

(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2009-142088

(P2009-142088A)

(43) 公開日 平成21年6月25日(2009.6.25)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO2M 3/28 (2006.01)	HO2M 3/28 Y	5H730
	HO2M 3/28 Q	

審査請求 未請求 請求項の数 11 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2007-316530 (P2007-316530)
 (22) 出願日 平成19年12月7日 (2007.12.7)

(71) 出願人 000005108
 株式会社日立製作所
 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号
 (71) 出願人 000153535
 株式会社日立メディアエレクトロニクス
 岩手県奥州市水沢区真城字北野1番地
 (74) 代理人 100100310
 弁理士 井上 学
 (74) 代理人 100098660
 弁理士 戸田 裕二
 (72) 発明者 菅原 義彦
 岩手県奥州市水沢区真城字北野1番地 株式会社日立メディアエレクトロニクス内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 表示装置用DC-DCコンバータ

(57) 【要約】

【課題】 内部に漏れインダクタンスを備える絶縁トランスを用いることなく、信頼性を確保しつつ、基板面積を大きくしないで、部品高さ10mm以下を実現可能なDC-DCコンバータを提供する。

【解決手段】 表示装置に駆動電力を供給するDC-DCコンバータであって、複数の絶縁トランスと共振コンデンサと、共振コイルを有し、前記複数の絶縁トランスの1次側巻線と前記共振コンデンサと前記共振コイルが直列に接続されて電流共振回路を構成するとともに、前記複数の絶縁トランスの2次側が並列接続される構成とする。

【選択図】 図1

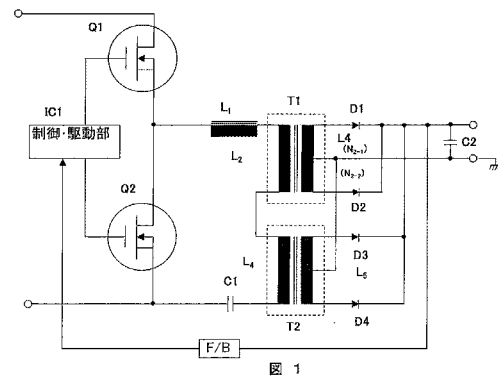


図 1

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

表示装置に駆動電力を供給する DC - DC コンバータであって、
複数の絶縁トランスと、
共振コンデンサと、
共振コイルとを有し、

前記複数の絶縁トランスの 1 次側巻線と前記共振コンデンサと前記共振コイルが直列に接続されて電流共振回路を構成し、前記複数の絶縁トランスの 2 次側が並列接続されることを特徴とする DC - DC コンバータ。

【請求項 2】

請求項 1 記載の DC - DC コンバータにおいて、前記絶縁トランスは、その 1 次コイルと 2 次コイルを磁心同軸上に重ねて巻き回した形態であるとともに、前記絶縁トランスの 1 次コイルと 2 次コイル間の結合係数は 0.9 以上であることを特徴とする DC - DC コンバータ。

【請求項 3】

請求項 1 の DC - DC コンバータにおいて、前記絶縁トランスは、その 2 次コイルと逆極性の同一巻数の 2 次コイルをパイファイラーに巻き回した形態であるとともに、前記絶縁トランスの 2 次コイル間の結合係数は 0.98 以上であることを特徴とする DC - DC コンバータ。

【請求項 4】

請求項 1 の DC - DC コンバータにおいて、前記絶縁トランスは、その 1 次コイルと 2 次コイルを磁心と同軸上に配置したボビンの 1 方向に巻き回し、途中で折り返りの無いことを特徴とする DC - DC コンバータ。

【請求項 5】

請求項 1 の DC - DC コンバータにおいて、前記絶縁トランスは、そのコイルのうち少なくとも 1 次側は 3 層絶縁線を用いて巻き回されることを特徴とする DC - DC コンバータ。

【請求項 6】

請求項 1 の DC - DC コンバータにおいて、前記絶縁トランスは、その外形寸法のうち高さを 5 mm 以上 10 mm 以下であるとともに、縦寸法を 20 mm 以上 50 mm 以下とし、横寸法を 30 mm 以上 70 mm 以下とすること特徴とする DC - DC コンバータ。

【請求項 7】

請求項 1 の DC - DC コンバータにおいて、前記絶縁トランスは、その出力電力が 1 個あたり 50 W ~ 80 W とすることを特徴とする DC - DC コンバータ。

【請求項 8】

請求項 1 の DC - DC コンバータにおいて、前記絶縁トランスの縦寸法が横寸法よりも短く、縦の辺に 1 次側端子と 2 次側端子の対を有するとともに端子間に絶縁と実装時の位置決めを兼ねた突起を有することを特徴とする DC - DC コンバータ。

【請求項 9】

請求項 1 の DC - DC コンバータにおいて、絶縁トランスの縦寸法が横寸法よりも短く、縦の辺に 1 次側端子と 2 次側コの字端子の対を有するとともに、絶縁トランスの基板への面実装が可能であることを特徴とする DC - DC コンバータ。

【請求項 10】

請求項 1 の DC - DC コンバータにおいて、前記共振トランスは、その外形寸法のうち高さが 5 mm 以上 10 mm 以下であり、前記絶縁トランスの高さと略同一であることを特徴とする DC - DC コンバータ。

【請求項 11】

請求項 1 の DC - DC コンバータにおいて、前記共振トランスは、前記複数の絶縁トランスのうちいずれかに隣接して配置されることを特徴とする DC - DC コンバータ。

【発明の詳細な説明】

10

20

30

40

50

【技術分野】

【0001】

本発明は、表示装置用DC-DCコンバータに係り、更に詳しくは、DC-DCコンバータの薄型化技術に関する。

【背景技術】

【0002】

本発明に関連する技術として、例えば、下記特許文献1及び2がある。

【0003】

図2は従来の液晶ディスプレイDC-DCコンバータ回路に於いて、絶縁トランスT3の内部の漏れインダクタンスと1次側直列共振コンデンサC3の容量とによる直列電流共振回路を構成し、電力変換効率を向上させている1例を示したものである。

10

【0004】

同図に於いて、Q1～Q2はスイッチング素子、IC1は制御・駆動集積回路、T3は絶縁トランス、D1～D2は2次側整流用ダイオード、C3は電流共振コンデンサ、C2は2次側平滑用コンデンサである。絶縁トランスT3の内部の漏れインダクタンスと1次側直列共振コンデンサC3の容量とにより直列電流共振回路を構成し、電力変換効率を向上させている。

【0005】

絶縁トランスは1次コイルと2次コイルを疎結合に巻回し、結合係数 $k = 0.7$ 程度以下を設定し、スイッチング周波数可変範囲を縮小しワイドレンジ対応の構成実現している。

20

【0006】

【特許文献1】特開2006-50689号公報

【特許文献2】特開2006-149016号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

最近のTVは液晶及びプラズマとも薄型化の傾向にあり、それに伴い、高効率を保ちつつDC-DCコンバータ回路基板面積を大きくしないで、部品高さを低くする必要がある。

30

【0008】

図2の、内部の漏れインダクタンスを利用する1個の絶縁トランスにおいて、基板面積を大きくしないで絶縁トランス高さを低くした場合、絶縁トランス磁心の鉄損の増加と、トランスコイルの銅損の増加により絶縁トランスのコイル温度及び磁心温度が上昇し絶縁トランスの信頼性確保が難しくなる。

【0009】

本発明は、上記の点に鑑みなされたものであり、その目的とするところは、内部に漏れインダクタンスを備える絶縁トランスを用いることなく、信頼性を確保しつつ、基板面積を大きくしないで、低背化を実現可能なDC-DCコンバータを提供することにある。

【課題を解決するための手段】

40

【0010】

上記目的は、例えば、特許請求の範囲に記載の発明により達成される。本願において開示される発明のうち代表的なものの概要を簡単に説明すれば次のとおりである。

【0011】

本発明に従うコンバータは、表示装置に駆動電力を供給するDC-DCコンバータであって、複数の絶縁トランスと、共振コンデンサと、共振コイルとを有する。前記複数の絶縁トランスの1次側巻線と前記共振コンデンサと前記共振コイルが直列に接続されて電流共振回路を構成し、前記複数の絶縁トランスの2次側が並列接続されるように構成する。

【発明の効果】

【0012】

50

本発明によれば、内部に漏れインダクタンスを備える絶縁トランスを用いることなく、信頼性を確保しつつ、基板面積を大きくしないで、低背化可能なDC-DCコンバータを供給することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0013】

本発明に従うDC-DCコンバータは、表示装置に駆動電力を供給するDC-DCコンバータであって、複数の絶縁トランスと共振コンデンサと、共振コイルを有し、前記複数の絶縁トランスの1次側巻線と前記共振コンデンサと前記共振コイルが直列に接続されて電流共振回路を構成するとともに、前記複数の絶縁トランスの2次側が並列接続される。

【0014】

以下、本発明に従うDC-DCコンバータの実施の形態を図面に基づいて説明する。

図1は、一実施の形態に係るDC-DCコンバータの回路図である。

【0015】

同図1に於いて、Q1~Q2はスイッチング素子、IC1は制御・駆動集積回路、T1及びT2は絶縁トランス、D1~D4は2次側整流用ダイオード、C1は電流共振コンデンサ、C2は2次側平滑用コンデンサである。絶縁トランスT1及びT2と共振コンデンサC1と共振コイルL1が直列に接続され、電流共振回路を構成している。

【0016】

絶縁トランスは2個であらわしているが、2ヶ以上の複数の絶縁トランスでも実現可能である。複数の絶縁トランスT1、T2の2次側は並列接続されている。

【0017】

ハイサイドのスイッチング素子Q1とローサイドのスイッチング素子Q2は制御・駆動部IC1により制御され、ターンオンとターンオフを交互に繰返し、デューティ比は50%、50%となっている。2次側コイルは中間でグランド接地し、1次側コイルの正・逆極性の両方のパルスを送達可能な構成とし変換効率を向上している。

【0018】

スイッチング素子Q1及びスイッチング素子Q2がターンオン時及びターンオフ時には素子の電流は瞬間に0にはならないため熱的損失が発生し、コンバータとしての効率が低下する。

【0019】

この改善のために、絶縁トランスT1及びT2の1次側に共振コイルL1と共振コンデンサC2直列に接続し、電流共振回路を構成し、絶縁トランスの1次側に流れる電流波形を正弦波にすることにより、ターンオン時及びターンオフ時の熱的損失を低減し、コンバータとしての効率の向上している。

【0020】

更に、制御・駆動IC1の制御により、ハイサイドスイッチング素子Q1がターンオンした時点で絶縁トランスT1の1次電流の位相がマイナスで、少し遅れてプラスに転じ、ハイサイドスイッチング素子Q1がターンオフする時点で1次電流が立ち下がってきているいわゆる、電圧が零になったことを検出してスイッチングする(ZVS)ことにより、更に熱的損失を低減しコンバータとしての効率の向上をしている。

【0021】

図3は、図2に於ける絶縁トランスの漏れインダクタンスを等価的に表した図である。

【0022】

絶縁トランスの1次側コイルのインダクタンスを L_6 、2次側インダクタンスを L_7 とし1次側から見た漏れインダクタンスを L_{11} とし、2次側から見た漏れインダクタンスを L_{12} とすると、1次側から見た漏れインダクタンスとし、1次側コイルと2次側コイルの結合係数を k とした場合、それぞれの関係は次式(1)~(3)で表される。

【0023】

$$k = 1 - (L_{11} / L_6) \quad \dots \text{式(1)}$$

10

20

30

40

50

$$L_{11} = L_8 (1 - k) \quad \dots \text{式 (2)}$$

$$L_{12} = L_9 (1 - k) \quad \dots \text{式 (3)}$$

但し、 $(-1 \leq k \leq 1)$

又、1次側コイルの巻数を N_1 、2次側コイルの巻数を N_2 とすると1次側漏れインダクタンス L_{11} は次式(4)で表される。

【0024】

$$L_{11} = L_{12} (N_1 / N_2)^2 \quad \dots \text{式 (4)}$$

【0025】

結合係数 k は両コイルの幾何学的位置関係に大きく依存する量である。

内部の漏れインダクタンスは幾何学的位置関係による構造で定まるため、調整範囲が狭い。 10

絶縁トランスを複数個に直列に接続する場合、1次コイル巻数が接続トランスの個数の逆数に比例するので、漏れインダクタンスが小さくなるため、より調整範囲が狭くなる。

このため、複数個の直列接続の場合は、絶縁トランスの外に共振コイルを設け、自由に調整可能とする構成とする。

【0026】

複数個の直列接続の場合の外付けの共振コイルのインダクタンス L_{11} と1次インダクタンスの比は $1 : 5 \sim 1 : 12$ の範囲で調整する。

【0027】

絶縁トランスの複数個 (n) 直列接続の場合、1次側コイルのピーク電圧が $1/n$ に低減されるため絶縁トランスからの、輻射ノイズが $(1/n)^2$ に低減される構成となっている。 20

【0028】

図7において、絶縁トランスの1次側コイルの自己インダクタンスを L_{10} 、2次側のコイルの自己インダクタンスを L_{11} としそれぞれ有する回路(A)、(B)が相互インダクタンス M で結合された回路の電流をそれぞれ I_1 、 I_2 とする回路(A)、(B)ではそれぞれ下式の関係が成立つ。

【0029】

$$(R_1 + j\omega L_{10}) I_1 + j\omega M I_2 = E \quad \dots \text{式 (5)}$$

$$j\omega M I_1 + (R_2 + j\omega L_{11}) I_2 = 0 \quad \dots \text{式 (6)}$$

(但し、 ω は角周波数を示す。 $\omega = 2\pi f$)

上式により、回路の電流 I_1 及び I_2 を求めると下式のように表される。

【0030】

【数1】

【数1】

$$I_1 = \frac{(R_2 + j\omega L_{11}) E}{(R_1 + j\omega L_{10})(R_2 + j\omega L_{11}) + \omega^2 M^2} \quad \text{---- 式(7)}$$

40

$$I_2 = \frac{-j\omega M E}{(R_1 + j\omega L_{10})(R_2 + j\omega L_{11}) + \omega^2 M^2} \quad \text{---- 式(8)}$$

$$M = k \sqrt{L_{10} * L_{11}} \quad \text{---- 式(9)}$$

回路(A)の絶縁トランスの結合係数がある場合の損失を $P_{(A)}$ とすると下記式が成立つ。

【0031】

$$P_{(A)} = (I_1 - I_2)^2 * R_1 \quad \dots \text{式 (10)}$$

50

回路 (B) で必要な電力を供給しようとする場合、結合係数が小さくなると、上式 (10) の損失が増加するので、結合係数を 0 . 9 5 以上に上げ損失を少なくし、絶縁トランスのコイル温度を低減する必要がある。

【 0 0 3 2 】

図 5 は、絶縁トランスの内部に漏れインダクタンスを設けるように構成したトランス断面を示した図である。1次コイル N_1 と 2次コイル N_{2-1} , N_{2-2} の間にコイルボビンに溝を設け、コイル間の距離 (G) を離すことにより、漏れインダクタンスを構成している。

【 0 0 3 3 】

図 4 は、絶縁トランスの 1次側コイル N_1 と 2次側コイル N_{2-1} , N_{2-2} を磁心の同心円上に重ねて巻回して、1次側コイルと 2次側コイルの結合度を 0 . 9 5 以上に上げ損失を少なくしたトランスの一例を示した図である。

10

重ねて巻回することにより、絶縁トランスのコイル温度を 8 ~ 1 1 低減することが可能である。

【 0 0 3 4 】

図 6 - b は、絶縁トランスの 2次コイル N_{2-1-2} と逆極性の同一巻数の 2次コイル N_{2-2-2} をコイルボビン 3 にパイファイラーに巻回した一例を示した図である。

両極性のコイルと並列巻分のコイルの 4 本を同時にコイルボビン 1 に巻回することにより、2次側コイルを 1 層で巻回可能とし、絶縁トランス高さを 1 0 m m 以下にすることを可能にしている。

【 0 0 3 5 】

20

又、パイファイラー巻により、2次コイル間の結合度を 0 . 9 8 以上に上げ、コイルによる出力電圧の差を低減し、バランスをとり、リップル電流の低減を図っている。

【 0 0 3 6 】

図 6 - a は、絶縁トランスの 1次コイル N_1 をコイルボビン 1 巻回した一例を示した図である。

1次側コイルに使用する線材は 3 層絶縁線を使用することにより、1次側コイルと 2次側コイル間の絶縁システム強化し、絶縁トランスの高さを 1 0 m m 以下にすることを可能にしている。

【 0 0 3 7 】

図 6 - a , 図 6 - b は、絶縁トランスの 1次コイルと 2次コイルをコイルボビン 1 に 1 方向に巻回し、途中で折り返しの無い一例を示した図である。

30

2次側コイルの中間接続部は基板パターンにより接続し、途中折り返しをコイルボビン上では行わないことにより、絶縁トランス高さ 1 0 m m 以下にすることを可能にしている。

【 0 0 3 8 】

図 8 - a , 図 8 - b は、本発明の絶縁トランスの外形寸法の一例を示した図である。

絶縁トランスの高さ寸法は 1 0 m m 以下 5 m m 以上で、縦寸法は 2 0 m m 以上 5 0 m m 以下、横寸法は 3 0 m m 以上 7 0 m m 以下としている。

【 0 0 3 9 】

絶縁トランスの 1 個あたりの出力電力は 5 0 W ~ 8 0 W とすることにより、トランスの 1 個あたりの発熱を分散し、コイル温度、磁心の温度を 1 0 5 度以下にすることを可能にしている。

40

【 0 0 4 0 】

図 8 は、絶縁トランスのコイルボビンの端子装着部台座 2 に、1次側端子 5 と 2次側端子 4、間に絶縁と実装時の位置決めを兼ねた突起 3 を設け、回路基板面積の大きくしない方法をとっている。

【 0 0 4 1 】

図 8 - a , 図 8 - b は、本発明の共振トランスの外形寸法の一例を示した図である。

絶縁トランスの高さ寸法は 1 0 m m 以下 5 m m 以上で、縦寸法は 2 0 m m 以上 5 0 m m 以下、横寸法は 3 0 m m 以上 7 0 m m 以下としている。

50

【 0 0 4 2 】

図 9 - a , 図 9 - b において、2 次側端子の一方に 2 次側コイルを巻回し、コイルボビン内で接続されている他方の端子は平板形状にして面実装可能な構成としている。

コイルを複数個使用することで、個々の重量を低減し、ピン端子に加わる重量を低減することで、面実装を実現可能にしている。

【 0 0 4 3 】

図 1 0 は、共振トランスを複数の絶縁トランスのうちいずれかに隣接して配置されている一例を示した図である。

絶縁トランスの一つと他方の絶縁トランスを 9 0 ° に配置し、その内側に、絶縁トランスの一方に共振トランスを配置して配置面積を最小にしながら、各トランス間の距離を短くして、大電流によるパターン損失を減らし、スイッチングによるノイズの発振源とならないようにしている。

【 0 0 4 4 】

以上、本発明に従う表示装置用 DC - DC コンバータの実施形態について説明したが、本発明は上記実施形態に限定されず、本発明の要旨を逸脱しない範囲において種々の改良や変形を行うことができる。

【 0 0 4 5 】

上記実施の形態で説明したように、本発明に従う DC-DC コンバータは、複数の絶縁トランスと共振コンデンサと、共振コイルを有し、前述複数の絶縁トランスの 1 次側巻線と前記共振コンデンサと前記共振コイルが直列に接続されて電流共振回路を構成するとともに、前記複数の絶縁トランスの 2 次側が並列接続することにより、内部に漏れインダクタンスを備える絶縁トランスを用いることなく、信頼性が確保され、基板面積を大きくしなくても部品高さを 10mm 以下にすることができる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 4 6 】

【 図 1 】本発明の実施例に係る表示装置に駆動電圧を供給する DC - DC コンバータの回路図である。

【 図 2 】従来の絶縁トランスの漏れインダクタンスを共振に利用した公知の回路図である。

【 図 3 】従来の絶縁トランスの漏れインダクタンスを等価的に表した回路図である。

【 図 4 】絶縁トランス（分かつコンバータトランス（重ね巻方式））の断面の一例を示した図である。

【 図 5 】絶縁トランス（分割巻方式）の断面の一例を示した図である。

【 図 6 - a 】絶縁コンバータトランスの 1 次側を巻回した一例示した図である。

【 図 6 - b 】絶縁コンバータトランスの 2 1 側を巻回した一例示した図である。

【 図 7 】絶縁コンバータトランスの相互インダクタンス有する等価回路図である。

【 図 8 - a 】本発明の実施例の絶縁コンバータトランスの外形図の一例を示した図である。

【 図 8 - b 】図 8 - a の A 方向から見た図の一例を示した図である。

【 図 9 - a 】本発明の実施例の共振トランスの外形図の一例を示した図である。

【 図 9 - b 】図 9 - a の B 方向から見た図の一例を示した図である。

【 図 1 0 】本発明の絶縁トランス及び共振トランスの基板実装の配置の例を示した図である。

【 符号の説明 】

【 0 0 4 7 】

1 : 磁心

2 : コイルボビン

3 : 位置決め用突起

4 : 2 次コイル用端子

5 : 1 次コイル用端子

10

20

30

40

50

6 : 基板	
7 a : 絶縁トランス a	
7 b : 絶縁トランス b	
8 : 共振トランス	
9 : 共振コンデンサ	
10 : 絶縁用層間紙	
Q 1 : スイッチング素子 1	
Q 2 : スイッチング素子 2	
IC 1 : 制御・駆動部 1	
T 1 : 絶縁トランス 1	10
T 2 : 絶縁トランス 2	
T 3 : 絶縁トランス 3	
L ₁ : 共振トランス	
L ₂ : 1次側インダクタンス (ハイサイド)	
L ₃ : 1次側インダクタンス (ロウサイド)	
L ₄ : 2次側インダクタンス (ハイサイド)	
L ₅ : 2次側インダクタンス (ロウサイド)	
L ₆ : 1次側インダクタンス	
L ₇ : 2次側インダクタンス	
L ₈ : 1次側インダクタンス	20
L ₉ : 2次側インダクタンス	
L ₁ : 1次側漏れインダクタンス	
L ₂ : 2次側漏れインダクタンス	
C 1 : 共振コンデンサ	
C 2 : 整流平滑コンデンサ	
D 1 : 整流ダイオード 1	
D 2 : 整流ダイオード 2	
D 3 : 整流ダイオード 3	
D 4 : 整流ダイオード 4	
N ₁ : 1次側巻数	30
N ₂ : 2次側巻数	
N ₂₋₁ : 2次側巻数 (正)	
N ₂₋₂ : 2次側巻数 (逆)	
N ₂₋₁₋₁ : 2次側巻数 (正) 並列巻 1	
N ₂₋₁₋₂ : 2次側巻数 (正) 並列巻 2	
N ₂₋₁₋₁ : 2次側巻数 (逆) 並列巻 1	
N ₂₋₁₋₂ : 2次側巻数 (逆) 並列巻 2	

【 図 1 】

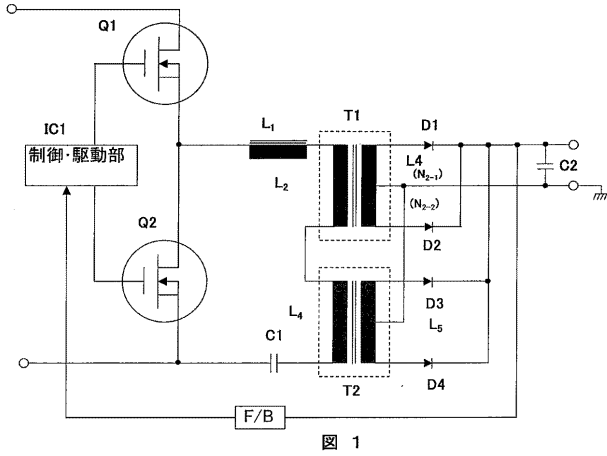


図 1

【 図 2 】

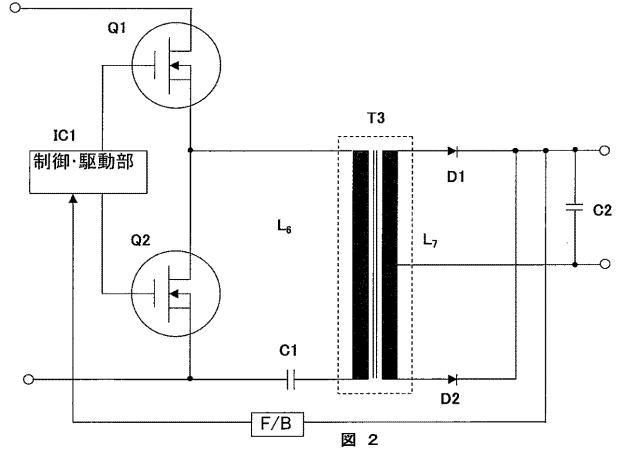


図 2

【 図 3 】

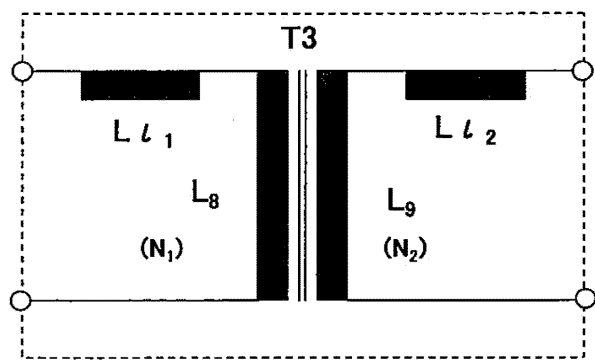


図 3

【 図 5 】

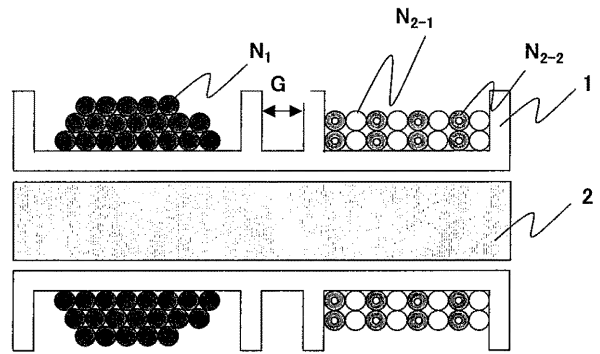


図 5

【 図 4 】

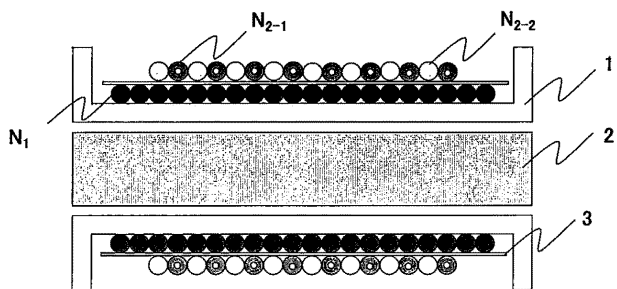


図 4

【 図 6 - a 】

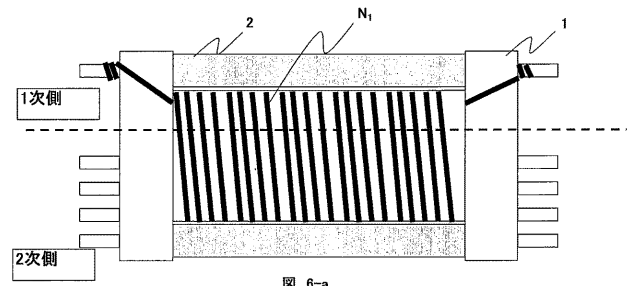
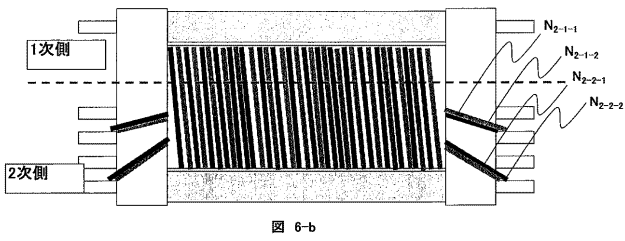
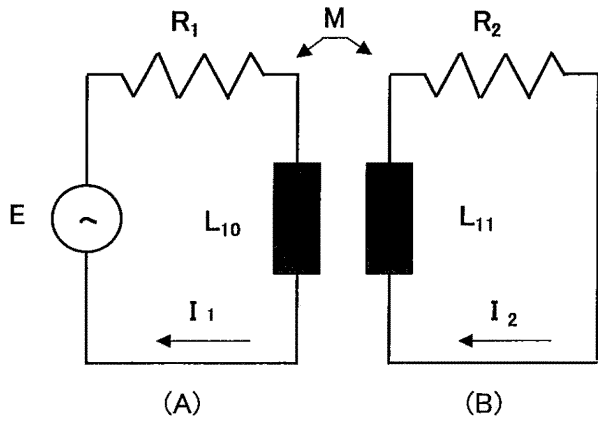


図 6-a

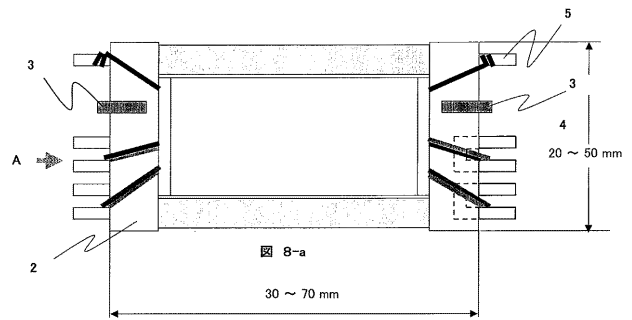
【 図 6 - b 】



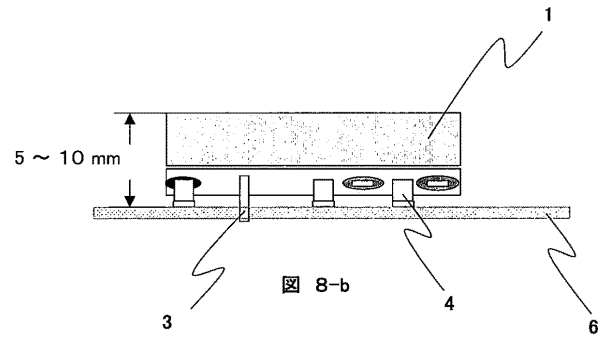
【 図 7 】



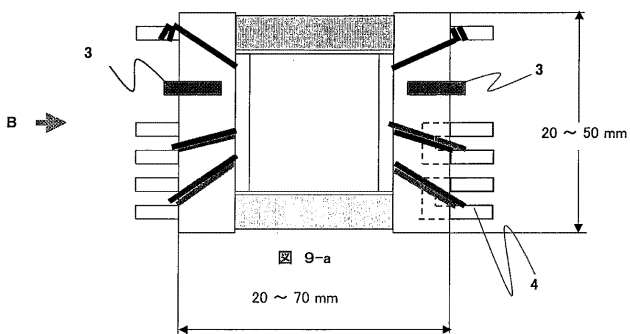
【 図 8 - a 】



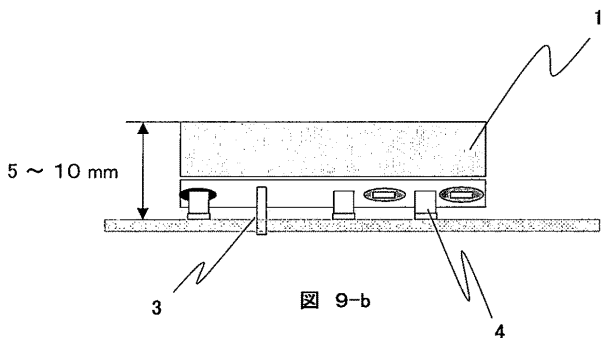
【 図 8 - b 】



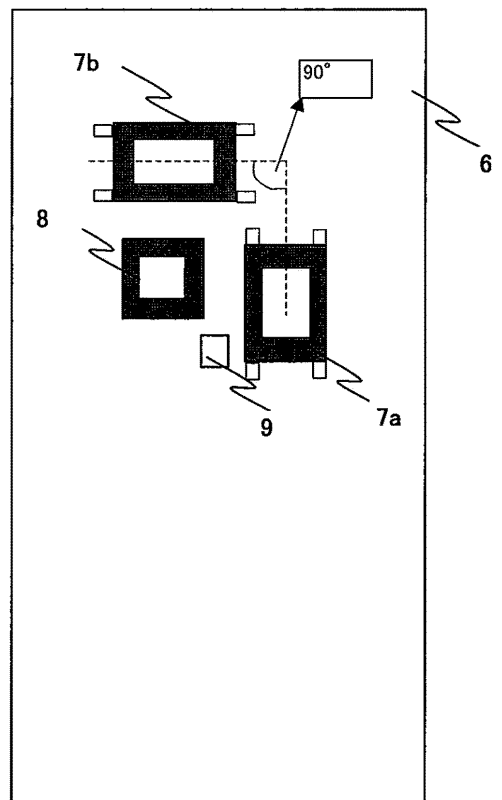
【 図 9 - a 】



【 図 9 - b 】



【 図 10 】



フロントページの続き

- (72)発明者 叶田 玲彦
茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株式会社日立製作所日立研究所内内
- (72)発明者 中村 徹之介
岩手県奥州市水沢区真城字北野1番地 株式会社日立メディアエレクトロニクス内
- (72)発明者 高橋 和徳
岩手県奥州市水沢区真城字北野1番地 株式会社日立メディアエレクトロニクス内
- (72)発明者 佐藤 輝昭
岩手県奥州市水沢区真城字北野1番地 株式会社日立メディアエレクトロニクス内
- (72)発明者 進藤 卓行
岩手県奥州市水沢区真城字北野1番地 株式会社日立メディアエレクトロニクス内
- (72)発明者 矢尾 晋平
岩手県奥州市水沢区真城字北野1番地 株式会社日立メディアエレクトロニクス内
- (72)発明者 桜森 房夫
神奈川県横浜市戸塚区吉田町2-9-2番地 株式会社日立アドバンスデジタル内
- Fターム(参考) 5H730 AA15 AS01 AS19 BB26 BB62 DD04 DD16 EE03 FD03 ZZ15
ZZ16 ZZ17