの入力電力に対する出力電力とコレクタ電流の関係を示したグラフである。

【図4】本発明の一実施例の検波回路の一例を示す図である。

【図5】従来の保護回路付き高周波電力増幅器の等価回路図である。

【図6】トランジスタのコレクタ・エミッタ間電圧とコレクタ電流の関係を示すグラフ上に、トランジスタの破壊に対する安全領域を示したものである。

【符号の説明】

【0037】

- 1 電圧検出回路
- 2 分流回路
- 3 増幅用トランジスタ（高周波電力増幅トランジスタ）
- 4 高周波電力増幅トランジスタ（半導体装置、ICチップ）
- 5 ICチップ4の入力端子
- 6 ICチップ4の出力端子
- 7 入力用の高周波整合回路
- 8 出力用の高周波整合回路
- 9 高周波電力増幅モジュール
- 10 ICチップ4の接地端子
- 11 モジュール9の接地端子
- 12 ダイオード
- 13 トランジスタ3のコレクタ電圧端子
- 14 NPNトランジスタ

10

20

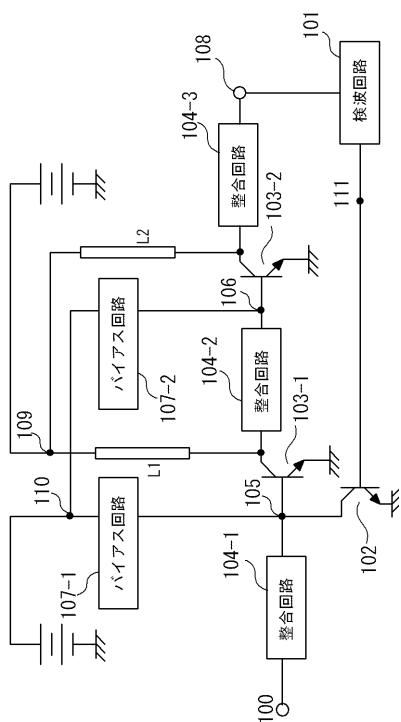
30

40

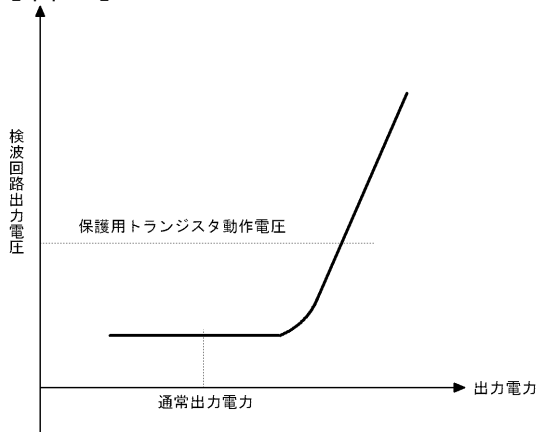
50

- 1 5 ベース電圧端子
- 1 6 モジュール9のベースバイアス端子
- 1 7 モジュール9のコレクタ電圧端子
- 1 8 高周波信号の入力端子
- 1 9 高周波信号の出力端子
- 2 0 外部負荷
- 1 0 0 入力端子
- 1 0 1 検波回路
- 1 0 2 保護用トランジスタ
- 1 0 3 - 1、1 0 3 - 2 増幅用トランジスタ
- 1 0 4 - 1、1 0 4 - 2、1 0 4 - 3 整合回路
- 1 0 5 初段の増幅用トランジスタのベース端子
- 1 0 6 2段目の増幅用トランジスタのベース端子
- 1 0 7 - 1、1 0 7 - 2 駆動用バイアス回路
- 1 0 8 高周波電力増幅器の出力端子
- 1 0 9 電源端子
- 1 1 0 電源端子
- 1 1 1 検波電圧出力端子

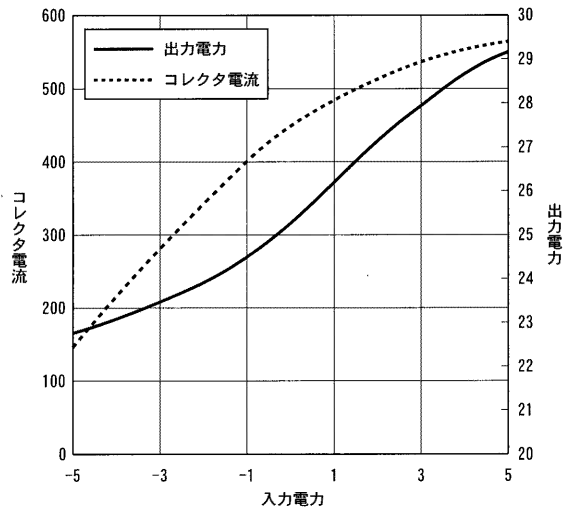
【図1】



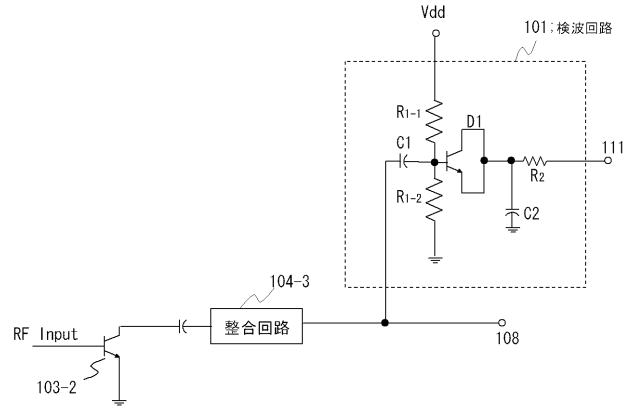
【図2】



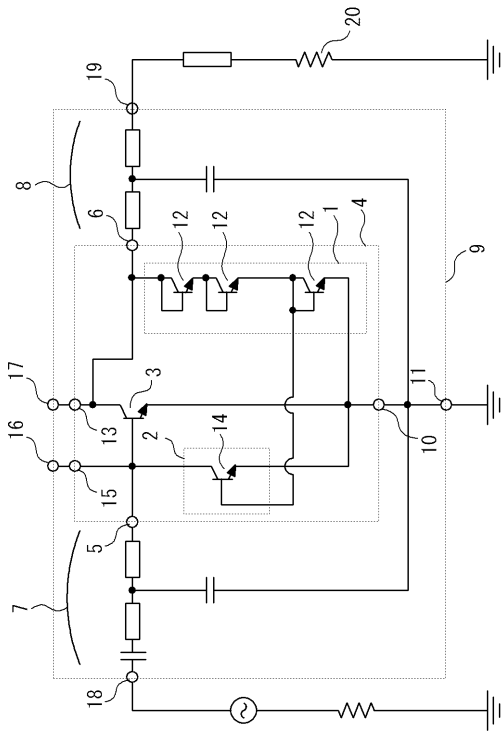
【 図 3 】



【 図 4 】



【 図 5 】



【 図 6 】

