

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2008-530910

(P2008-530910A)

(43) 公表日 平成20年8月7日(2008.8.7)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
<b>H03F 1/02 (2006.01)</b>	H03F 1/02	5J500
<b>H03F 3/24 (2006.01)</b>	H03F 3/24	

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2007-555213 (P2007-555213)  
 (86) (22) 出願日 平成18年2月9日 (2006.2.9)  
 (85) 翻訳文提出日 平成19年5月30日 (2007.5.30)  
 (86) 国際出願番号 PCT/US2006/004554  
 (87) 国際公開番号 W02006/086542  
 (87) 国際公開日 平成18年8月17日 (2006.8.17)  
 (31) 優先権主張番号 11/054,968  
 (32) 優先日 平成17年2月10日 (2005.2.10)  
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 390039147  
 レイセオン・カンパニー  
 Raytheon Company  
 アメリカ合衆国、マサチューセッツ州 O  
 2451-1449、ウォルサム、ウィン  
 ター・ストリート 870  
 (74) 代理人 100058479  
 弁理士 鈴江 武彦  
 (74) 代理人 100091351  
 弁理士 河野 哲  
 (74) 代理人 100088683  
 弁理士 中村 誠  
 (74) 代理人 100108855  
 弁理士 蔵田 昌俊

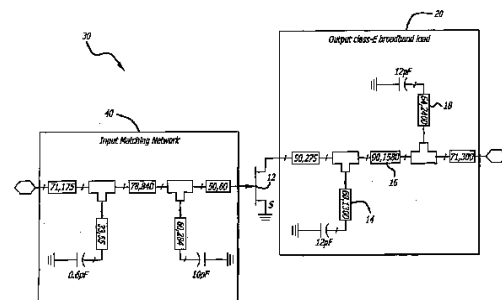
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 広帯域マイクロ波増幅器

(57) 【要約】

スイッチングモード電力増幅器 ( P A ) に適したクラス E 負荷回路トポロジに関する。本発明の負荷は増幅器の出力に結合されたシャント誘導素子と、前記増幅器の前記出力に結合された直列誘導素子と、前記直列誘導素子に結合された直列の容量素子とを含んでいる。示された実施形態では、負荷は 8 - 10 GHz の周波数で動作可能である。本発明は入力整合ネットワークと、入力整合ネットワークに結合された能動装置と、能動装置に結合され本発明の構成による負荷とを有する有効なクラス E 増幅器を可能にする。さらに、負荷を設計する方法は負荷の集中等価回路の表示を与え、時間ドメインシミュレーションを使用して予め定められた周波数範囲で理想的に近い電流及び電圧動作特性を実現するため負荷の集中等価回路の表示を最適化し、最適化された負荷の集中等価回路の表示を分布回路の表示に変換し、時間ドメインシミュレーションを使用して予め定められた周波数範囲で理想的な電流及び電圧動作特性を実現するため分布負荷の回路の表示を最適化するステップを含んでいる。

【選択図】 図 4



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

スイッチング回路と共に使用される負荷回路(20)において、前記回路の出力に結合されているシャント誘導素子(14)と、前記回路の前記出力に結合されている直列の誘導素子(16)と、前記直列の誘導素子(16)に結合されている直列の容量素子(18)とを具備していることを特徴とする負荷回路。

**【請求項 2】**

前記負荷(20)は 8 - 10 GHz の範囲の周波数で動作可能である請求項 1 記載の負荷回路。

10

**【請求項 3】**

前記シャント誘導素子(14)は前記回路の誘導バイアスラインである請求項 1 記載の負荷回路。

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

本発明は、電気及び電子回路およびシステムに関し、特にマイクロ波クラス E 電力増幅器に関する。

**【背景技術】****【0002】**

20

種々の商用及び軍事用の応用では、高効率のマイクロ波及び無線周波数(RF)電力増幅器が必要とされている。典型的な応用は無線構内網、セル電話機、電気通信システム、新型の航空機用アクチブフェイズドアレイレーダシステムを含んでいる。技術、設計方法、製造のサイクル時間の選択はこれらのシステムで主要な価格を左右するものである。スイッチングモードのクラス E 高能率電力増幅器は、これらの増幅器が電力とその関連する冷却価格を限定する場合には、これら及び他の応用で有効である。クラス E 増幅器はクラス D、E、F 等のような“スイッチングモード増幅器”の一部である。これらのタイプの増幅器では、トランジスタは、その出力端子で電圧および電流波形のオーバーラップがなく、それによって理想的に DC 電力の消費がゼロの完全なスイッチとして動作する。クラス A、A/B、C のような他のクラスの増幅器は電圧および電流波形のオーバーラップして、それによって低効率につながる DC 電力を消費する電流源として動作する。

30

**【発明の開示】****【発明が解決しようとする課題】****【0003】**

クラス E 増幅器は直列または並列の共振負荷ネットワークを使用する。クラス E 増幅器における負荷ネットワークの機能は電圧及び電流波形を成形することである。能動装置の出力端末における電流及び電圧の時間波形はその中の DC 電力消費を最小にするような方法で最適化される。能動装置、この場合では pHEMT は“ON”、“OFF”へ RF 入力信号により駆動されるスイッチとして作用する。装置の動作点は、装置が(ピンチオフ領域における)OFF または(線形領域における)ON であるようにされている。理想的なスイッチング動作状態では、装置の出力端子における出力電圧及び電流波形は同時に存在せず、それ故、装置内で消費されたエネルギーはゼロであり、100%の論理的な電力変換効率を生成する。

40

**【0004】**

いずれにせよ、クラス E 増幅器の最大効率(即ち RF 出力電力と DC 入力電力の比)とその動作帯域幅はその同調された負荷により限定される。同調された負荷の存在により増幅器の動作帯域幅は非常に狭くなるので、限定が生じる。

**【0005】**

したがって、クラス E 増幅器の電力、電力付加効率(PAE)、および帯域幅を増加するシステムまたは方法が技術で必要とされている。

50

## 【課題を解決するための手段】

## 【0006】

技術における必要性はスイッチングモード電力増幅器(PA)に適した本発明の負荷回路トポロジにより解決される。最も一般的な意味では、本発明の負荷は前記増幅器の出力に結合されたシャント誘導素子と、前記増幅器の前記出力に結合されている直列の誘導素子と、前記直列の誘導素子に結合されている直列の容量素子とを含んでいる。

## 【0007】

示されている実施形態では、本発明の負荷は8 - 10 GHzの範囲およびそれを超える周波数で動作可能である。前記負荷の一部であるシャント誘導素子は2つの重要な機能を行うために適切に選択される。2つの重要な機能とは第1に、前記増幅器の誘導バイアスラインを提供し、第2に並列の共振にpHEMTの出力ドレイン・ソースキャパシタンス(C<sub>d</sub>)を与えることである。

10

## 【0008】

本発明は入力整合ネットワークと、入力整合ネットワークに結合される能動装置と、能動装置に結合され本発明の教示にしたがって構成された負荷とを具備する有効なクラスE増幅器の設計を可能にする。

## 【0009】

さらに、クラスE増幅器と共に使用する負荷を設計する方法が開示され、その方法は負荷の集中等価回路の表示を与え、時間ドメインシミュレーションを使用して予め定められた周波数範囲にわたって理想に近い電流及び電圧動作特性を実現するために負荷の集中等価回路の表示を最適化し、最適化された負荷の集中等価回路の表示を分布回路の表示に変換し、時間ドメインシミュレーションを使用して予め定められた周波数範囲にわたって理想に近い電流及び電圧動作特性を実現するために分布負荷の分布回路の表示を最適化するステップを含んでいる。

20

## 【0010】

本発明の負荷回路のユニークな特性は、クラスEのHPAが広い帯域幅にわたって同時に高いPAE及び電力を維持することを可能にする。

## 【発明を実施するための最良の形態】

## 【0011】

示されている実施形態及び例示的な応用を本発明の有効な教示を開示するために添付図面を参照して説明する。

30

## 【0012】

特定の応用の例示的な実施形態を参照して本発明をここで説明するが、本発明はそれに限定されないことを理解すべきである。当業者は付加的な変更、応用、実施形態をその技術的範囲および本発明が非常に有用である付加的な分野を認識するであろう。

## 【0013】

図1の(a)は通常教示による典型的なクラスE負荷の理想的なディスクリートのコンポーネント構造の簡単な概略図である。図1の(a)に示されているように、スイッチ12'により表される典型的なクラスE増幅器は誘導バイアスライン14'を介して電源V<sub>d</sub>に結合されている。スイッチ12'はキャパシタ22'および反転されたL型(直列のL、シャントC)波形成形負荷ネットワーク20'を介して抵抗負荷24'に結合されている。ドレインバイアスライン14'は負荷回路20'と独立して扱われ、単に伝送線の4分の1波長の長さにより実現されるチョークとして動作する。

40

## 【0014】

負荷20'はトランジスタスイッチ12'のドレイン・ソース間キャパシタンス(C<sub>ds</sub>)である第1のシャントキャパシタ15'を含んでいる。通常教示にしたがって、負荷20'は直列のインダクタ16'(L)とシャントキャパシタ18'(C)を含んでいる。

## 【0015】

図1の(b)は図1の(a)に示されている負荷の分布コンポーネント構造である。クラスE増幅器中の負荷ネットワークの機能は電圧及び電流波形の成形であることを断って

50

おく。それ故、広帯域クラスE増幅器の設計に対して、クラスE波形が全周波数帯域にわたって確実に存在するように注意を払うべきである。適切な装置の非線形モデル化ツールと、時間ドメイン、頑強な高調波バランス、エンベロープシミュレーションが可能な設計環境ツールの選択は、スイッチングモード増幅器のような非線形性の高い適切な設計には重要である。

【0016】

図2aは本発明の教示による典型的なクラスE負荷の理想的なディスクリートなコンポーネント構造の簡単な概略図である。

【0017】

図2bは図2aに示されている分布負荷のコンポーネントの構造である。本発明の教示によれば、優れた広帯域クラスE負荷トポロジは図2aに示されている直列(L-C)ネットワークに基づいて表されている。以下詳しく説明するように、負荷は図1の(a)および(b)の(直列のL、シャントC)負荷ネットワークと比較して優れた広帯域特性を提供するように変更される。本発明の教示によれば、優れた設計プロセスの第1のステップは、クラスE負荷トポロジの一部としてドレインバイアスインダクタ14を含み、それに後続して、集中ネットワーク表示をその等価の分布ネットワーク形態へ変換するステップを含んでいる。前記増幅器がマイクロ波周波数で動作することに必要なこの臨界的な変換プロセスでは、図2aの直列のインダクタ16と直列のキャパシタ18は図2bに示されている直列の伝送線とシャント短絡スタブの組合せにより置換される。また、図2aのシャントインダクタ14は、並列共振にpHEMTの出力ドレイン-ソースキャパシタンス(Cd)を提供し、バイアスをpHEMTトランジスタのドレインに提供するためにシャント短絡スタブで置換される。

10

20

【0018】

次に、負荷ネットワーク20の集中コンポーネントの開始値が確認される。数人の著者が集中直列(L、C)クラスE負荷の開始値についての詳細な文献を出版している。例えば“Class-E-A new class of high efficiency tuned single-ended switching power amplifier”(N. O. Sokal等、IEEE JSSC、第SSC-10巻、168-176頁、1975年6月)と、“Solid State Radio Engineering”(F. H. Raab等、John Wiley & Sons、1980年)と、“Low Voltage, High Efficiency Class E GaAs Power Amplifiers for Mobile Communications”(T. Sowlati等、IEEE GaAs IC Symposium Digest 1994、171-174頁)と、“Switched-Mode High Efficiency Microwave Power Amplifiers In A Free-Space Power Combiner”(T. Mader等、IEEE MTT、第10巻、1998年10月、1391-1398頁)と、“Ultra-High Efficiency Operation Based On An Alternative Class-E Mode”(P. Watson等、IEEE GaAs IC Symposium Digest 2000、53-56頁)とを参照されたい。

30

【0019】

次に、負荷ネットワークに対する開始値を得た後に、時間ドメインシミュレーションが行われ、所望の動作範囲(例えば8-10GHz)にわたって理想に近い電流及び電圧波形を得る目的で負荷を最適化する。

【0020】

図2cは2.0GHzの帯域幅にわたる理想に近い性能を示したこれらのシミュレートされた波形を示している。負荷の広帯域集中等価回路の表示の周波数依存性は図3の(a)に示され、狭い帯域のクラスE負荷(直列のL、シャントC)と比較して、8.0-10.0GHzにわたる優れた周波数独立応答特性を示している。“A Monolithic X-band Class-E Power Amplifier”(R. Tayrani等、IEEE GaAs IC Symposium、205-208頁、2001年10月)を参照されたい。

40

【0021】

負荷ネットワークの集中等価回路の表示においてほぼ周波数に無関係の大きさと位相特性を得た後、この負荷をその等価分布ネットワークへ変換することにより次のステップへ進む(図2b参照)。

【0022】

50

分布負荷を最適化するため、集中負荷について説明した時間ドメイン最適化プロセスが分布負荷で反復される。

【0023】

図3の(b)は8GHzにおける理想に近い性能を示した分布負荷ネットワークの時間ドメインシミュレーションを示している。図3の(b)に示されているように、スイッチを横切る電圧波形はスイッチオフでゆっくりと上昇し、半サイクルの終りにゼロに低下する。これはまた半サイクルの終りにゼロの変化レートを有し、それによって“ソフト”オン切換え状態を確実にする。

【0024】

さらに、半サイクルにわたるキャパシタ( $C_{ds}$ )電流の積分はゼロであり、そのキャパシタンス電流は半サイクルの終りまでにゼロに低下し、両者は8.0GHzの分布負荷に対してクラスE動作を示すことが認められる。類似のシミュレートされた波形は所望の2.0GHzの周波数帯域で得られた。示さないが、分布負荷(図2b)の周波数応答特性は図3の(a)に示されているその集中定数回路バージョンに類似した、ほぼ周波数に無関係の応答特性を有する広帯域特性であるべきである。

【0025】

示されている応用では、負荷回路は中程度の電力PA(~30dBm、最大1.0W)で合成される。単一の $0.25\mu\text{m} \times 720\mu\text{m}$ のpHEMT装置がこの回路で使用される。このようなPAは単一段PAとして、および/または2段のクラスE高電力増幅器(HPA)の第1の段として適している。

【0026】

図4は本発明の教示による広帯域クラスE負荷を有するモノリシッククラスE増幅器の分布表示の概略的な回路を示している。図4の増幅器30は本発明の負荷20を有する能動装置12を含んでいる。示されている実施形態では、能動装置12は砒化ガリウムの擬似形態の高電子移動度トランジスタ(GaAs pHEMT)である。

【0027】

入力整合ネットワーク40は能動装置12への入力に設けられる。負荷20と入力整合ネットワーク40は8-10GHzの動作においてマイクロンで示されている幅および長さの寸法で設計されている。当業者は本発明の技術的範囲を逸脱せずに、本発明の教示を他の周波数に拡張することができる。

【0028】

スイッチングモード増幅器の正確で頑丈な非線形シミュレーションでは、装置の非線形モデルは以下の特性を有する必要がある。

【0029】

ドレイン・ソース $C_{ds}$ ( $V_{ds}$ ,  $V_{gs}$ )とゲート・ドレイン $C_{gd}$ ( $V_{ds}$ ,  $V_{gs}$ )キャパシタンスのバイアス依存性と、  
入力チャンネル抵抗 $R_i$ ( $V_{ds}$ ,  $V_{gs}$ )のバイアス依存性と、  
出力チャンネル抵抗 $R_{ds}$ ( $V_{ds}$ ,  $V_{gs}$ )のバイアス依存性。

【0030】

また装置モデルはドレイン電流、 $g_m$ 、 $R_{ds}$ に関連される分散を正確にモデル化できなければならない。パルス化されたDC-IV技術がモデル開発に使用されるならば、この要求は必要なくなる。この目的に対しては、ICCAP(Agilent ICCAP、V.5.1)とADS(Agilent 高度設計システム(ADS)、V.2003C)で入手可能なEHEMTモデルである。

【0031】

18Vを超えるゲート・ドレイン破壊電圧を有する $0.3\mu\text{m} \times 6 \times 120\mu\text{m}$ のpHEMT装置は、8.0-10.0GHzにわたって同時に広帯域電力(最小200.0mW)とPAE(最小60%)を必要とする非常に大きい(>100,000T/Rエレメント)の宇宙用ベースのフェイズドアレイレーダに対する性能目標を満たすため本発明にしたがって現在有効な技術を使用して設計されることができる。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 3 2 】

図 5 は図 4 の増幅器の p H E M T 出力端子におけるシミュレートされた電圧及び電流波形を示している。その波形は 8 . 5 G H z における p H E M T 装置のスイッチングモード特性を示している。類似の波形は広帯域動作を確実にするために 8 . 0 - 1 0 . 0 G H z にわたって与えられることができる。

## 【 0 0 3 3 】

異常、本発明を特定の応用に対する特定の実施形態を参照してここで説明した。当業者はその技術的範囲内で付加的な変形、応用、実施形態を認識するであろう。例えば本発明はクラス E 増幅器に限定されない。即ち本発明は任意のスイッチング増幅器または回路設計と共に使用されることができる。

10

## 【 0 0 3 4 】

それ故、特許請求の範囲は本発明の技術的範囲内において任意及び全てのこのような応用、変形、実施形態をカバーすることを意図している。

## 【 図面の簡単な説明 】

## 【 0 0 3 5 】

【 図 1 】 通常 of 教示による典型的なクラス E 負荷の理想的なディスクリートなコンポーネント構造の簡単な概略図と、その概略図に示されている分布負荷のコンポーネントの構造図。

【 図 2 a 】 本発明の教示による典型的なクラス E 負荷の理想的なディスクリートなコンポーネント構造の簡単な概略図。

20

【 図 2 b 】 図 2 a に示されている負荷の分布コンポーネントの構造図。

【 図 2 c 】 本発明の教示により設計された負荷の集中等価回路表示の電流及び電圧波形のグラフ。

【 図 3 】 本発明の教示により設計された広帯域集中負荷の周波数依存性を示すスミスチャートと、8 G H z における理想に近い性能を示した分布負荷ネットワークの時間ドメインシミュレートを示す図。

【 図 4 】 本発明の教示による広帯域クラス E 負荷を有するモノリシッククラス E 増幅器の分布表示の概略回路図。

【 図 5 】 図 4 の増幅器の p H E M T 出力端子におけるシミュレートされた電圧及び電流波形図。

30

【図1】

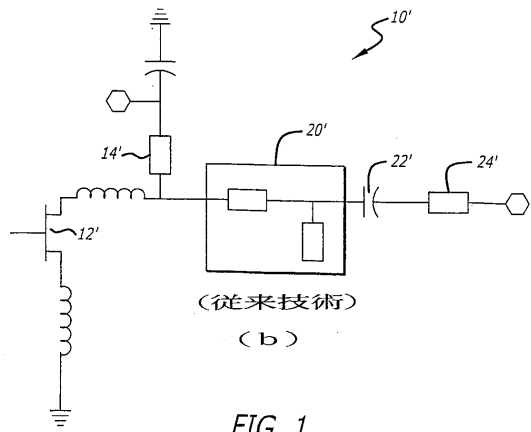
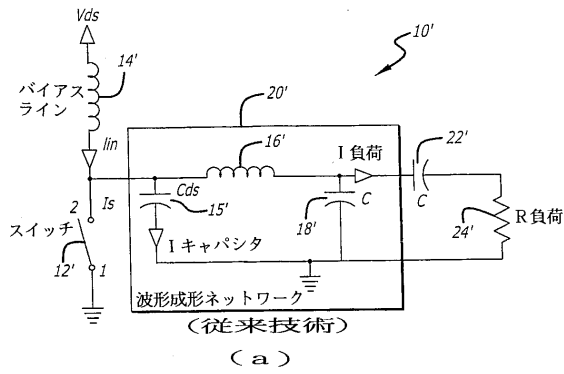


FIG. 1

【図2a】

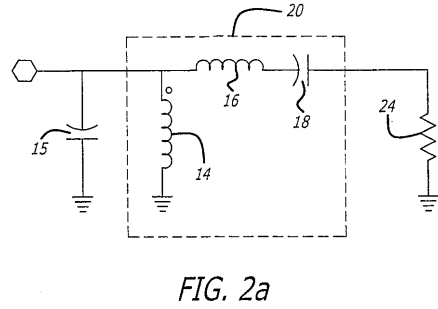


FIG. 2a

【図2b】

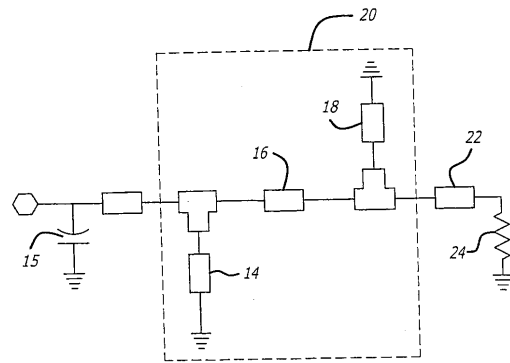


FIG. 2b

【図2c】

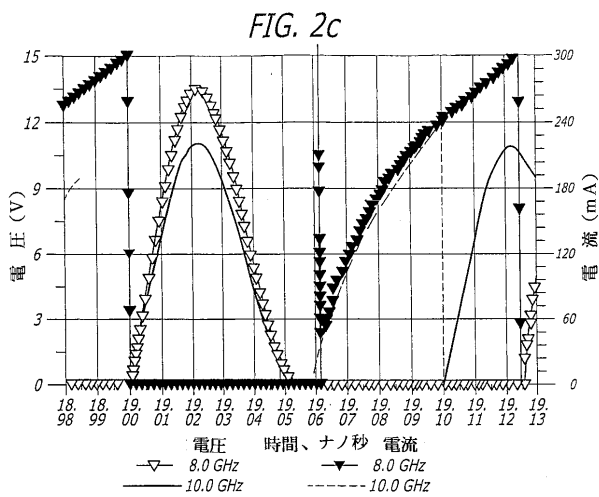


FIG. 2c

【図3】

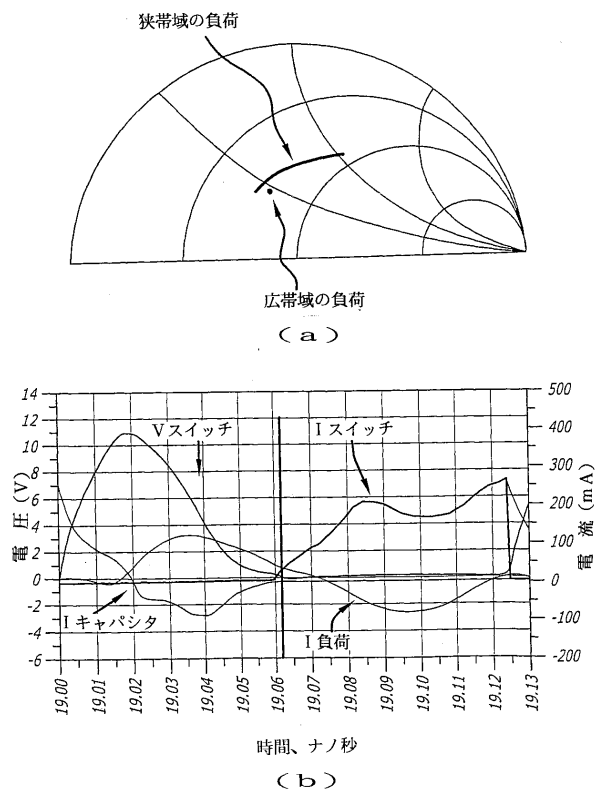


FIG. 3

【 図 4 】

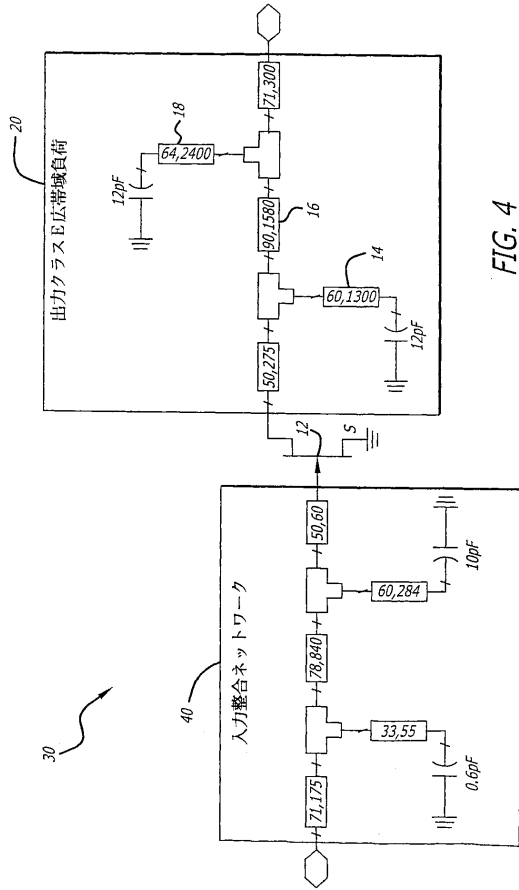


FIG. 4

【 図 5 】

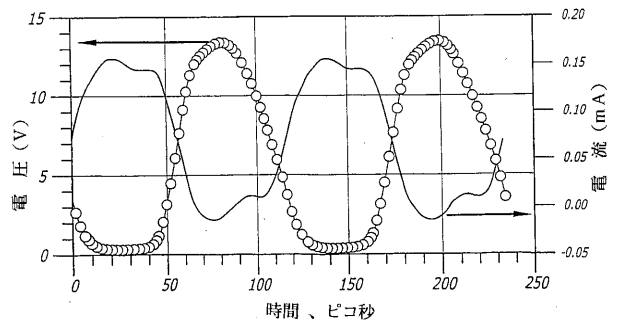


FIG. 5

## 【 国際調査報告 】

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/US2006/004554

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER INV. H03F3/217		
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) H03F		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used) EPO-Internal		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2004/113689 A1 (HAJIMIRI SEYED-ALI; AOKI ICHIRO; RUTLEDGE DAVID B; KEE SCOTT DAVID; CA) 17 June 2004 (2004-06-17) paragraph [0022]; figure 4b	1-3
X	US 5 146 178 A (NOJIMA ET AL) 8 September 1992 (1992-09-08) abstract; figure 7	1-3
X	SOKAL N O: "RF power amplifiers-classes A through S" ELECTRO/95 INTERNATIONAL. PROFESSIONAL PROGRAM PROCEEDINGS. BOSTON, MA, USA 21-23 JUNE 1995, NEW YORK, NY, USA, IEEE, US, 21 June 1995 (1995-06-21), pages 335-400, XP010148508 ISBN: 0-7803-2633-4 page 390	1-3
-/-		
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C.		<input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.
* Special categories of cited documents :		
<p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier document but published on or after the international filing date</p> <p>"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)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>		<p>"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.</p> <p>"&amp;" document member of the same patent family</p>
Date of the actual completion of the international search 8 June 2006		Date of mailing of the international search report 16/06/2006
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer Kurzbaue, W

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/US2006/004554

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 6 211 749 B1 (YUZURIHARA ITSUO ET AL) 3 April 2001 (2001-04-03) figure 12b	1
X	US 3 919 656 A (SOKAL ET AL) 11 November 1975 (1975-11-11) figures 3,6	1-3
X	US 6 232 841 B1 (BARTLETT JAMES L ET AL) 15 May 2001 (2001-05-15) figures 2,3	1-3
A	US 2004/027209 A1 (CHEN JIN-YUAN ET AL) 12 February 2004 (2004-02-12) figures 2A,2B,2E,2F	1
A	US 4 763 087 A (SCHRADER ET AL) 9 August 1988 (1988-08-09) the whole document	1-3

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

Information on patent family members

International application No

PCT/US2006/004554

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2004113689 A1	17-06-2004	US 2002101284 A1	01-08-2002
US 5146178 A	08-09-1992	JP 2007155 C	11-01-1996
		JP 4183008 A	30-06-1992
		JP 7032335 B	10-04-1995
US 6211749 B1	03-04-2001	DE 19924937 A1	15-06-2000
		JP 2000165175 A	16-06-2000
US 3919656 A	11-11-1975	NONE	
US 6232841 B1	15-05-2001	EP 1206833 A1	22-05-2002
		JP 2003504906 T	04-02-2003
		WO 0103288 A1	11-01-2001
US 2004027209 A1	12-02-2004	WO 2004015861 A1	19-02-2004
US 4763087 A	09-08-1988	GB 2219457 A	06-12-1989

## フロントページの続き

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

(74)代理人 100075672

弁理士 峰 隆司

(74)代理人 100109830

弁理士 福原 淑弘

(74)代理人 100095441

弁理士 白根 俊郎

(74)代理人 100084618

弁理士 村松 貞男

(74)代理人 100103034

弁理士 野河 信久

(74)代理人 100140176

弁理士 砂川 克

(74)代理人 100092196

弁理士 橋本 良郎

(74)代理人 100100952

弁理士 風間 鉄也

(72)発明者 タイラニ、レザ

アメリカ合衆国、カリフォルニア州 9 0 2 9 2 - 6 1 8 4、マリナ・デル・レイ、パナイ・ウェイ・ナンバー 4 0 7 1 3 9 7 0

(72)発明者 ゴードン、ジョナサン・ディー

アメリカ合衆国、カリフォルニア州 9 0 2 5 4 - 4 8 3 1、ハーモサ・ビーチ、オーシャン・ビュール・アベニュー 4 3 0

Fターム(参考) 5J500 AA01 AA04 AA41 AA67 AC36 AF20 AH12 AH25 AH29 AH33

AK68 AS14 AT05 AT06 CK03 LV08