

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5336580号
(P5336580)

(45) 発行日 平成25年11月6日(2013.11.6)

(24) 登録日 平成25年8月9日(2013.8.9)

| | |
|------------------------|----------------|
| (51) Int.Cl. | F I |
| HO 1 F 17/04 (2006.01) | HO 1 F 17/04 F |
| HO 1 F 27/36 (2006.01) | HO 1 F 17/04 A |
| | HO 1 F 27/36 H |

請求項の数 18 (全 10 頁)

| | | | |
|---------------|-------------------------------|-----------|---------------------|
| (21) 出願番号 | 特願2011-507398 (P2011-507398) | (73) 特許権者 | 510060327 |
| (86) (22) 出願日 | 平成20年5月14日 (2008.5.14) | | ヴィシェイ デール エレクトロニクス |
| (65) 公表番号 | 特表2011-520259 (P2011-520259A) | | インコーポレイテッド |
| (43) 公表日 | 平成23年7月14日 (2011.7.14) | | アメリカ合衆国 ネブラスカ州 6860 |
| (86) 国際出願番号 | PCT/US2008/063572 | | 2 コロンバス 23 ストリート 11 |
| (87) 国際公開番号 | W02009/134275 | | 22 |
| (87) 国際公開日 | 平成21年11月5日 (2009.11.5) | (74) 代理人 | 100081961 |
| 審査請求日 | 平成23年3月2日 (2011.3.2) | | 弁理士 木内 光春 |
| (31) 優先権主張番号 | 12/114,057 | (72) 発明者 | ハンセン トーマス ティー |
| (32) 優先日 | 平成20年5月2日 (2008.5.2) | | アメリカ合衆国 ネブラスカ州 6860 |
| (33) 優先権主張国 | 米国 (US) | | 2 コロンバス 23 ストリート 11 |
| | | | 22 |
| | | 審査官 | 斎藤 真 |
| | | | 最終頁に続く |

(54) 【発明の名称】 結合インダクタとその製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

第1の強磁性体プレートと、
 第2の強磁性体プレートと、
 前記第1の強磁性体プレートと前記第2の強磁性体プレートの上に設けられたフィルム状接着剤と、
 前記第1の強磁性体プレートと前記第2の強磁性体プレートの上に設けられた第1の導体と、
 前記第1の強磁性体プレートと前記第2の強磁性体プレートの上に設けられた第2の導体と、
 前記第1及び第2の強磁性体プレートのいずれか一方と前記第1および第2の導体の間に配置され、結合度を向上しおよび漏れ磁束を低減する、単一の導電性電磁シールドである第1のシールドと、
 を有することを特徴とする、高度に結合された結合インダクタ。

【請求項2】

前記第1の導体と前記第2の導体は間隔を空けて配置され、前記第1の強磁性体プレート及び前記第2の強磁性体プレートによって挟み込まれ、
 前記第1のシールドは、前記第1の導体及び第2の導体の双方と、前記第1及び第2の強磁性体プレートのいずれか一方との間に、前記第1の導体及び第2の導体の間隔に掛け渡されるように配置されることを特徴とする請求項1記載の結合インダクタ。

【請求項 3】

前記第 1 の導体及び第 2 の導体に近接して配置された、漏れ磁束低減用の第 2 のシールドを有することを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の結合インダクタ。

【請求項 4】

前記第 1 のシールドは、前記第 1 の導体および前記第 2 の導体の上方に配置され、前記第 2 のシールドは、前記第 1 の導体および前記第 2 の導体の下方に配置されていることを特徴とする請求項 3 に記載の結合インダクタ。

【請求項 5】

前記第 2 のシールドは、前記第 1 及び第 2 の導体の双方と、前記第 1 及び第 2 の強磁性体プレートの他方との間に、前記第 1 の導体及び第 2 の導体の間隔に掛け渡されるように配置されることを特徴とする請求項 3 又は 4 記載の結合コンダクタ。

10

【請求項 6】

前記第 1 の導体は、前記第 2 の導体と並列に配置されていることを特徴とする請求項 1 ~ 5 のいずれか一項に記載の結合インダクタ。

【請求項 7】

前記第 1 の強磁性体プレートは、4 つの強磁性体ポストを備え、前記第 1 の導体は、前記強磁性体ポスト中の第 1 の強磁性体ポストと、第 2、第 3、第 4 の強磁性体ポストとの間に配置されていることを特徴とする請求項 1 ~ 5 のいずれか一項に記載の結合インダクタ。

20

【請求項 8】

前記第 2 の導体は、前記第 2 の強磁性体ポストと、前記第 1、第 3、第 4 の強磁性体ポストとの間に配置されていることを特徴とする請求項 7 に記載の結合インダクタ。

【請求項 9】

前記第 3 の強磁性体ポストと、前記第 1、第 2、第 4 の強磁性体ポストとの間に配置された第 3 の導体を有することを特徴とする請求項 7 又は 8 に記載の結合インダクタ。

【請求項 10】

前記第 4 の強磁性体ポストと、前記第 1、第 2、第 3 の強磁性体ポストとの間に配置された第 4 の導体を有することを特徴とする請求項 7 ~ 9 のいずれか一項に記載の結合インダクタ。

30

【請求項 11】

前記強磁性体ポスト中の少なくとも 2 つの強磁性体ポストの間に配置されて、漏れ磁束の防止を促進する、導電性シート状の第 3 の導電性電磁シールドを有することを特徴とする請求項 7 ~ 10 のいずれか一項に記載の結合インダクタ。

【請求項 12】

各導体は L 字形であることを特徴とする請求項 7 ~ 11 のいずれか一項に記載の結合インダクタ。

【請求項 13】

各導体の端部は、前記第 2 の強磁性体プレートの周囲に折り曲げられて、接続用の端子を形成していることを特徴とする請求項 7 ~ 12 のいずれか一項に記載の結合インダクタ。

40

【請求項 14】

複数のポストを持つ第 1 の強磁性体プレートと、第 2 の強磁性体プレートと、複数の導体を有し、前記複数の導体の各々は、前記第 1 の強磁性体プレートの前記複数のポストの 2 つ以上間に配置され、前記複数の導体の各々は、前記第 1 の強磁性体プレートと前記第 2 の強磁性体プレート

50

の間に配置され、

前記複数のポスト中の少なくとも2つのポストの間に、結合度向上および漏れ磁束低減用の導電性電磁シールドが配置されていることを特徴とする、結合度を向上した多相結合インダクタ。

【請求項15】

前記導電性電磁シールドは、前記複数のポスト中の少なくとも2つと、前記複数の導体の少なくとも2つの隣接する導体の間に配置されていることを特徴とする請求項14記載の多相結合インダクタ。

【請求項16】

前記複数のポストは、 2×2 配列で構成されていることを特徴とする請求項14又は15に記載の多相結合インダクタ。

10

【請求項17】

第1の強磁性体プレートと第2の強磁性体プレートを用意する工程と、前記第1の強磁性体プレートと前記第2の強磁性体プレートの間に複数の導体を配置する工程と、前記第1の強磁性体プレートと前記第2の強磁性体プレートを、フィルム状接着剤を用いて接続する工程と、前記第1の強磁性体プレートまたは前記第2の強磁性体プレートの一方と、前記複数の導体との間に、結合度向上および漏れ磁束低減用の単一の導電性電磁シールドを配置することを特徴とする、高度に結合された結合インダクタの製造方法。

20

【請求項18】

前記第1の強磁性体プレートは、複数のポストを備え、前記複数の導体の各々が、前記複数のポストの少なくとも2つのポストの間に配置されることを特徴とする請求項17に記載の結合インダクタの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、インダクタに関するものであり、特に、高度に結合された結合インダクタに関する。

30

【背景技術】

【0002】

結合インダクタは、数十年の間存在してきたが、回路基盤用としてはほとんど使用されていない。この状況は、より高出力のコンピュータマイクロプロセッサが小型基板上で大電流を要求するのに伴って変化しつつある。結合インダクタは、従来のインダクタによって浪費されていた基板スペースを縮小するために使用可能である。結合インダクタはまた、リップル電流を大幅に低減させて、基板スペースを節約し、より小型のコンデンサの使用を可能にするものである。そのため、高効率で、高い結合係数を有する、リーズナブルで低コストのインダクタが求められている。

【発明の概要】

40

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

したがって、本発明の第1の目的、特徴、あるいは効果は、この技術分野の状況を改善することである。

【0004】

本発明のより具体的な目的、特徴、あるいは効果は、高効率で、高度に結合された結合インダクタを提供することである。

【0005】

本発明のこれらの、あるいは他の目的、特徴、あるいは効果は、本明細書の以下の記載および特許請求の範囲から明らかである。

50

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明の一つの態様によれば、高度に結合された結合インダクタが提供される。このインダクタは、第1の強磁性体プレート、第2の強磁性体プレート、第1の強磁性体プレートと第2の強磁性体プレートの間に設けられたフィルム状接着剤、第1の強磁性体プレートと第2の強磁性体プレートの間に設けられた第1の導体、第1の強磁性体プレートと第2の強磁性体プレートの間に設けられた第2の導体、および、第1の導体に近接して設けられた結合度向上および漏れ磁束低減用の導電性電磁シールドを有する。

【0007】

本発明の他の態様によれば、結合度を向上した多相結合インダクタは、複数のポストを持つ第1の強磁性体プレート、第2の強磁性体プレート、複数の導体を有しており、これらの複数の導体の各々は、第1の強磁性体プレートの複数のポストの2つ以上の間に配置されている。複数の導体の各々は、第1の強磁性体プレートと第2の強磁性体プレートの間に配置されている。

10

【0008】

本発明の他の態様によれば、高度に結合された結合インダクタの製造方法は、第1の強磁性体プレートと第2の強磁性体プレートを用意する工程、第1の強磁性体プレートと第2の強磁性体プレートの間に導体を配置する工程、および、第1の強磁性体プレートと第2の強磁性体プレートを、フィルム状接着剤を用いて接続する工程を有する。

【図面の簡単な説明】

20

【0009】

【図1】4相結合インダクタの従来技術を示す図である。

【図2】2相結合インダクタの従来技術を示す図である。

【図3】本発明の一つの実施形態による2相結合インダクタを示す図である。

【図4】本発明の他の実施形態による磁束シールド付の2相結合インダクタを示す図である。

【図5】本発明の一つの実施形態による4相結合インダクタを示す平面図である。

【図6】2相結合インダクタを示す図である。

【図7】2相結合インダクタを示す図である。

【図8】4相結合インダクタを示す図である。

30

【図9】4相結合インダクタを詳細に示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0010】

本発明は、高効率で、高い結合係数を有する、低コストの結合インダクタを提供する。各種の実施形態により、2個の強磁性体プレートが、薄いフィルム状接着剤により間隔を空けて配置される。導体の計画的な配置により、より高い結合度や結合フェーズの変化が実現される。接着剤の使用は、この部品の有効性において二重の役割を持つ。フィルム状接着剤は、部品のインダクタンスを上昇または低下させるために選択される。接着剤の厚みを小さくした場合には、高インダクタンス値を持つインダクタを生成することができる。接着剤を厚くした場合には、部品のインダクタンスを低減して高入力電流に対する磁気飽和抵抗を増大させることができる。このようにして、接着剤の厚みを選択することによって、部品のインダクタンスを具体的な用途に合わせることができる。接着剤の第2の役割は、部品を一体的に固定して、機械的負荷に対するアセンブリのロバスト性を得ることである。

40

【0011】

図1は、従来の4相結合インダクタを示している。インダクタ10は、4つのコイル12, 14, 16, 18を備えており、これらのコイル12, 14, 16, 18は、同じ方向で巻回されており、かつ、強磁性体ポスト20, 22, 24, 26をそれぞれ覆うように配置されている。全ての強磁性体ポスト20, 22, 24, 26は、強磁性体トッププレート28および強磁性体ボトムプレート30と一体的に固定されている。高速スイッチ

50

を閉じることによって、第1のコイル12にパルス電圧を印加する。このパルス電圧が誘導する電流によって、矢印32によって示している方向の磁束が生成される。この場合、近接位置にある第2のコイル14の強磁性体ポスト22には、最大量の磁束が印加される。残り2つのコイル16, 18の強磁性体ポスト24, 26は、第1のコイル12から離れているため、これらに印加される磁束は減少する。この磁束によって、各コイル16, 18には、矢印36, 38に示すような印加電圧と逆方向の電圧が誘導される。結合は、第1のコイル12に印加される電圧パルスと逆位相となる。

【0012】

既存の結合インダクタはリプル電圧を低減するが、その一方で、それらの有効性は、漏れ磁束によって低下する。図2は、2相結合インダクタの漏れ磁束を示す説明図である。電圧パルスで第1のコイル12に印加することにより、磁界を誘導する。(矢印32によって示す)磁束は、第1のコイル12から出て行き、この磁束の大半は、(矢印34によって示すように)第2のコイル14の中央脚を流れる。この磁束の一部は、漏れ磁束となるが、第2のコイル14を通過することなく、したがって、漏れ磁束が第2のコイル14によって「感知される」ことはない。この漏れ磁束は、矢印40, 42, 44によって示している。漏れ磁束は、結合度を低下させ、他の導体によって感知される電圧の大きさを低下させる。したがって、現在の結合インダクタの問題は、多相結合インダクタの隣接する脚部間における結合度の低さである。このような結合度の低さは、インダクタのリプル電流低減能力を低下させる。そのため、2相以上の多相結合インダクタ用として、結合度を向上した低直流抵抗の結合インダクタを低コストで実現する手段が求められている。

【0013】

強磁性体プレートは、フェライト、モリパーマロイ(MPP)、センダスト、ハイフラックス、または圧縮鉄等の各種の軟磁性材料から作製可能であるが、これらの材料に限定されない。図3は、本発明による2相結合インダクタ50の1つの実施形態を示す説明図である。このインダクタにおいては、並列するストリップ状の2つの導体52, 54が使用される。正電圧「+V」を第1の導体52に印加することにより、電流を誘導する。磁束が生成して第2の導体54の周囲を流れる。導体間には、矢印53で示すように、ある程度の漏れ磁束が生じる。第2の導体54で誘導される電圧は、第1の導体52に印加される電圧とは逆位相である。導体52, 54間の結合度は、既存の結合インダクタ設計に比べてはるかに高く、十分なレベルである。

【0014】

結合度(他の導体で誘導される電圧)は、導体の上方または下方のいずれかに導電性プレート(磁束シールド)を配置することによって、大幅に向上できる。図4は、導体52, 54の下に配置した磁束シールド62を示す説明図である。この磁束シールド62は、変形例として、導体52, 54の上方に配置してもよく、あるいはまた、磁束シールド62は、導体52, 54の上方と下方の両方に配置してもよい。

【0015】

電圧が高周波で印加された場合に、導電性プレートの表面には、高強度の渦電流が誘導される。これにより、導体間における漏れ磁束の移動を防止可能であり、導体の周囲の強磁性体部分に磁束を効率よく流すことができるため、導体間の磁気結合度を向上できる。

【0016】

図5は、新規に設計した4相結合インダクタ70を示す図である。このインダクタ70は、互いに近接した複数のポスト72, 74, 76, 78を持つ強磁性体プレート71と、各ポストと関連付けられて複数のインダクタ部品を形成する導体82, 84, 86, 88を備えている。この構成により、インダクタ部品間の結合度を向上することができ、ほぼ均一な磁束分布を実現することができる。図5の第1のポスト72を用いて形成された第1のインダクタ部品は、導体86に対する正電圧の印加によってエネルギー供給されることにより、正の入力電流を生成する。この電流によって誘導される磁束は、第2のポスト74、第3のポスト78、第4のポスト76を用いて形成された各インダクタ部品を、ほぼ等しい大きさで流れる。エネルギー源に近接しているため、漏れ磁束は最小となり、

結合度は、従来装置に比べて大幅に向上する。全てのインダクタ部品間に導電性シートを配置することにより、結合度をさらに向上することができる。この場合、導電性シートは、漏れ磁束が導体間のギャップを通過して漏れるのを防止する磁気シールドとして作用する。図5には、第2の強磁性体プレートは図示していないが、実際には、図示した構成の上部に接合される。この構成のインダクタンスは、薄いフィルム状接着剤の厚みを変化させることによって、増減可能である。

【0017】

本発明と各種の実施形態は、2相、4相、あるいはそれ以上の多相結合インダクタに関するものであるが、従来技術とは大幅に異なる。エアギャップを設定して、各部のインダクタンス値を決定すると共に、強磁性体プレート同士を連結するために、薄いフィルム状接着剤が使用される。結合度を向上する導電性電磁シールドを結合インダクタ用として用いることは、過去に存在しなかった新規の技術である。導電性電磁シールドの使用により、特に、2相結合インダクタの場合には、磁束は、閉ループ導体を通して流れることなくなる。磁束は、1つの導体から他の導体まで、互いの周囲を流れる形で結合される。

【0018】

既存の逆位相インダクタは、インダクタ部品が直線上に配置されているため、第1のインダクタ部品と最後のインダクタ部品とは、両者の間にかなり長い距離を空けて配置されることになる。概説した新規の4相結合インダクタは、4つのインダクタ部品の全てが互いに極めて近接しているため、これによって、磁束の均一分布が可能になり、全体の結合度を向上することができる。インダクタ部品の間に導電性シートを差し込むことにより、結合度をさらに向上することができる。この導電性シートは、漏れ磁束を防止して、全体的な性能の向上に寄与する。

【0019】

図6と図7は、本発明の1つの実施形態による2相結合表面実装インダクタを示す説明図である。図6において、2相結合表面実装インダクタ50が示されている。2相結合表面実装インダクタ50は、2つの強磁性体プレート56、58を備えており、これらの強磁性体プレート56、58は、薄いフィルム状接着剤60の厚みによって設定された離間距離を介して一体的に連結されている。並列の導体52、54が長さ方向に配置されている。例えば、第1の導体52を流れる電流が流入した場合、親指が電流方向を示す「フレミング右手の法則」により磁束が生成される。「フレミング右手の法則」から、ループ内には、第2の導体の外部を流れる磁束が発生する。各導体52、54は、磁束に結合され、磁界に応じた電圧が誘導される。渦電流シールドによって漏れ磁束を抑制するために、導体の上方、下方、あるいはその両方の位置に、導体を覆う薄い絶縁導電性材料シート（図示せず）が配置される。高強度の表面渦電流が存在することによって、磁束がシートを流れることを防止できる。導体52、54は、強磁性体プレート56、58の片側または両側を覆うようにカールさせてもよい。これにより、ユーザは、この部品を電気基板に容易に取り付けることができる。本発明は、複数の終端構成を有する場合にも同様に適用可能である。

【0020】

導体は、図6と図7に示したような、同一平面上に配置された並列ストリップ構成には限られない。他の設計例として、複数の導体を互いの上部または下部に配置してもよい。これらの導体は、多層または多層積層体の形で配置可能である。電気的に絶縁した導体を積層することにより、直流抵抗を低下させることができると共に、導体を並べて配置した場合に存在していた漏れ磁束の発生を防止することができる。

【0021】

この設計に導入する導電性材料の有効性について分析を行ったところ、導体間のシールドがない場合には、大きな漏れ磁束が発生することが判明した。シールドを導入した場合には、ほぼ100kHzの周波数における漏れ磁束は大幅に低下し、導体間の結合度は著しく向上した。

【0022】

10

20

30

40

50

図8と図9は、組み立て可能な4相結合表面実装インダクタを示す説明図である。4つのL字形導体82, 84, 86, 88は、強磁性体プレート71の強磁性体ポスト72, 74, 76, 78の周囲に配置されている。強磁性体ポスト72, 74, 76, 78は互いに極めて近接している。なお、図示している強磁性体ポストの配置は2×2配列の構成であるが、他の構成も同様に使用可能である。すなわち、結合インダクタに関して、従来のほぼ直線的な配置以外の配置であればよい。導体は、強磁性体プレートの周囲に折り曲げられ、電気基板にはんだ付けされる。漏れ磁束を低下させるために、ポスト間にシールドを配置可能である。導電性シールドの有無による磁束密度への影響を検査したところ、シールドが存在しない場合に、導体間に発生する漏れ磁束がより大きくなることが判明した。このことから、シールドの使用によって、漏れ磁束を低下できることが分かる。

10

【0023】

以上の説明では、有効で高度に結合された結合インダクタについて述べた。本発明は、結合するインダクタ部品の数、強磁性体プレートの周囲における導体の折り曲げの有無、強磁性体ポストの数、等における各種の変形例、および他の属性に関する各種の変形例を包含する。本発明は、記載した具体的な実施形態に限定されない。

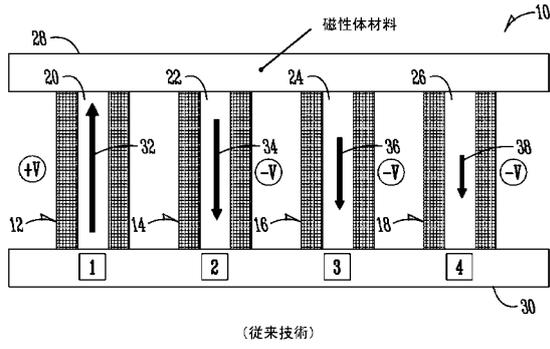
【符号の説明】

【0024】

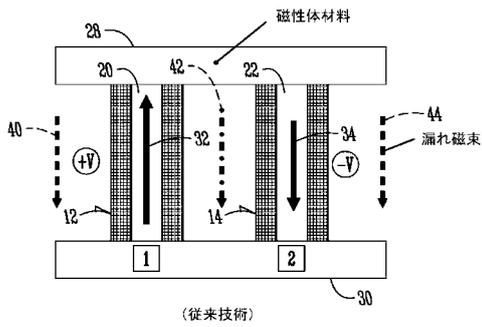
- 50 ... 2相結合インダクタ
- 52, 54 ... 導体
- 53 ... 漏れ磁束
- 56, 58 ... 強磁性体プレート
- 60 ... フィルム状接着剤
- 62 ... 磁束シールド
- 70 ... 4相結合インダクタ
- 71 ... 強磁性体プレート
- 72, 74, 76, 78 ... ポスト
- 82, 84, 86, 88 ... 導体

20

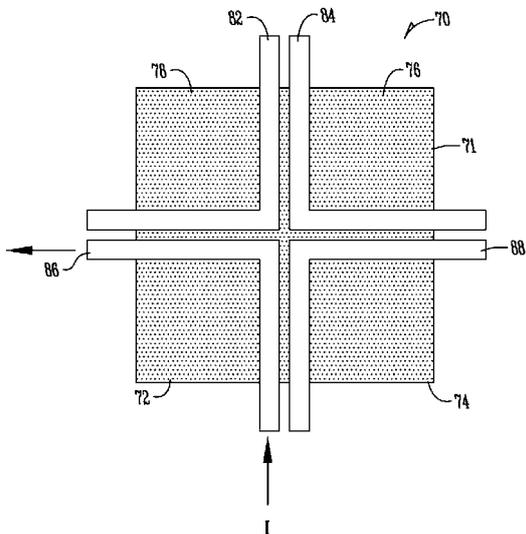
【図1】



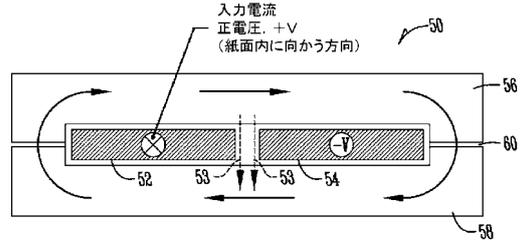
【図2】



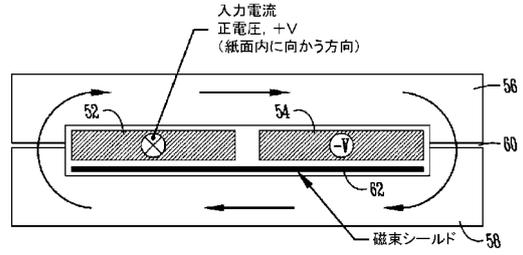
【図5】



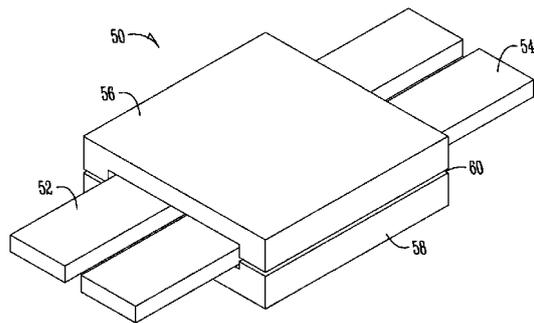
【図3】



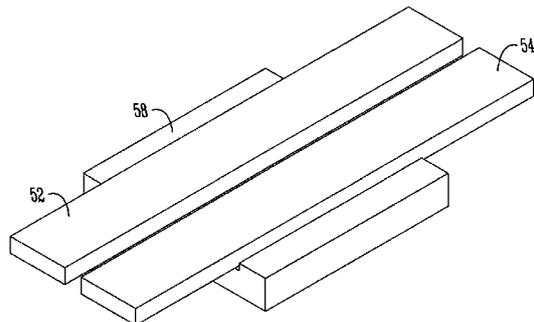
【図4】



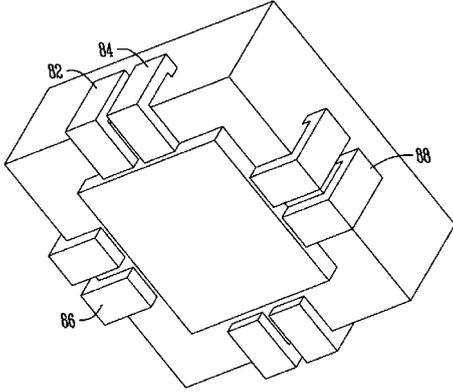
【図6】



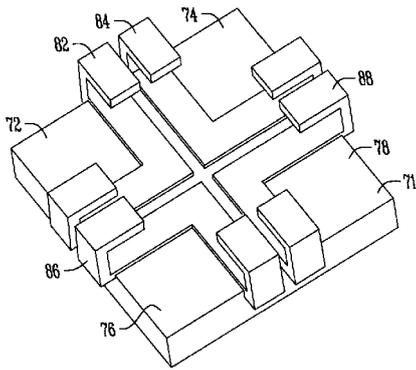
【図7】



【 図 8 】



【 図 9 】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2006-165465(JP,A)
特開平06-151210(JP,A)
国際公開第2006/064499(WO,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01F 5/00 - 5/06
H01F 15/00 - 21/12
H01F 27/24 - 27/30
H01F 31/00 - 39/00