

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6768015号
(P6768015)

(45) 発行日 令和2年10月14日(2020.10.14)

(24) 登録日 令和2年9月24日(2020.9.24)

(51) Int.Cl. F I
H03F 3/19 (2006.01) H03F 3/19
H03F 3/21 (2006.01) H03F 3/21

請求項の数 13 (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2017-568163 (P2017-568163)	(73) 特許権者	505169226
(86) (22) 出願日	平成28年6月30日 (2016.6.30)		トゥルンプフ ヒュッティンガー ゲゼル
(65) 公表番号	特表2018-519758 (P2018-519758A)		シャフト ミット ベシュレンクテル ハ
(43) 公表日	平成30年7月19日 (2018.7.19)		フツング ウント コンパニー コマンデ
(86) 国際出願番号	PCT/EP2016/065385		ィートゲゼルシャフト
(87) 国際公開番号	W02017/001602		TRUMPF Huettlinger G
(87) 国際公開日	平成29年1月5日 (2017.1.5)		mbH + Co. KG
審査請求日	平成31年3月13日 (2019.3.13)		ドイツ連邦共和国 フライブルク ベツ
(31) 優先権主張番号	102015212220.4		ィンガー シュトラーセ 80
(32) 優先日	平成27年6月30日 (2015.6.30)		Boetzing Strasse
(33) 優先権主張国・地域又は機関	ドイツ(DE)		80, D-79111 Freiburg
			, Germany
		(74) 代理人	100114890
			弁理士 アインゼル・フェリックス＝ライ
			ンハルト
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 高周波増幅器装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

プラズマ励起用に 2 MHz 以上の周波数において 1 kW 以上の出力電力を発生させるために適した高周波増幅器装置 (1) であって、

a. 2つのトランジスタ (S1, S2) であって、前記 2つのトランジスタ (S1, S2) のソース端子もしくはエミッタ端子は、それぞれアース接続点 (5) と接続されており、前記トランジスタ (S1, S2) は同じ形態で形成されていて、多層配線板 (2) に配置されている、2つのトランジスタ (S1, S2) と、

b. 電力トランス (7) であって、前記電力トランス (7) の 1 次巻線 (6) は、前記トランジスタ (S1, S2) のドレイン端子もしくはコレクタ端子と接続されている、電力トランス (7) と、

を含む、高周波増幅器装置 (1) において、

c. 前記電力トランス (7) の 1 次巻線 (6) および 2 次巻線 (4) は、それぞれプレーナ型の導体路として構成されており、前記プレーナ型の導体路は、前記多層配線板 (2) のそれぞれ異なる上層 (61, 62) に配置されており、

前記トランジスタ (S1, S2) のドレインもしくはコレクタは、インダクタンス (41) およびコンデンサ (42) を含む直列接続体 (40) により接続されていることを特徴とする、

高周波増幅器装置 (1)。

【請求項 2】

10

20

前記 1 次巻線 (6) および前記 2 次巻線 (4) は、垂直方向において相互に結合されている、

請求項 1 記載の高周波増幅器装置。

【請求項 3】

前記トランジスタ (S 1 , S 2) は、1 つの共通のケーシング内に配置されている、
請求項 1 または 2 記載の高周波増幅器装置。

【請求項 4】

前記 1 次巻線 (6) と前記 2 次巻線 (4) との垂直方向間隔 (b) は、前記 1 次巻線 (6) または前記 2 次巻線 (4) を形成している導体路の幅 (c) の半分よりも小さい、
請求項 1 から 3 までのいずれか 1 項記載の高周波増幅器装置。

10

【請求項 5】

前記多層配線板 (2) の最下層 (5 0) は、基準アースとして用いられる金属層として形成されている、

請求項 1 から 4 までのいずれか 1 項記載の高周波増幅器装置。

【請求項 6】

前記配線板 (2) は、金属製冷却板 (2 5) 上に配置されている、
請求項 1 から 5 までのいずれか 1 項記載の高周波増幅器装置。

【請求項 7】

前記電力トランス (7) の前記 1 次巻線 (6) および前記 2 次巻線 (4) から前記配線板 (2) の最下層 (5 0) までの垂直方向間隔 (d , e) は、前記 1 次巻線 (6) から前記 2 次巻線 (4) までの間隔 (b) よりも大きい、

20

請求項 1 から 6 までのいずれか 1 項記載の高周波増幅器装置。

【請求項 8】

前記 1 次巻線 (6) と前記 2 次巻線 (4) の水平面寸法は、前記配線板 (2) の水平面縦方向および水平面横方向において、それぞれ $\lambda / 30$ よりも小さく、ただし、 λ は、当該高周波増幅器装置が発生する高周波信号の波長である、

請求項 1 から 7 までのいずれか 1 項記載の高周波増幅器装置。

【請求項 9】

前記電力トランス (7) の前記 1 次巻線 (6) および前記 2 次巻線 (4) に対し並列に、それぞれ 1 つのキャパシタンス (3 5 , 3 6) が接続されている、

30

請求項 1 から 8 までのいずれか 1 項記載の高周波増幅器装置。

【請求項 10】

前記電力トランス (7) の前記 1 次巻線 (6) は、前記トランジスタ (S 1 , S 2) の DC 給電のために中点タップ (3 7) を有する、

請求項 1 から 9 までのいずれか 1 項記載の高周波増幅器装置。

【請求項 11】

前記中点タップ (3 7) に、インダクタンスおよび / またはコンデンサを備えた回路網 (3 8) が接続されている、

請求項 10 記載の高周波増幅器装置。

【請求項 12】

40

前記インダクタンス (4 1) は、プレーナ型のインダクタンスとして前記配線板 (2) の上層 (6 3) 上に形成されている、

請求項 1 から 11 までのいずれか 1 項記載の高周波増幅器装置。

【請求項 13】

信号トランス (1 0) であって、前記信号トランス (1 0) の 2 次巻線 (1 3) の第 1 の端部は、前記トランジスタのうち一方のトランジスタ (S 1) のゲート端子もしくはベース端子 (1 5) と接続されており、第 2 の端部は、前記トランジスタのうち他方のトランジスタ (S 2) のゲート端子もしくはベース端子 (1 7) と接続されている、信号トランス (1 0) が設けられている、

請求項 1 から 12 までのいずれか 1 項記載の高周波増幅器装置。

50

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、プラズマ励起用に2MHz以上の周波数において1kW以上の出力電力を発生させるために適した高周波増幅器装置に関する。この高周波増幅器装置は、

a. 2つのトランジスタを含み、そのソース端子もしくはエミッタ端子はそれぞれアース接続点と接続されており、トランジスタは同じ形態で形成されていて、多層配線板に配置されており、

b. 電力トランスを含み、その1次巻線はトランジスタのドレイン端子もしくはコレクタ端子と接続されている。

10

【背景技術】

【0002】

プラズマの励起に適した電力を発生させるために、トランジスタ特にバイポーラトランジスタまたはLDMOSTランジスタを使用することは公知である。プラズマ励起のために特に望ましいのは、高周波増幅器装置をF級増幅器動作または逆F級で駆動できるようにすることである。その際にかんがりの熱が発生する可能性があり、これは特に、負荷から電力が反射し、高周波増幅器装置において熱に変換されざるを得ない場合である。たとえば以下の文献：米国特許出願公開第2009/0027936号明細書(US2009/0027936A1)、米国特許出願公開第2010/0148866号明細書(US2010/0148866A1)、米国特許第7,221,102号明細書(US7,221,102B2)、米国特許第5,835,367号明細書(US5,835,367A)、米国特許出願公開第2008/0272875号明細書(US2008/0272875A1)、米国特許出願公開第2013/0038226号明細書(US2013/0038226A1)には、様々な増幅器装置が示されている。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】米国特許出願公開第2009/0027936号明細書

【特許文献2】米国特許出願公開第2010/0148866号明細書

【特許文献3】米国特許第7,221,102号明細書

30

【特許文献4】米国特許第5,835,367号明細書

【特許文献5】米国特許出願公開第2008/0272875号明細書

【特許文献6】米国特許出願公開第2013/0038226号明細書

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

本発明の課題は、連続動作であってもファンを用いることなく機能する高周波増幅器装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0005】

40

本発明によればこの課題は、プラズマ励起用に2MHz以上の周波数において1kW以上の出力電力を発生させるために適した、以下のような高周波増幅器装置によって解決される。すなわちこの高周波増幅器装置は、

a. 2つのトランジスタを含み、そのソース端子もしくはエミッタ端子はそれぞれアース接続点と接続されており、これらのトランジスタは同じ形態で形成されていて、多層配線板に配置されており、

b. 電力トランスを含み、その1次巻線はトランジスタのドレイン端子もしくはコレクタ端子と接続されており、

c. 電力トランスの1次巻線および2次巻線はそれぞれプレーナ型の導体路として構成されており、この導体路は多層配線板のそれぞれ異なる上層に配置されている。

50

【 0 0 0 6 】

この場合、トランジスタとして、2つのバイポーラトランジスタもしくは2つのLDMOSトランジスタが設けられている。これらのトランジスタは、プッシュプル動作のために特に適している。

【 0 0 0 7 】

ここで「多層配線板の上層」とは、配線板の最下層ではない層のことである。さらにこの場合、1次巻線および2次巻線のプレーナ型の導体路は、好ましくは配線板材料中に埋め込まれており、それぞれ異なる平面に位置しており、つまりこれらの導体路は互いに隔てられており、各導体路間に配線板材料が配置されている。かかる配置によって、良好な放熱が可能となる。さらに、かかる配置によって以下のことが可能となる。すなわち理想的なプッシュプル動作中、「差動モード」信号のために、基本波つまり高周波増幅器装置から発生する高周波信号が、所定の基本周波数（これは高周波増幅器装置の動作周波数である）で励起され、奇数高調波がもっぱら逆相中に、さらに偶数高調波がもっぱら同相中に励起される。1次巻線と2次巻線の巻回比を選定することにより、基本周波数において両方のトランジスタ各々について、増幅器装置の所望の特性に応じてインピーダンスを与えることができる。高周波増幅器装置を励起する際にトランジスタの非線形性に起因して発生する可能性のある奇数および偶数の高調波周波数成分を、基本波のインピーダンスに関してより高い反射性の終端によって終端させることができ、それによりこれらの周波数においてより僅かなエネルギーしか変換されず、効率が高められる。高調波の周波数に対しより高い反射性の終端とは、基本波の場合よりも高い反射係数を有する終端のことである。より高い反射性の終端をたとえば、相応の高調波周波数に対する短絡状態または無負荷状態とすることができる。このことを、相応の高調波周波数に合わせてチューニングされた付加的なフィルタによって行うことができる。トランジスタにおける電流波形と電圧波形とが成形されて最小のオーバーラップが得られるように、反射係数の位相を選定することができる。このようにすれば、トランジスタのところで発生する電力損失が低減される。

10

20

【 0 0 0 8 】

1次巻線と2次巻線とを、垂直方向で相互に結合することができる。間隔およびその間に位置する材料によって、結合に作用を及ぼすことができる。

【 0 0 0 9 】

この場合、1次巻線を2次巻線の下に配置することができる。

30

【 0 0 1 0 】

トランジスタを1つの共通のケーシング内に配置することができる。特に、それらのトランジスタが1つのモジュール（パッケージ）内に配置されているように、構成することができる。これによって、コンパクトな構造が得られ、製造コストが低減されるようになる。

【 0 0 1 1 】

1次巻線と2次巻線との垂直方向間隔を、1次巻線または2次巻線を形成している導体路の幅の半分よりも小さくすることができる。これによって、磁気結合が高まること（間隔が小さくなること）と容量結合が小さくなること（間隔が大きくなること）との間で、妥協点が得られるようになる。

40

【 0 0 1 2 】

多層配線板の最下層を金属層として形成することができ、この金属層は基準アースとして用いられる。冷却板への良好な熱伝達を形成するために、この金属層を用いることもできる。よって、配線板が金属製冷却板上に配置されているように構成することができる。

【 0 0 1 3 】

電力トランスの1次巻線および2次巻線から配線板の最下層までの垂直方向間隔を、1次巻線から2次巻線までの間隔よりも大きくすることができる。これによって以下のことを保証することができる。すなわち、各巻線が配置されている各層からアースまでの単位長さあたりの容量、ならびに各巻線が配置されている各層間の容量結合が、望ましい整合

50

特性すなわち理想的な変換のために十分に小さいものとなる一方、１次巻線および２次巻線における損失を冷却板へ向かう方向で放熱できるようにするために、冷却板に対する熱抵抗も十分に小さいものとなる。

【００１４】

１次巻線と２次巻線の水平面寸法を、配線板の水平面縦方向および水平面横方向において、それぞれ $\lambda/30$ よりも小さくすることができる。ただし λ は、高周波増幅器装置が発生する高周波信号の波長である。

【００１５】

それぞれ１つのキャパシタンス特にコンデンサを、電力トランスの１次巻線および２次巻線に対し並列に接続することができる。たとえば集中型コンデンサとして形成されたこれらのキャパシタンスは、１次巻線または２次巻線の個々の自己インダクタンスと合わさって基本周波数において、特に並列共振付近で、高いインピーダンスを成すことができる。電力トランスの１次側においてこのキャパシタンスを部分的に、トランジスタの出力キャパシタンスによって形成することができる。さらに１次側の並列キャパシタンスを、トランジスタペアの双方のドレインもしくはコレクタ間の逆相キャパシタンスと、それぞれ双方のドレインもしくはコレクタからアースの方向へ向かう同相キャパシタンスの組み合わせから合成することもできる。

10

【００１６】

１次側が双方のトランジスタについて同じ負荷を示すように、１次巻線を対称に形成することができる。これにより基本波インピーダンスと比べて高インピーダンスの終端が発生し、その結果、同相励起において第２高調波に対し高インピーダンスで負荷が加えられるようになる。

20

【００１７】

電力トランスの１次巻線と２次巻線のための巻回数を、望ましいインピーダンス変換が生じるように選定することができる。特に巻回数比を１：２とすることができ、好ましくは、１次巻線は１ターンを有し、２次巻線は２ターンを有することができる。

【００１８】

電力トランスの１次巻線は、トランジスタのＤＣ給電のために中点タップを有することができる。

【００１９】

この中点タップに、インダクタンスおよび／またはコンデンサを含む回路網を接続することができる。これにより偶数高調波を終端させることができる。この回路網と中点タップにおける１次巻線の半分とから成る直列接続体を、基本周波数の２倍の周波数に対し高インピーダンスで設計するのが望ましい。

30

【００２０】

各トランジスタのドレインもしくはコレクタを、インダクタンスとコンデンサとを含む直列接続体を介して接続することができる。コンデンサを集中型コンデンサとしてもよいし、分散型コンデンサとしてもよい。インダクタンスとコンデンサとから成る直列接続体の仕様を、第３高調波において低インピーダンスの終端が達成されるように選定することができる。このようにすれば定量的には、基本波インピーダンスと比べて低インピーダンスの終端を実現することができる。

40

【００２１】

直列接続体のインダクタンスを、プレーナ型のインダクタンスとして配線板の上層に形成することができる。配線板の最下層はここでもアース層として用いられ、冷却板へ向かう方向で電力損失に関して低インピーダンスの熱経路を成す。

【００２２】

トランジスタの駆動制御のために、信号トランスを設けることができる。この信号トランスの２次巻線の第１の端部は、一方のトランジスタのゲート端子もしくはベース端子と接続されており、第２の端部は、他方のトランジスタのゲート端子もしくはベース端子と接続されている。

50

【 0 0 2 3 】

第 4 高調波よりも高い高調波は、高周波増幅器装置の性能にごく僅かな作用しか及ぼさない。オプションとしてそれらのトランジスタを、ドレインもしくはコレクタのところへ直接、アースへ向かう方向でそれぞれ 1 つのコンデンサを介して低インピーダンスで接続することができる。このようにすれば、著しく高い高調波による寄生的な共振の励起を阻止することができ、安定度を格段に向上させることができる。

【 0 0 2 4 】

本発明による高周波励起装置は、ほぼ正弦半波状の電圧推移とほぼ矩形波状の電流推移を発生させるのに適している。これは逆 F 級動作に相当し、または、基本波インピーダンスおよび対応する高調波の選定によっては、逆 F 級連続性 (Klasse F-Invers-Kontinuum) から成るケースに相当する。

10

【 0 0 2 5 】

本発明の本質を成す細部について示す図面を参照した本発明の実施例に関する以下の詳細な説明および特許請求の範囲から、本発明のその他の特徴および利点を読み取ることができる。それらの図面に示されている特徴は、必ずしも縮尺どおりではないことを理解されたい。また、それらの特徴は、本発明による特別な点をはっきりと見るように描かれている。さらに様々な特徴をそれ自体単独で実現してもよいし、または本発明の変形実施形態において複数の特徴を任意に組み合わせてもよい。

【 0 0 2 6 】

概略的に示された図面には、様々な使用状況における本発明の実施例が示されており、次にそれらの実施例について詳しく説明する。

20

【図面の簡単な説明】

【 0 0 2 7 】

【図 1】本発明による高周波増幅器装置を示す回路図である。

【図 2】プレーナ型の電力トランスを示す斜視図である。

【図 3】高周波増幅器装置の配線板を示す断面図である。

【図 4】高周波増幅器装置のトランジスタにおいて生じる電流および電圧の推移を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 2 8 】

30

図 1 には、高周波増幅器装置 1 の第 1 の実施形態が示されている。高周波増幅器装置 1 は配線板 2 を含み、この配線板 2 にモジュール 3 が配置されている。配線板 2 を多層配線板とすることができる。モジュール 3 は、LDMOS トランジスタとして形成された 2 つのトランジスタ S1, S2 を有しており、これらのトランジスタは同じ形態で形成されていて、それらのソース端子がそれぞれアース接続点 5 と接続されている。モジュール 3 を 1 つの基板上に配置することができる。さらにこのモジュール 3 をケーシング内に配置することができる。モジュール 3 のケーシングを、配線板 2 における貫通開口部内に配置することができる。モジュール 3 の接続端子を、配線板 2 上で接触接続させることができる。

【 0 0 2 9 】

40

トランジスタ S1, S2 のドレイン端子はそれぞれ、出力回路網の一部である電力トランス 7 の 1 次巻線 6 の一方の端部と接続されている。電力トランス 7 の 2 次巻線 4 の一方の端部はアース 8 と接続されており、他方の端部は高周波出力端 9 と接続されている。

【 0 0 3 0 】

トランジスタ S1, S2 のソース端子は、それぞれコンデンサ 32, 33 を介してアースと接続されている。この接続は、トランジスタ S1, S2 のヒートスプレッド内へのスルーホールを介して行われる。

【 0 0 3 1 】

高周波増幅器装置 1 はさらに信号トランス 10 を有しており、この信号トランス 10 は、たとえば整合回路網 18 を介して高周波入力端 12 と接続された 1 次巻線 11 を有して

50

いる。信号トランス 10 の 2 次巻線 13 の一方の端部は、抵抗性素子 14 特に 1 つの抵抗を介して、トランジスタ S1 のゲート端子 15 と接続されている。2 次巻線 13 の他方の端部は、抵抗性素子 16 特に 1 つの抵抗を介して、トランジスタ S2 のゲート端子 17 と接続されている。したがって抵抗性素子 14, 16 および 2 次巻線 13 は、直列に接続されている。信号トランス 10 も、電力トランス 7 と同様に配線板 2 上に配置することができる。

【0032】

配線板 2 は、面全体にわたり冷却板 25 上に載置されており、この冷却板 25 はアース 26 とも接続可能である。モジュール 3 を、冷却のために銅板上に取り付けることができる。この銅板は、モジュール 3 から冷却板 25 へ、熱を伝達する特に熱を拡散する役割を果たすことができる。さらにこの銅板を、配線板 2 においてモジュール 3 と同じ貫通開口部内に配置することができる。銅板の面を、冷却板 25 に向いた側のモジュール 3 の面よりも広くすることができる。貫通開口部を段状に形成して、銅板とモジュール 3 の面に整合させることができる。

【0033】

図 1 にはさらに、電力トランス 7 の 1 次巻線 6 と並列にキャパシタンス 35 が設けられていることが示されている。さらに電力トランス 7 の 2 次巻線 4 に並列に、キャパシタンス 36 も設けられている。

【0034】

電力トランス 7 の 1 次巻線 6 は中点タップ 37 を有しており、これはトランジスタ S1, S2 の DC 給電のために用いられる。中点タップ 37 には、インダクタンスおよび / またはコンデンサを含むことができる回路網 38 が接続されている。特にこの場合、1 つのコンデンサと 1 つのインダクタンスとから成る直列接続体を設けることができる。別の選択肢として、アースに対し接続されたキャパシタンスと直列インダクタンスを設けてもよい。

【0035】

トランジスタ S1, S2 のドレインもしくはコレクタは、インダクタンス 41 とコンデンサ 42 とを含む直列接続体 40 を介して接続されている。この直列接続体 40 は、第 3 高調波の低インピーダンスの終端の役割を果たす。

【0036】

さらにオプションとして整合回路網 43 を設けることができ、この整合回路網 43 は 2 つのコンデンサ 44, 45 を有しており、これらのコンデンサの接続点はアースと接続されている。このようにすることで、電力トランス 7 の 1 次巻線 6 をチューニングすることができる。

【0037】

図 2 には電力トランス 7 が示されている。この場合、1 次巻線 6 が 2 次巻線 4 の下に配置されている。これによれば 1 次巻線 6 は 1 ターンを有するのに対し、2 次巻線 4 は 2 ターンを有する。1 次巻線 6 および 2 次巻線 4 は、ほぼ等しい面積を占めている。この場合、x 方向および y 方向すなわち配線板 2 の縦方向および横方向での寸法は、それぞれ $\lambda/30$ よりも小さく、ただし λ は発生させるべき高周波信号の波長である。同様にこの図からわかるように、1 次巻線 6 は中点タップ 37 を有している（図 2 からは明確には認識できないかもしれないが、この中点タップ 37 は 2 次巻線 4 とは接続されていない）。

【0038】

1 次巻線 6 も 2 次巻線 4 も、配線板の上層に配置されている。特にこれらの巻線は、配線板の下層 50 よりも上に配置されている。図 2 にさらに示されているように、1 次巻線 6 および 2 次巻線 4 はそれぞれ導体路から形成されている。さらに図 2 にはプレーナ型のインダクタンス 41 が示されており、これも同様に配線板 2 の 1 つの層に配置されており、ただし層 50 よりも上に位置している。

【0039】

図 3 には、配線板 2 の断面が示されている。配線板 2 の上側には、個別部品を接続する

10

20

30

40

50

ための接続パッド60が設けられている。相応の接続パッドを層62上に設けてもよい。配線板2の最下層50は、面全体にわたり金属で形成されている。この層はアース板を成しており、広い面積で冷却板25と接続されている。配線板の上層61, 62には、1次巻線6および2次巻線4が配置されている。この場合、1次巻線6と2次巻線4との間隔bは好ましくは、1次巻線6または2次巻線4の導体路の幅cの半分よりも小さい。1次巻線6から層50までの間隔dは、同様に2次巻線4から層50までの間隔eも、それぞれ間隔bより大きい。層63には接続導体を設けることができ、さらにプレーナ型のインダクタンス41を設けることもできる。

【0040】

図4には、ほぼ正弦半波状の電圧推移100と、実質的に矩形波状の電流推移101とが示されている。このような電圧推移100もしくは電流推移101がトランジスタS1, S2のところに発生するのは、高周波増幅器装置1が適正にチューニングされている場合である。この図からわかるように、電圧推移100と電流推移101はごく僅かにしかオーバーラップしておらず、その結果、トランジスタS1, S2においてごく僅かな熱出力しか発生しない。

10

【図1】

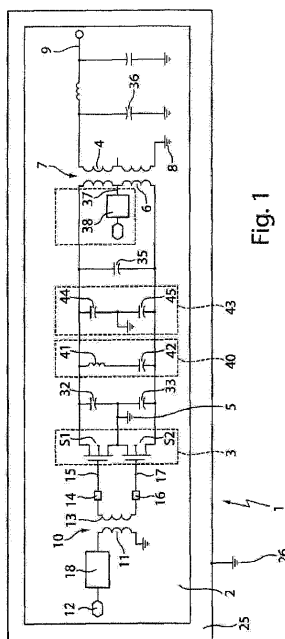


Fig. 1

【図2】

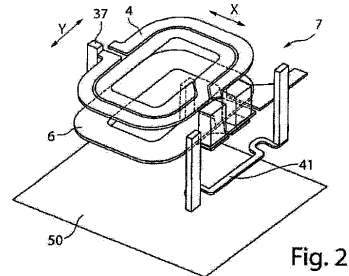


Fig. 2

【図3】

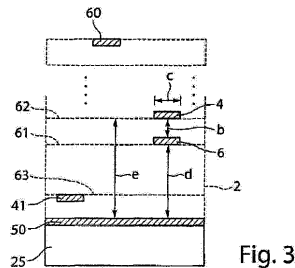


Fig. 3

【 図 4 】

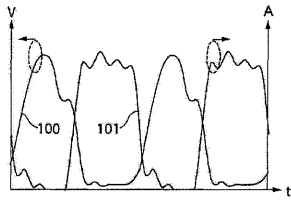


Fig. 4

フロントページの続き

- (74)代理人 100098501
弁理士 森田 拓
- (74)代理人 100116403
弁理士 前川 純一
- (74)代理人 100135633
弁理士 二宮 浩康
- (74)代理人 100162880
弁理士 上島 類
- (72)発明者 アンドレ グレーデ
スイス国 ベルン フライエックヴェーク 8
- (72)発明者 アレクサンダー アルト
イギリス国 カーディフ メインディ ノース ロード タリーボント コート 2.2 ケイ
14
- (72)発明者 ダニエル グルーナー
ドイツ連邦共和国 ミュルハイム ツィーンケナー シュトラッセ 3
- (72)発明者 アントン ラバン
ドイツ連邦共和国 エーレンキルヒェン インネレス イムレト 7

審査官 竹内 亨

- (56)参考文献 特表2013-524626(JP, A)
特開2003-069351(JP, A)
国際公開第2009/037995(WO, A1)
特開平10-209642(JP, A)
国際公開第2005/032226(WO, A1)
米国特許出願公開第2011/0237206(US, A1)
特開2013-090166(JP, A)
特開2005-039799(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H03F 1/00-3/72