

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4350132号
(P4350132)

(45) 発行日 平成21年10月21日(2009.10.21)

(24) 登録日 平成21年7月31日(2009.7.31)

(51) Int.Cl.	F I
H05K 1/02 (2006.01)	H05K 1/02 N
H05K 3/46 (2006.01)	H05K 3/46 Z
	H05K 3/46 N

請求項の数 9 (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2006-553286 (P2006-553286)	(73) 特許権者	591043064
(86) (22) 出願日	平成17年2月14日 (2005.2.14)		モレックス インコーポレイテド
(65) 公表番号	特表2007-522678 (P2007-522678A)		MOLEX INCORPORATED
(43) 公表日	平成19年8月9日 (2007.8.9)		アメリカ合衆国 イリノイ州 ライル ウェリントン コート 2222
(86) 国際出願番号	PCT/US2005/004468	(74) 代理人	100116207
(87) 国際公開番号	W02005/081595		弁理士 青木 俊明
(87) 国際公開日	平成17年9月1日 (2005.9.1)	(74) 代理人	100096426
審査請求日	平成18年10月5日 (2006.10.5)		弁理士 川合 誠
(31) 優先権主張番号	60/544,522	(72) 発明者	ケント イー レグニール
(32) 優先日	平成16年2月13日 (2004.2.13)		アメリカ合衆国、イリノイ州 60148
(33) 優先権主張国	米国 (US)		、ロンバード、サウス グレース ストリート 541

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 回路基板

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

制御されたインピーダンスのビアの配置を有する回路基板であって、ビアは、回路基板を貫通し、前記回路基板に取付けられたコネクタの端子と結合するように中がめっきされており、

ビアの繰返しパターンを有し、このパターンが、少なくとも第1及び第2のビア三つ組を有し、これらビア三つ組が、それぞれ、回路基板に形成された一对の差動信号ビアと単一の接地ビアとを含み、それぞれのビア三つ組においては、差動信号ビア同士が第1の方向に互いに離間されており、単一の接地ビアが前記第1の方向と異なる第2の方向に前記差動信号ビアのペアから離間されており、

第1のビア三つ組と該第1のビア三つ組に隣接する第2のビア三つ組とは、第2のビア三つ組における接地ビアが、第1のビア三つ組における差動信号ビアのペアと第2のビア三つ組における差動信号ビアのペアとの間にあるように、かつ、第2のビア三つ組における接地ビアが、第1のビア三つ組における差動信号ビアのペアまでの距離よりも第2のビア三つ組における差動信号ビアのペアまでの距離の方が短くなるように、配設されており、

前記回路基板は、該回路基板に支持された導電性の第1の基準面を更に含み、第1の基準面には、少なくとも1個の非導電開口部が形成されており、第1の基準面の1個の非導電開口部は、その周辺部が第1のビア三つ組における差動信号ビアのペアを包囲するように、前記第1のビア三つ組における差動信号ビアのペアと位置合せされており、前記第1

10

20

の基準面が更に、第1及び第2のビア三つ組における接地ビアと接触し、

前記第1の基準面には第2の非導電開口部が更に形成されており、該第2の非導電開口部は、その周辺部が第2のビア三つ組における差動信号ビアのペアを包囲するように、前記第2の差動信号ビアのペアと位置合せされている回路基板。

【請求項2】

前記回路基板に支持されるとともに前記第1の基準面から離間された導電性の第2の基準面を更に含み、第2の基準面には、少なくとも1個の非導電開口部が形成されており、第2の基準面の1個の非導電開口部は、その周辺部が前記第1のビア三つ組における差動信号ビアのペアを包囲するように前記第1のビア三つ組における差動信号ビアのペアと位置合せされており、前記第2の基準面は、前記第1及び第2のビア三つ組における接地ビアと接触していない、請求項1に記載の回路基板。

10

【請求項3】

前記非導電開口部が、非円形形状を備える、請求項1に記載の回路基板。

【請求項4】

前記非導電開口部が、長方形形状を備える、請求項1に記載の回路基板。

【請求項5】

前記第1及び第2の基準面から離間された導電性の第3の基準面を更に含み、第3の基準面には、少なくとも1個の非導電開口部が形成されており、第3の基準面の1個の非導電開口部は、その周辺部が前記第1のビア三つ組における差動信号ビアのペアを包囲するように前記第1のビア三つ組における差動信号ビアのペアと位置合せされており、前記第3の基準面が更に、前記第1及び第2のビア三つ組における接地ビアと接触している、請求項2に記載の回路基板。

20

【請求項6】

前記第1及び第2のビア三つ組における接地ビアのそれぞれが環状カラー部で取囲まれており、環状カラー部が前記第1の基準面に接続されている、請求項1に記載の回路基板。

【請求項7】

前記環状カラー部が360度の範囲に延在している、請求項6に記載の回路基板。

【請求項8】

前記環状カラー部が部分的に円形であり、360度より狭い範囲に延在している、請求項6に記載の回路基板。

30

【請求項9】

前記環状カラー部が約180度より狭い範囲に延在している、請求項8に記載の回路基板。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、一般に回路基板構成に関し、より詳細には、高速電氣的伝達用途のプリント回路基板上で使用されるビア配置に関する。

【背景技術】

40

【0002】

データ通信の分野では、データ転送速度が年々着実に上昇してきている。この速度の上昇のために、インターネット利用やデータ転送及び記憶用途等、電気通信分野で使用する高速電子部品の開発が必要とされてきた。電気信号を伝送する速度を高めるために、差動信号を使用することが知られている。

【0003】

ツイストペア線は、一般に差動信号を送信するために使用され、最も一般には電気ケーブルに使用されている。そのような信号ケーブルは、ケーブルの長さ方向に沿って捩（ねじ）られた1組以上のツイストペア線を有し、そのような各ツイストペアは、関連した接地シールドによって取囲まれている。これらのツイストペアは、一般に、相補的な信号電

50

圧を受け、すなわち、ツイストペアの一方の線は+1.0ボルトの信号を伝え、ツイストペアの他方の線は-1.0ボルトの信号を伝える。ペア線は、各線がケーブルに沿った螺旋(ら)旋状経路で延在し、線がケーブルの全長に亘(わた)ってこの螺旋状経路に沿って同じ距離だけ離間されるように、ケーブルの軸方向に沿って一緒に振られている。

【0004】

信号ケーブルが、ある電子装置まで経路上を引回されるとき、信号ケーブルは、自ら電界を放射する他の電子装置の近くを通る場合がある。そのような装置は、信号ケーブルによって構成された伝送線路に電磁干渉を引起こす可能性がある。しかしながら、ケーブルのツイストペア構造は、ケーブル同士が容量結合するとともに、関連した接地シールド又はドレイン線と容量結合するように2本の線を望ましい向きに維持することによって誘導電界を最少にするか又は減少させ、それにより、この構造は、電磁干渉がケーブルに生じてケーブルを通してのデータ信号の伝送に影響を及ぼすのを実質的に防ぐ。

10

【0005】

そのような伝送線路から関連した電子装置の回路までの電気性能の完全性を維持するために、伝送線路全体に亘って回路間のインピーダンスを実質的に一定にし、伝送線路のインピーダンスに大きな不連続性が生じることを防ぐことが望ましい。伝送線路のインピーダンスの大きな不連続性は、伝送線路の信号経路間に生じる望ましくないクロストーク又は電氣的「ノイズ」の原因になることがある。このタイプのノイズ及びクロストークは何れも、高周波で送られる電気信号の完全性(又は、データ転送速度)に悪影響を及ぼす。電子装置間の「伝送線路」には、2台の装置を相互接続するケーブル及びコネクタだけでなく装置のプリント回路基板も含まれる。

20

【0006】

信号導体及び接地シールドの特定の形状又は物理的配置を維持することは容易なので、ツイストペア伝送ケーブルのインピーダンスを制御することができるが、通常、ケーブルをコネクタに結合する領域、コネクタをプリント回路基板に実装する領域、及び、コネクタを回路基板に実装する領域では、インピーダンスの変化が生じる。この最後の領域は、当該技術分野では、回路基板上(又は、回路基板内)の伝送線路から、基板に実装されたコネクタに信号が送り出される「送出領域(launch area)」と呼ばれる。同様に、コネクタから回路基板内に信号が送り出される場合があり、この領域は、一般に「延出(exit)」領域と呼ばれる。これらの領域は同一であるが、信号経路の向きと方向によって異なる名称で呼ばれる。すなわち、回路基板からコネクタへの信号経路であるか、コネクタから回路基板への信号経路であるかによって異なる名称で呼ばれる。本発明は、そのような回路基板の送出領域、又は、延出領域で使用される改良された構造に向けられたものである。

30

【0007】

回路基板は、導電材料及び非導電材料の複数の層から成る。各層は、回路基板の複数の平面のうちの1つの平面を規定すると考えることができる。一非導電層が、回路基板のベースとして使用され、その表面は、銅箔(はく)や銅めっき等の導電材料で覆われる。該導電材料の部分が、一般に当該技術分野において「トレース」と呼ばれる基板表面上の導電範囲を形成するために除去される。これらのトレースは、基板のベース層上に回路経路を画定する。そして、ベース層の表面に次の非導電層が付着され、その層に他の導電被覆が付着され、あるパターンにエッチングされる。この第2の導電層の上に第3の非導電層が付着され、多層回路基板が形成されるまでこのプロセスが繰返される。異なる導電層は、一般的に、当該技術分野において「ビア」として知られるものによって接続される。ビアとは、回路基板を貫通して開けられた穴であり、その内側面がめっきされている。該めっきによって異なる導電層が相互接続される。回路基板上のトレースを他のトレースに接続したいときに、トレースがビアの位置まで延される。また、ビアは、コネクタのスルーホール取付ピンや他の取付ピンを収容するために使用されることがある。

40

【0008】

一对の差動信号を伝えるために回路基板層内にペアのトレースが形成されることがあり

50

、各ペアは、回路基板の差動信号伝送線路を画定する。各回路基板層又は平面は、一本以上のそのような差動信号伝送線路を支持する。回路基板設計と回路基板上の回路配置を過度に複雑にすることなく、装置の動作中のクロストーク及び電氣的干渉を最少にするには、これらの伝送線路のインピーダンスを制御することが重要である。

【0009】

したがって、本発明は、電気信号伝送線路を協力的に画定する回路基板ビアと該ビアからの導電トレースの延出部を利用して高レベルな動作性能を提供し、回路基板の信号伝送線路のインピーダンス等の所望の電氣的特性を維持する回路基板設計に関する。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

10

【0010】

したがって、本発明の一般的な目的は、高速信号伝送に使用される回路基板構造を提供することであり、該回路基板構造において、接地面が、回路基板上の差動信号伝送線路のために設けられており、また、差動信号トレースが回路基板上のビアに接続される位置に関して優先的な位置に配設され、その結果、各差動信号トレースとそれに対応するビアのペアが、一対の導電トレース及びビアから成る近くの差動信号伝送線路ではなく、接地面と電氣結合する。

【0011】

本発明の他の一般的な目的は、改善された回路基板構造を提供することあり、該回路基板構造において、ビアに延在するかビアから延在する一対の導電差動信号トレースの構成が、回路基板上に差動信号伝送線路を構成する導電トレースのインピーダンスを制御するように具体的に構成されている。

20

【0012】

本発明の他の目的は、電氣コネクタ等の電子部品と結合する「送出」又は「延出」領域として使用することができるプリント回路基板構造を提供することであり、この構造は、回路基板の貫通ビアに結合された一対の差動信号トレースを有し、トレースは、ビアから出て差動信号システムのインピーダンスに影響を及ぼす領域内において特定の構造を有する。

【0013】

本発明の更に他の目的は、一対の差動信号ビアに関連した接地ビアの近くに位置決めされた改良された回路基板構造を提供することであり、この回路基板には、少なくとも1つの接地面層が形成されており、この接地面は、2個の差動信号ビアを包囲するアンチパッドを備え、関連した接地ビアと、他のペアの差動信号ビアと関連した他の接地ビアとに接続されている。また、前記アンチパッドに隣接するように位置決めされ、第2の隣接する一対の差動信号ビアを包囲し、隣接する一対の差動信号ビアと関連した第2の接地ビアと接触している他のアンチパッドが形成されている。

30

【0014】

本発明の更に他の目的は、一対の差動信号ビアから延在する導電トレース用の新しい延出パターンを備えた回路基板を提供することであり、この延出パターンが、トレースの延出部のそれぞれに曲がり部を有し、一方のトレース延出部の曲がり部が、他方の外側にあるトレース延出部の曲がり半径の内側にあり、その結果、それらが形成する伝送線路の本体から一方のトレースが関連したビアから出る位置まで、一方のトレース延出部が互いに類似の一貫した距離だけ離間される。

40

【0015】

本発明の更に他の目的は、一対のそれぞれの差動信号ビアから出て回路基板上の差動信号伝送線路に至る一対の導電回路基板トレースのパターンを提供することであり、それぞれのトレースが、対応するビアを取囲み接触する導電カラー部と、該カラー部から延在し信号伝送部で終端する延出部とを有し、該延出部が幅広部を有し、信号伝送部が、一対の差動信号ビアから離間され、かつ、ビアと交差しない回路基板の範囲に沿って長手方向に延在し、延出部が、信号伝送部とつながるように少なくとも1つの方向変化部を有する。

50

【0016】

本発明の更に他の目的は、前述の差動信号ビアトレース延出パターンを有する回路基板を提供することであり、この回路基板は、複数の接地面層を有し、接地面層がそれぞれアンチパッドを有し、その周辺部が、差動信号トレース対のカラー部及び延出部を包囲する。

【課題を解決するための手段】

【0017】

本発明は、これらの目的、利点及び利益をその構造によって提供する。本発明の主要な一形態においては、回路基板に4つのビアが設けられる。ビアのうちの2個のビアは、差動信号ビアとして指定され、したがって、これらのビアは、回路基板の層内又は層上の差動信号ビアから離れる導電トレースを有し、これらのトレースは、回路基板層の差動信号伝送線路を画定する。残りの2個のビアは、接地ビアとして指定され、したがって、これらのビアは、接地基準面に接続され、この接地基準面は、差動信号伝送線路が延在する面又は層以外の回路基板の面又は層にあることが好ましい。接地基準面は、ペアの2個の差動信号ビアを包囲する開口部を備えるように形成される。接地基準面は、両方の接地ビアに接続される。4個のビアは、正方形、長方形、菱（ひし）形等の仮想の4辺形の角に配設され、接地基準面は、中実（solid）でも平面でもよく、あるいは、グリッド状又は格子状構造でもよい。

【0018】

本発明の他の主要な形態においては、一对の差動信号ビアから延在する導電トレースのための新しい送出又は延出パターンが提供される。該延出パターンは、回路基板の面又は層内において、一对の関連したビア、好ましくは、一对の差動信号ビアから延在する一对の導電トレースを有し、各トレースは、トレースの送出部又は延出部に曲がり部を有する。一方のトレース延出部の曲がり部は、他方（外側の）トレース延出部の曲がり半径の内側に配設されており、ペアのトレース延出部相互間の間隔が、関連したビアから伝送線路の本体まで概して類似の一定した距離となっている。

【0019】

本発明の更に他の主要な形態においては、一对のそれぞれの差動信号ビアから出て（又は、入る）回路基板上の差動信号伝送線路に至る一对の導電回路基板トレースのためのパターンが提供される。それぞれのトレースは、対応するビアを包囲し接触する導電カラー部を有し、さらに、カラー部から延在して信号伝送線路につながるか又は終端する延出部を有する。該延出部は、幅広部を有し、一実施形態において、この幅広部は、一方の差動信号ビアの中心から他方の差動信号ビアまで延在する中心線の近くで始まることができる。この幅広部は、信号伝送線路まで延在し、信号伝送線路までの経路において少なくとも1つの曲がり部を通ってもよく、接続される信号伝送線路の幅に狭まることによって終端する。他の実施形態においては、幅広部は、上から、すなわち、導電トレースの面と垂直な方向から見たときに「旗」の形状を有する。幅広部は、また、結合のために互い狭い間隔で接近する。幅広部は、通常、ビアから信号伝送線路までの経路に沿って、少なくとも1つの曲がり部を通る、すなわち、方向を変える。

【0020】

本発明の上記及びその他の目的、機能及び利点は、以下の詳細な説明を検討することにより明確に理解されるであろう。

【0021】

この詳細な説明において、添付図面をしばしば参照する。

【発明を実施するための最良の形態】

【0022】

図1は、本明細書において「マザーボード」101と呼ばれるプリント回路基板が、一個以上のコネクタ103によって二次回路基板102に接続されたバックプレーン組立体100の斜視図である。コネクタ103は、当該技術分野で知られているように、マザーボード101の表面に配設された導電トレース105を利用する導電回路104を、二次

回路基板 102 上に配設された類似の回路 106 に接続する。これらの回路 104、106 は、通常、回路基板に取付けられた電子部品 110 に至る。

【0023】

図 1 の組立体 100 を他の電子組立体に接続するためにケーブルが使用されるであろうが、そのようなケーブルは、電子信号伝送線路の一形態に過ぎない。他の形態のそのような伝送線路が、組立体の回路基板 104、106 に組込まれてもよく、そのような一形態は、回路基板の平面又は層の上又は中に配設された複数の導電トレースである。この伝送線路の例が図 2 に示されており、今日電子産業で使用されている回路基板構造の代表的なものである。

【0024】

10

図 2 において、回路基板 120 は、該回路基板 120 に実装された電子部品（図示せず）の対応する導電テール部を収容するパターンで配列された複数のビア 121 を有するように示されている。該ビア 121 は、通常、回路基板 120 の厚さ全体を貫通する穴 122 を有する。ビア 121 は、その内側面 128 に沿ってめっきされており、ビア 121 は、通常、回路基板 120 の穴と表面の交差部分に集まることができるめっき材料 123 の小さな環状リングを有する。ビア 121 から延在する一対の導電トレース 124、125 が示されており、差動信号用途において、2 本のトレース 124、125 は、協働してコネクタや電子部品等に至る差動信号伝送線路「ST」を画定する。

【0025】

ビア 121 は、回路基板 120 にコネクタと部品を実装するために使用されるだけでなく、基板の様々な回路を相互接続するためにも使用される。以上のように、回路基板は、通常、ガラス繊維樹脂又は類似の複合材料の一連の層で構成される。これらの層のうちの層にめっき層が付着されてエッチングされ、層の表面に導電トレースが形成される。最初の層にガラス繊維又は樹脂の他の層が付着され、回路トレースが形成され、この処理が、基板内の異なる層上に延在する複数の回路を有する多層回路基板が形成されるまで繰返えされる。ビアは、回路基板に穴を空け、導電層を露出させることによって形成される。次にビアの内側面がめっきされ、それにより、穴の縁に接触しているすべての層が接続される。

20

【0026】

図 3 は、回路基板 120 のビア 121 を有する層を拡大して詳細に示す。ビアは、めっきされ、穴 122 を取囲むめっき材料の内側被覆 128 を有する。基板層上に間隙（げき）G が形成され、この間隙は、ビアめっき 128 と、ビア 121 を取囲む接地基準面導電層 129 を分離する。この間隙 G は、短絡から保護するために設けられ、また、接地面層が、一対の差動信号ビアからの差動信号の伝送に悪影響を及ぼすことが発見された。しかしながら、この構造によって、ビアと基準面の縁との間に存在する間隙 G により、ビアは基準面に対してキャパシタとして働く。この効果は、特に、単一ビアを取囲む間隙又は開口部を備えた複数の接地面がある構造において著しく、ビアは信号反射を引起す可能性がある。この反射によって、伝送線路システム全体からエネルギーが奪われる。

30

【0027】

図 3 A は、回路基板 129 の異なる層 129 a、129 b、129 c と、表面トレース 124 a、並びに、内側層トレース 124 b 及び 124 c を結合するために、ビアホール 122 が層 129 a～c のすべてを貫通している様子とを概略的に示す。

40

【0028】

回路基板上の差動信号ビアの性能を改善する 1 つの方法が図 4 に示されており、これは、2003 年 8 月 19 日に発行され Teradyne 社に譲渡された米国特許第 6,607,402 号に記載されている。この特許では、回路基板 120 は、複数のビア 121 が形成されているように示されている。ビア 121 は、差動信号送信のためにペアで配設され、回路基板 120 は、接地基準面 129 を有する。一対の差動信号ビアを取囲む下側の接地面領域の一部 130 が除去され、開口部が形成されている。この除去された領域（すなわち、開口部 130）は、一般に、当該技術分野において「アンチパッド（anti-pad）」

50

」と呼ばれている。402特許では、アンチパッド130が2個のビア121を取囲まなければならないと記載されている。この構造には、それに関連したいくつかの不都合がある。例えば、ビア121は、該ビア121と接地面開口部の縁との間の間隙を横切る複数箇所でキャパシタとして働く。このキャパシタの効果は、ビア121に接続される任意の信号伝送線路からエネルギーを奪う傾向がある。この小さいサイズのビアアンチパッドの使用は、2個の信号ビア121を電氣的に疎結合しようとするものであるが、取囲む接地パッド又は接地面が近いために、2個の差動信号ビア121の間の真に強力な差動結合が抑制される。

【0029】

図5は、回路基板ビアに対する他の既知の改良を示し、アンチパッド131は、全体が「ドッグボーン」又は「ダンベル」の外観になるように2個のビア121の間に中央部133が細くされている。この外観により、アンチパッド131は、ビア121を取囲む領域135が大きい、2個のビアの間の領域136では少し狭くなっている。狭くすることによって、動作の際に通常失われる系のエネルギーの一部が取戻されるが、接地面アンチパッドの面積が小さいため適切な性能が得られない。この構造は、系のキャパシタンスを平衡状態にし、かつ、周囲の接地面に対する2個の信号ビアの親和性を維持したまま2個の信号ビアを疎結合しようとするものである。

【0030】

非対称的な優先的ビア配置

図6は、本明細書において「5ダイ(5-die)」ビアパターンと呼ぶものが形成された他の回路基板200を示す。このパターンは、単一の介在接地ビア205の両側に配設された2対の差動信号ビア202、204を有する。そのような差動信号ビアの各ペアは、2個の別個のビア202a、202bと、204a、204bとを有する。そのような各差動ペアの2個のビアは、通常、(図7で左下から右上に延在するように示された)第1の軸L1の方向に位置合せされている。このパターンは、第1の軸L1と交わる方向に沿って繰返される。差動信号ビア202a-b、204a-bは、通常、これらのビアから回路基板200の他の箇所に至る導電トレースを有し、接地ビア205は、通常、回路基板205内の内側面に配設され、図6には示されていない接地面層に接続されている。

【0031】

このタイプのビアパターンにおいて、2対の差動信号ビアが、それぞれ、パターンの中に単一の接地ビアを共有する。我々は、この5ダイパターンがクロストークを発生させ、その様な系のインピーダンスを極めて細かく制御することが困難であることを見出した。差動ビアのペア202、204のうちの1個と中央接地ビアのグループ化は、図6に太線Tで表わした仮想三角形の頂点に3個のビアがある三角形の形状であることが好ましい。

【0032】

図7は、本発明の原理に従って構成されたビア配置を有する回路基板300の上面図であり、この図において、一方の対の差動信号ビア「AA」が、他方の対の差動信号ビア「BB」よりも、(パターンのほぼ中心に示した)関連した接地ビア302の近くに配設されるように、ビアの間隔が変えられている。複数のビア301が回路基板300に形成されており、関連した接地ビア302は、一对の差動信号ビア303と関連付けられて提供され、好ましくは、一对の差動信号ビア303と位置合せされている。2個の差動信号ビア303が、第1の軸L1に沿って並べられて一对の差動信号ビアが形成されることが好ましく、それと関連した接地ビア302は、第1の軸L1から離れているが、第1の軸L1と交わる方向で見たときに2個の信号ビアの間に配設されている。

【0033】

我々は、この構造を「優先的接地(preferential ground)」ビア配置と呼ぶ。その理由は、一方の差動信号ビア対AAとその関連した接地ビア302との間隔W1が、接地ビア302と別の隣接する差動信号ビア303の対BBとの間隔W2よりも小さいためである。このようにして、一方の差動信号ビア対AAは、それに関連したアース302Aに対

10

20

30

40

50

しての結合が強められ、他方の隣接する差動信号ビア対 B B 又はその差動信号ビア対 B B と関連した接地ビア 3 0 2 B に対しての結合は強められない。

【0034】

図 8～10 は、本発明の他の実施形態を示し、この実施形態において、回路基板の一以上の接地基準面は、差動信号ビアのペアを構成する 2 個の差動信号ビアを包囲する特別構成のアンチパッドを備えている。これらの構成の寸法関係は、最初に、図 8 に示されており、ここで、参照符号 4 0 0 は、複数の信号ビア 4 0 1 を有する回路基板を示し、そのうちの 2 個の信号ビアが結合されて差動信号ビアのペア 4 0 2 が構成されている。大きな接地面 4 0 5 が、回路基板の表面又はその内側層上にある。接地面 4 0 5 には大きなアンチパッド 4 1 0 が形成されており、図 8 で分かるように、アンチパッド 4 1 0 は、示したような寸法 B 及び H を有するほぼ長方形である。開口部は、式 $AR = H / B$ によって求められる約 1.2～1.5 の縦横比 AR を有することが好ましい。

10

【0035】

差動信号ビア 4 0 1 のペア 4 0 2 を取囲む接地面 4 0 5 は、図示のような大きな接地面とすることができる。このようにして、差動信号ペアが複数のシングルエンド信号 (single-ended signal) に分離される可能性が低くなる。差動信号ビア 4 0 1 は、回路基板 4 0 0 の上側金属接地面層 4 0 5 を貫通していることが分かり、開口部、すなわち、アンチパッド 4 1 0 の外寸の B 又は H よりも小さい (中心間) 間隔を有する。このようにして、アンチパッド 4 1 0 は、差動信号ペアから有効に減結合され、同相モード結合が最小にされ、同時に、2 個の差動信号ビア間の差動モード結合が大きくなる。

20

【0036】

さらに、2 個の接地ビア 4 0 3、4 0 4 のうちの一方のビア 4 0 4 は、優先的接地として規定される。すなわち、ビア 4 0 4 は、他方よりも差動ペア 4 0 2 の近くに配設され、したがって、主接地基準として指定される。この非対称的な関係によって、差動信号ビアのペアの同相モード結合は最小にされ、系のインピーダンス、すなわち、回路基板全体の広がりに沿ったインピーダンスを後で調整するために規定される。接地面がそのように使用される場合は、接地面 4 0 5 は、図 9 に示したように回路基板の上側面と下側面において接地ビアに接続され、図 10 に示したように、内側接地面層が接地ビアに選択的に接続されることが好ましい。図 9 では、接地面 4 0 5 が、大きな中実な接地面層ではなく、グリッド状又は格子状の構造の形をとっていることに注意されたい。このようなグリッド又は格子は、高密度なペアの差動信号ビアを有する回路基板の領域に使用される。

30

【0037】

図 10 において、複数の層又は平面の回路基板が示されており、分かりやすくするために、樹脂や他の絶縁性材料が除去されている。接地面 4 0 5 a、4 0 5 b は、回路基板の両側の上側面と下側面に配設され、接地ビア 4 0 3 及び 4 0 4 の両方に接続されている。内側接地基準平面層 4 0 5 c 及び 4 0 5 d では、接地面は 2 個のビア 4 0 3、4 0 4 の何れにも接続されていない。接地面層 4 0 5 e と 4 0 5 f との間の差動信号ビアのペア 4 2 0 から一対の信号トレース 4 2 0 が出ているように示されている。回路基板 4 0 0 及びその層スタックを全体を通してビア性能を最適化するために、信号トレース 4 2 0 の側面にある 2 つの接地面は、接地ビア 4 0 3、4 0 4 に接続されている。

40

【0038】

3 個のビア 4 0 1～4 0 3 の間での導電信号トレース 4 2 0 の延出経路 (exit path) が図 10 A に最もよく示されている。図 10 A は、図 10 のビア及び接地面構造の上面図であり、回路基板 (分かりやすくするために基板構造が除去されている) の上面の接地面を示し、2 本の内部信号トレースの差動信号ビアのペアへの接続を示している。またこの図は、信号トレース 4 2 0 が差動信号ビアから分岐、すなわち、差動信号ビアから出る経路を示す。

【0039】

ビアからの信号トレース取出し

また、トレースがビアから出て回路基板上の伝送経路を構成する領域内の伝送線路のイ

50

インピーダンスを制御することが望ましい。それらの延出部で問題が起こる。従来、導電トレースペアの間隔を差動信号ビアのペア間に延在する中心線に対して対称的な構成で維持しようとする事は知られていた。これを図14に示す。ここで、一对の差動信号ビアの2個のビア501、502が距離Dだけ互いに離れている。一对の導電トレース503が、ビア501、502に接続されそこから出ている。それらの延出経路は、最初、トレースが均一な間隔DDだけ離れるまで、トレースの延出部504に沿って2個のビア501を分ける中心線Cの方に斜めに延在する。これらの延出部503は、長さが短いため、その延在範囲では互いに交差することなく、中心線Cの両側に互いに平行に延在する対応する細長い部分505につながっている。2個のビア501、502とその関連したトレース503は、それらを支持する回路基板500の信号伝送線路を画定する。単一ペアの差動信号ビアの場合は、2本のトレースの必要な間隔、形状及び長さが対称的に維持され、それにより、延出部の変動が絶対的最小に維持される。回路トレースの形状と対称性を維持することによって、この領域のインピーダンスを制御することができる。しかしながら、特に、差動信号ビア対が高密度で又は接近して設けられている回路基板の領域では、ビアから対称パターンでトレースを引出すことができるとは限らない。

【0040】

問題は、一对の差動信号ビアから出る導電トレースが互い違いにされ、その結果、トレースが等しい長さでなくなるか、それらのパターンがペアとして対称的でなくなるときに起こる。そのような問題のある構成を図15に示し、この図において、回路基板500は、2列にペアで配設されたビア501、502の配列を有するように示されている。2個のビア501、502が差動信号ペアを構成し、2本の導電トレース505、506が、ビアから信号伝送線路507に至るように示されている。一方のトレース506は短い延出部510を有し、他方のトレース505は、2個のビア501、502間の間隔を考慮して、それより長い延出部511を有する。トレースの信号伝送線路507部分が、2列のビアの間に延在している。信号伝送線路のインピーダンスが所望の値を維持するために、トレースの2つの延出部510、511の長さや角度の違いを考慮して、伝送線路部507の長さを等しくしなければならぬ。これは、部分ループとして示された補償部512を挿入することによって行われる。この部分ループは、横方向の長さを過度に大きくすることなくトレース506の全長を長くする。しかしながら、そのような補償部512を使用すると、追加の回路のために使用することができる回路基板上の貴重なスペースが取られ、したがって回路基板の信号伝送線路のインピーダンスを制御するこの解決策は望ましくない。

【0041】

図11～13及び11Aは、差動信号ビア608a、608bの対609から出る、望ましいインピーダンス特性の信号伝送線路610を提供する回路トレースパターン601を有する回路基板600の一実施形態を示す。この構成について、我々は、図示したように2本の導電トレース613a、613bから成る関連した信号伝送線路612全体に亘って、ビア608a、608bからの伝送システムの性能を「調整(tune)」することができることを見出した。これらの図に示した回路トレースパターンは、一般に回路基板600と内側層上に見られるものであり、2本のトレース613a、613bは、めっきされた本体部604に沿って差動信号ビア608a、608bと結合されている(図12)。本発明のパターンを使用する際に、我々は、トレースが差動信号ビアから離れる、すなわち、「出る」ときに系のエネルギーを発射する可能性があることを見出した。そのような構造は、系にエネルギーを戻す働きをする。このようにして、本発明は、ビアのペアの間にある仮想の位置から連続的に結合された差動トレースペアを提供することができる。

【0042】

以上のように、ビア609のペアにはエネルギーの大きな集中が生じ、このエネルギーを戻すために、ビア延出部620には、環状カラー部622によってビアに接続された幅広部又は領域621がある。幅広部621は、さらに、我々が「旗」部623と呼んでいるものによってビアめっき622に接合されている。これらの旗部623と、部分的に

幅広部 6 2 1 とは、電気エネルギーが集中するビア間の領域のキャパシタンスを増大させるために、より広い金属板領域を提供する。旗部 6 2 3 は、延出部の最初の部分に良好な 90 度の中心線を与える。

【0043】

図 1 1 に最もよく示したように、回路基板 6 0 0 に配設された 2 対のビアは、第 1 の軸 L 1 に沿って配設されている。図の下側にある一対のビアは一対の差動信号ビアであり、導電トレース延出部 6 2 0 は幅広のものであり、最初にその第 1 の軸に沿って互いに近づく方向に延在し、次に図 1 1 に A X 2 で示した第 2 の軸に沿って第 1 の軸から所定の角度で外方に延在し、第 2 の軸は、例示したように第 1 の軸 L 1 に対して直交する方向に延在することが好ましい。次に、トレースは、一方のトレース 6 1 3 a が他方のトレース 6 1 3 b の内側に収まるような半径を有する一対の曲がり部 6 8 0、6 8 1 に沿って向きを変え、第 3 の軸 A X 3 に沿って続く。該第 3 の軸 A X 3 は、軸 L 1 とほぼ平行で、かつ、軸 A X 2 に対してほぼ直交方向である。このように、旗部 6 2 3 が互いに近づく方向に延在する領域 X X から延出部が信号伝送領域 S T につながる領域まで、2 本のトレース間の間隔 E E が一定に維持されている。これは、差動信号トレースの連続的な結合を提供する。

【0044】

図 1 1 A は、一対のトレースの延出部の上面図である。この実施形態においては、2 個の差動信号ビアは、図 5 に示したものと類似のドッグボーン型開口部 6 9 0 で取囲まれている。前述のように、また本実施形態に示したように、トレースの延出部 6 2 3 は旗型構造の形をとる。この構造は、ビアから延在する細いトレースの代わりのプレート型領域である。これらのプレート領域は、ビア領域内のトレース間の容量結合を高め、またインダクタンスを下げる。旗部は、また、ビアから延出する箇所においてトレース間の所望の間隔を維持するように互いに接近し（第 1 の軸に沿って延在する）、次に、延出部は、第 1 の軸と交差する第 2 の軸に沿って旗部から外方に延在する。トレースが、最初に軸 L 1 に沿った経路、次に軸 A X 2 に沿った経路、最後に軸 A X 3 に沿った経路の 3 つの異なる経路を辿（たど）ることが分かる。軸 L 1 と A X 2 とは交差し、同じように、軸 A X 2 と A X 3 とが交差する。

【0045】

図 1 3 A は、本発明の他の実施形態の上面図であり、この図は、一対のビア 5 5 1 から信号伝送線路 5 5 2 につながるまでの一対の導電トレース 5 5 0 の延出経路を示す。トレース 5 5 0 は、その延出部の一部として旗部 5 5 5 を有し、延出部は、ビアから軸 L 1 に沿って互いに近づく方向に延出する拡大プレート領域を有する。一方のトレース 5 5 0 a は、他方のトレース 5 5 0 b の内側にある。何故なら、トレース 5 5 0 b は折返すように湾曲して、軸 L 1 に対してほぼ直交して延在する信号伝送線路部 5 5 2 に達しているからである。延出部は、さらに、約 5 つの別個の曲がり部を有する経路を通り、図 1 3 A の構造の各曲がり部は、線 B-B で示され、各曲がり部は、トレース延出部が方向を変えるとときに生じる。

【0046】

接地基準面 5 9 0 は、トレース延出パターンの上に重ねられて示されている。回路基板のこの層に、基準面 5 9 0 及び環状カラー部 5 9 1 が見られる。これらは、トレース延出パターンの上の層に配設されているように示されているが、トレース延出パターンの下の層に配設することもできる。接地面 5 9 0 に相互接続された 2 個の接地ビア 5 9 3 があり、これらのビアは、接地面に形成され 2 個の差動信号ビア 5 5 1 を包囲する開口部 5 9 4 の縁に配設されている。接地ビア 5 9 3 a の一方は、ペアの差動信号ビア 5 5 1 と関連した主接地ビアであり、他方の接地ビア 5 9 3 b は、左側にあり、図 1 3 A に示されていないペアの差動信号ビアと関連したものである。ペアの差動信号ビア 5 5 1 は、それに関連した接地ビア 5 9 3 a の方により接近させて配設されており、接地ビア 5 9 3 a から距離 W 1 だけ離れており、この距離は、ペアが接地ビア 5 9 3 b からの離間距離 W 2 よりも短い。これらの接地ビアの環状カラー部 5 9 5 は、図 1 3 A の接地ビアの右半分に示したように、360 度の環状経路に沿って延在しないように除去されている。より正確に言うと

10

20

30

40

50

、このようなタイプの環状カラー部は、約150～200度の湾曲した広がりを持つことが好ましく、約180度が好ましい。これは、信号トレース延出部とこれに関連していない接地ビア593bとの間の容量結合を減少させるために行われる。

【0047】

図16は、本発明の原理によって構成された他の型の回路トレース延出又は取出しパターンを示す。この構成において、2本の導電トレース450a、450bは、関連した一对のビア401、402から出ている。これらのトレース450a、450bの延出部の一方のトレース部471は、他方のトレース曲がり部470に入れ子にされた小さい曲げ半径を有する。この内側トレース471は、折返すように湾曲していると考えることができる。何故なら、内側トレース471は、最初にビア401から、このビアと対を成す他方のビア402の方に延在し、そして折返しているからである。この構造の重要な部分は、ビア401からペアになった他方のビア402まで延在する最初の部分に見ることができる。この場合、トレースは、外側ビアの延出部471の近くに離間された湾曲部に続く。このように、2本のトレースの近さと類似の経路長の両方が維持される。

【0048】

図16Aは、図16の上面図であり、図13Aと同じように、トレース延出パターンの上又は下に重ねられた接地基準面を示す。この接地基準面において、関連した接地ビアは、関連していない接地ビアよりも差動信号ビアのペアに接近させて離間されている。この図は、離間距離を確立するために、延出部473が最初に、ビア401から、このビアと対を成す他方のビア402の方に延在している様子を最もよく示している。次に、トレースは、所望の離間距離で外側ビアの内側に沿うことができる場所474でループ状に折返す。

【図面の簡単な説明】

【0049】

【図1】本発明が使用される環境、すなわち、高速信号及びデータ転送のためのバックプレーン環境の概略図である。

【図2】2個のビアが形成された既知の回路基板構造の平面図である。

【図3】回路基板の表面のビア開口部の斜視図である。

【図3A】回路基板の本体の所定の場所に形成され、回路基板を完全に貫通するビアを有する既知のプリント回路基板の詳細図であり、この回路基板は、回路基板の本体又は他の層の間の層として配設された複数の接地面を有する。

【図4】差動信号用途の他の既知の回路基板構成の平面図であり、ビア対を取囲む導電接地面に形成された非導電領域によって取囲まれた回路基板の2個の差動信号ビアを示す。

【図5】図4に示したものと類似の2個のビアが形成された更に他の既知の回路基板構成の平面図であり、ビアを取囲む非導電領域の端が、非導電領域の残りの部分よりも大きくされて、開口領域が「ドッグボーン」又は「ダンベル」の形にされている。

【図6】差動信号用途に使用されるビアの5ダイパターンを示す回路基板の斜視図である。

【図7】優先的接地構成を示す、本発明の原理に従って構成された回路基板ビア配置の平面図である。

【図8】図7と同じ図であるが、分かりやすくするために幅広い接地面層が回路基板の上の適所にあり、2個の接地ビアに接続されており、この図は、ペアの差動信号ビアを取囲む開口領域の寸法構成を示す。

【図9】回路基板部の上面に示された接地面と2個の接地ビアとの間の相互接続箇所を示す、図8と類似のビア配置の斜視図であり、接地面がグリッド又は格子状構成を有し、一对の差動信号ビアを包囲する周辺部を備えた開口領域を有する。

【図10】図9のビア配置の斜視図であるが、更に他の接地面層を回路基板構造全体の一部として示し、開口領域が、回路基板の高さ、すなわち、深さ全体に亘って差動信号ビア対を包囲し、接地面が配設の接地ビアに優先的に接続されている。

【図10A】図10のビア及び接地面配置の上面図であり、一对の関連した差動信号ビア

から出る一対の差動信号伝送線路トレースを更に示す。

【図 1 1】少し斜めに見た上面図であり、一对の差動信号ビアと、このビアから出る、すなわち、「送出される」か又は「取出され」て差動信号伝送線路につながる一对の導電トレースを示す。

【図１１Ａ】図１１に示したものと類似の構造の上面図であるが、延出部には旗形状はあるが幅広部はない。

【図 1 2】図 1 1 と同じ図であるが、90 度回転されもう少し斜めに見た図であり、ビアの深さと信号ビアに接続された信号トレース取出し部分を示す。

【図 1 3】異なる角度で端から見た図 1 1 の配設の斜視図であり、回路トレースがその関連した 2 個のビアから出ている様子を示すとともに、導電トレースの幅広部を示す。

【図 13A】本発明の原理によって構成された他の導電トレース延出パターンの上図である。

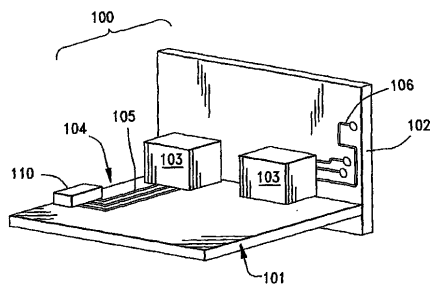
【図 14】既知の差動信号ビア構成とこの差動信号ビア構成とから出る一対の回路トレースの平面図である。

【図 15】他の既知の差動信号ビア構成の平面図であり、一対のトレースが、この差動信号ビアから出て構成回路基板の信号伝送線路を形成している。

【図 16】差動信号トレース延出パターンの他の実施形態の斜視図である。

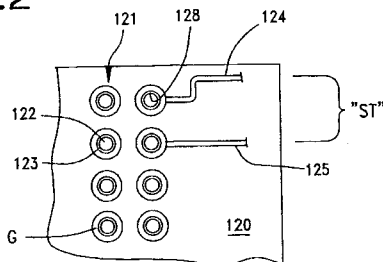
【図 16 A】接地基準面がトレースパターンの上に重ねられた状態の図 16 の差動信号トレース延出パターンの上面図である。

【図 1】
FIG. 1



【図 2】

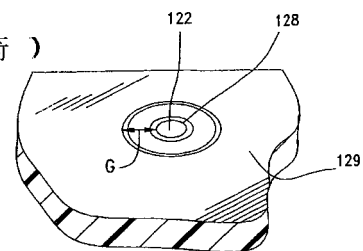
FIG.2



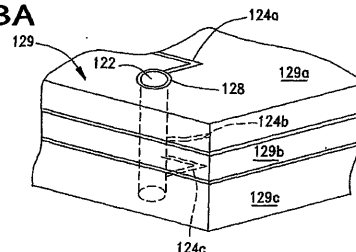
従来技術

【図 3】

FIG.3
(従来技術)



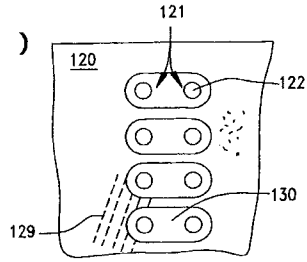
【図 3 A】
FIG.3A



【図 4】

FIG.4

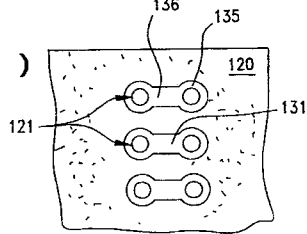
(従来技術)



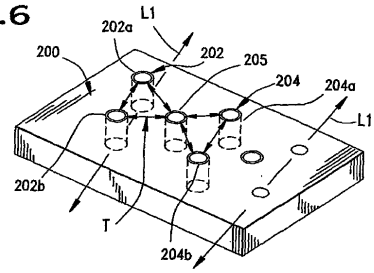
【図 5】

FIG.5

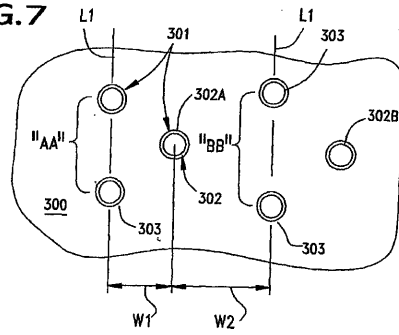
(従来技術)



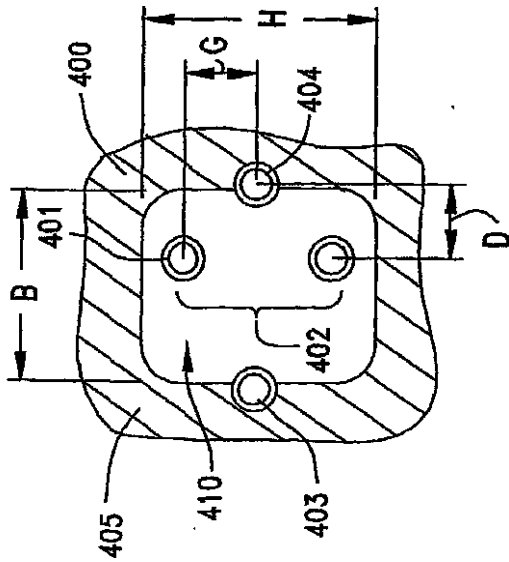
【図 6】

FIG.6

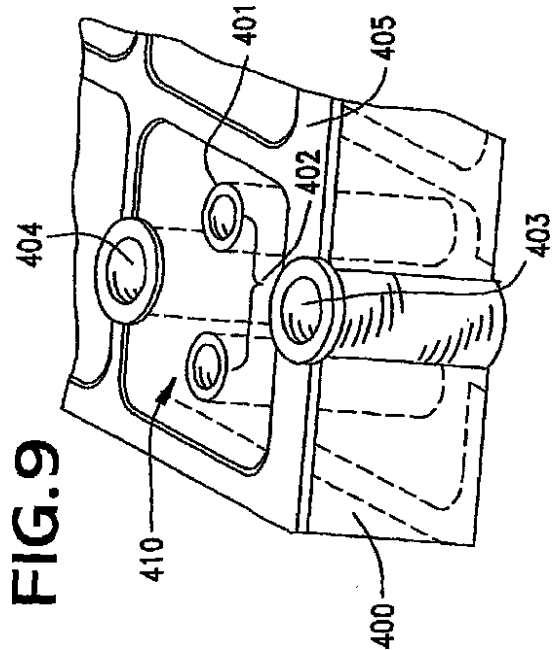
【図 7】

FIG.7

【図 8】

FIG.8

【図 9】

FIG.9

【図10】

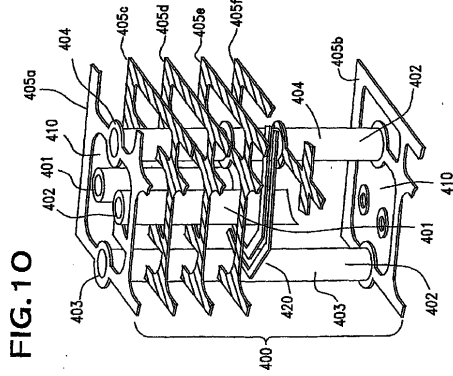


FIG. 10

【図10A】

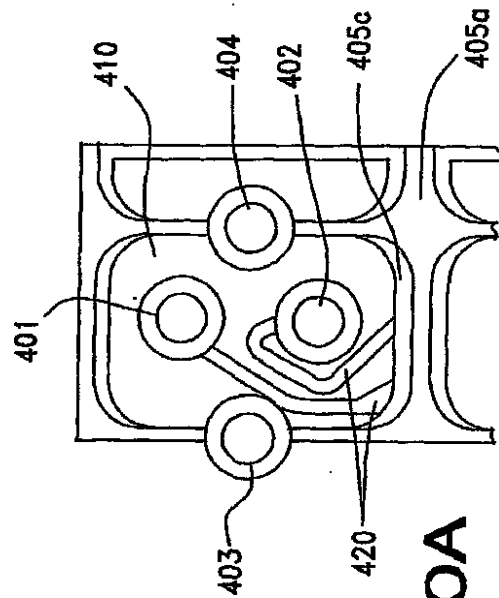
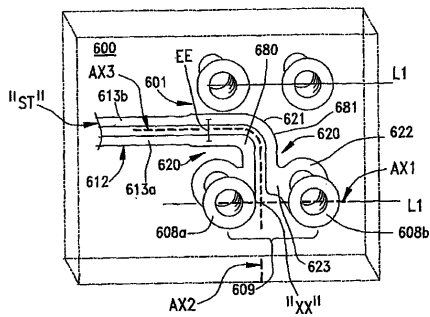


FIG. 10A

【図11】

FIG. 11



【図11A】

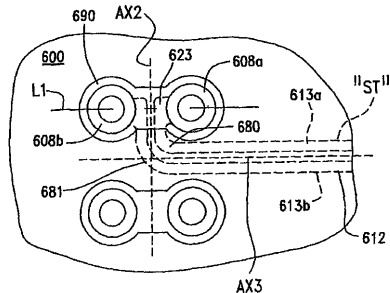
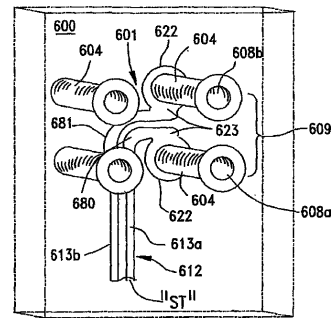


FIG. 11A

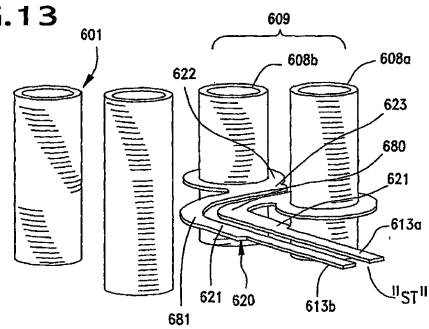
【図12】

FIG. 12



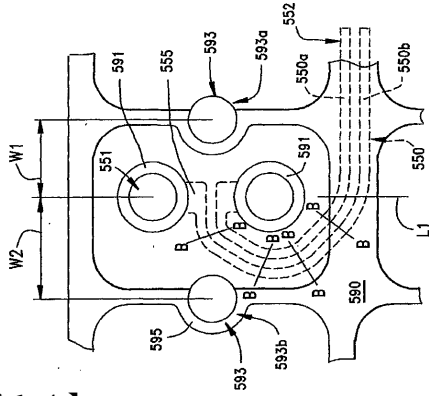
【図13】

FIG. 13

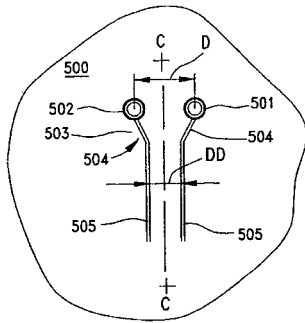


【図13A】

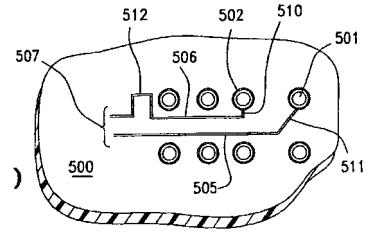
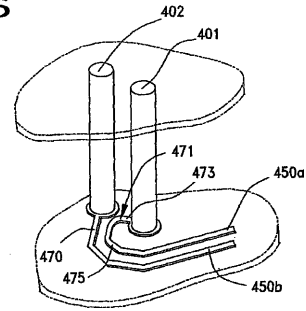
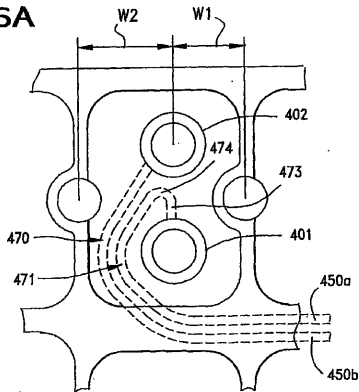
FIG.13A



【図14】

FIG.14
(従来技術)

【図15】

FIG.15
(従来技術)【図16】
FIG.16【図16A】
FIG.16A

フロントページの続き

(72)発明者 デビット エル ブランカー

アメリカ合衆国、イリノイ州 60565、ネイパービル、パーブナ コート 407

(72)発明者 マーティン ユー オグブオーキリ

アメリカ合衆国、イリノイ州 60506、オーロラ、スプリース ストリート 502

審査官 貞光 大樹

(56)参考文献 国際公開第03/067711 (WO, A1)

特開2003-218601 (JP, A)

特開平01-286493 (JP, A)

米国特許第06350134 (US, B1)

特開2002-334748 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H05K 1/02

H05K 3/46

H05K 1/11

H05K 3/40 - 3/42

H01P 3/00 - 5/22