

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4668232号
(P4668232)

(45) 発行日 平成23年4月13日(2011.4.13)

(24) 登録日 平成23年1月21日(2011.1.21)

(51) Int.Cl. F I
H05K 1/09 (2006.01) H05K 1/09 A
H05K 1/03 (2006.01) H05K 1/03 670

請求項の数 3 (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2007-107633 (P2007-107633)	(73) 特許権者	000005186
(22) 出願日	平成19年4月16日(2007.4.16)		株式会社フジクラ
(62) 分割の表示	特願平11-120743の分割		東京都江東区木場1丁目5番1号
原出願日	平成11年4月27日(1999.4.27)	(74) 代理人	100090158
(65) 公開番号	特開2007-189261 (P2007-189261A)		弁理士 藤巻 正憲
(43) 公開日	平成19年7月26日(2007.7.26)	(72) 発明者	田辺 信夫
審査請求日	平成19年4月16日(2007.4.16)		東京都江東区木場1丁目5番1号 株式会
			社フジクラ内
		(72) 発明者	岡田 顕一
			東京都江東区木場1丁目5番1号 株式会
			社フジクラ内
		審査官	千壽 哲郎

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 フレキシブルプリント基板

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

屈曲を受ける用途に使用されるフレキシブルプリント基板であって、ベースフィルムと、このベースフィルム上に設けられた圧延銅合金箔により構成された導体回路と、を有し、前記銅合金箔は、厚さ方向における平均結晶粒径が2.1 μm以上10 μm以下であり断面において表面から裏面まで結晶粒界をなぞったときにいずれの径路をとっても4個以上の分岐点を經由するものであり、3個以上の結晶粒が相互に接することにより形成され複数の結晶粒界が直線状ではなく丁字状に重なる領域が導入されていることを特徴とするフレキシブルプリント基板。

【請求項2】

前記平均結晶粒径が8.9 μm以下であることを特徴とする請求項1に記載のフレキシブルプリント基板。

【請求項3】

前記銅合金箔は、Sn、Zn、Be、Cd、Ag及びNbからなる群から選択された少なくとも1種の元素を0.05質量%以上含有することを特徴とする請求項1又は2に記載のフレキシブルプリント基板。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明はハードディスクの配線等に使用されるフレキシブルプリント基板に関し、特に

、耐屈曲性の向上を図ったフレキシブルプリント基板に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、フレキシブルプリント回路が形成されたフレキシブルプリント基板が使用されている。フレキシブルプリント基板は、曲げ、ねじり、巻き付け及び重ね等を可能とした軟らかく曲げることができるプリント基板である。具体的には、コンピュータ関連製品、電子通信機器及びオーディオ・ビジュアル製品等のマルチメディア製品、カメラ並びに自動車等の配線に使用されている。

【0003】

近時、フレキシブルプリント基板は、特に高屈曲性が要求される分野において使用されるようになってきている。例えば、ハードディスク装置内部の磁気ヘッドと本体回路との間の配線として使用されている。このような用途においては、何回もの繰り返し屈曲を受けながら機器又は素子間の電氣的導通を確保する必要がある。

10

【0004】

図4は従来のフレキシブルプリント基板の製造方法を示す模式図である。従来、フレキシブルプリント基板を製造する際には、先ず、ポリイミド樹脂又はポリエチレンテレフタレート（PET）樹脂等からなる柔軟性を有するベースフィルム21上に接着剤22を使用して銅箔を貼り付ける。ベースフィルム21は、CCL（Copper Composite Laminate）ともよばれる。

【0005】

20

その後、銅箔にリソグラフィ技術等により目的に応じた電子回路23を形成する。次いで、ポリイミド樹脂又はPET樹脂等からなる柔軟性を有するベースフィルム25に予め接着剤24が塗布された保護用シートを接着剤24が下側になるようにしてベースフィルム21上に被せる。そして、適度な温度下で適当な圧力でベースフィルム21及び25を挟持しながら接着剤24を硬化させる。ベースフィルム25は、CL（Cover Layer）ともよばれる。

【0006】

このようにして製造された従来のフレキシブルプリント基板は、図4に示すように、電子回路23を接着剤22及び24並びにベースフィルム21及び25で挟み込んだ構造を有している。全体の厚さは0.1mm以下であることが多く、柔軟性及び信頼性を具備している。

30

【0007】

【特許文献1】特開平3-199353号公報

【特許文献2】特開昭58-108785号公報

【特許文献3】特開平7-188969号公報

【特許文献4】特開平8-277485号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

しかしながら、小さな曲げ半径で繰り返し屈曲を従来のフレキシブルプリント基板に与えると、導体回路（電子回路）が疲労によって劣化し、条件が厳しい場合には、導体回路内にクラックが発生して断線が生じる場合もあるという問題点がある。

40

【0009】

一般に、疲労特性を向上させるために銅箔は圧延により製造しているが、クラックは一旦発生すると銅箔の裏面まで貫通することが多く、厳しい屈曲条件下で使用される場合の信頼性は十分なものではない。

【0010】

本発明はかかる問題点に鑑みてなされたものであって、クラックの進展を抑制し高い耐屈曲性を得ることができるフレキシブルプリント基板を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

50

【0011】

本発明に係るフレキシブルプリント基板は、屈曲を受ける用途に使用されるフレキシブルプリント基板であって、ベースフィルムと、このベースフィルム上に設けられた圧延銅合金箔により構成された導体回路と、を有し、前記銅合金箔は、厚さ方向における平均結晶粒径が2.1 μm 以上10 μm 以下であり断面において表面から裏面まで結晶粒界をなぞったときにいずれの径路をとっても4個以上の分岐点を経由するものであり、3個以上の結晶粒が相互に接することにより形成され複数の結晶粒界が直線状ではなく丁字状に重なる領域が導入されていることを特徴とする。

【0012】

本発明においては、導体回路にその表面側からクラックが発生し結晶粒界に沿って導体回路の裏面側に進展しようとしても、4個以上の分岐点が裏面に達するまでに存在するので、その進展が妨害される。このため、裏面までのクラックの進展が著しく低減され、耐屈曲性が向上する。

【0013】

前記平均結晶粒径は8.9 μm 以下であることが好ましい。なお、本発明においては、前記銅合金箔は、Sn、Zn、Be、Cd、Ag及びNbからなる群から選択された少なくとも1種の元素を0.05質量%以上含有することができる。

【発明の効果】

【0014】

以上詳述したように、本発明によれば、疲労によりクラックが導体回路の表層又は表面側から発生し導体回路の下層又は裏面側に進展しようとしても、複数の結晶粒界が交差する領域でその進展を抑制することができる。このため、最下層又は裏面までのクラックの進展を著しく低減することにより、疲労寿命を著しく長くすると共に、耐屈曲性を向上させることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0015】

本願発明者等が前記課題を解決すべく、フレキシブルプリント基板の疲労試験を行い、クラックの進展の様子を観察した。この結果、クラックは、曲げによる歪みが大きい銅箔表面において発生し、銅箔内の結晶粒界に沿って内部から裏面まで進展していることに想到した。

【0016】

従来使用されている多くの圧延箔では、結晶粒径の制御を意図的に行っているわけではなく圧延加工直後には結晶粒が圧延方向に薄く伸びた組織が観察される。しかし、ベースフィルム（CL）を貼り付けた後の熱処理は、温度が100乃至180℃、時間が数十分乃至数時間の条件でプレス加圧下で行われている。また、接着剤を更に硬化させるために、温度が100乃至180℃、時間が数十分乃至数時間の条件で更なる熱処理が行われることもある。これらの熱処理により再結晶が起り、銅箔の厚さ方向の平均結晶粒径が10 μm を超えることが多い。従って、用途により厚さが5乃至35 μm 程度とされている銅箔においては、その厚さ方向に僅か数個の結晶粒が存在しているにすぎないことになる。このため、クラックは極めて容易に表面から裏面へと結晶粒界に沿って進展することが可能となっているのである。

【0017】

また、導体回路に使用される銅箔の作製方法としては、圧延法の他に電解法があるが、電解法で作製された金属箔には、電着時に厚さ方向に dendritic 状に成長した結晶が存在しているため、結晶粒界は厚さ方向に単純な径路でつながっており、前述の熱処理により再結晶が進行すると圧延箔よりも容易にクラックが進展してしまっている。

【0018】

そこで、本願発明者等が、更に鋭意実験研究を重ねた結果、回路を構成する導体層を3層以上の積層体とするか、又は厚さ方向における平均結晶粒径を2.1 μm 以上10 μm 以下とし結晶粒界の分岐点の数を4個以上とすることにより、フレキシブルプリント基板

の耐屈曲性を向上させることができることを見出した。

【0019】

以下、本発明の実施例に係るフレキシブルプリント基板について、添付の図面を参照して具体的に説明する。図1は本発明の参考例に係るフレキシブルプリント基板を示す模式図である。

【0020】

参考例においては、ポリイミド樹脂又はPET樹脂等からなるベースフィルム1上に接着剤2が塗布されており、その上に多層導体回路3が形成されている。多層導体回路3は3層以上の金属箔の積層体からなり、例えば5層構造である。各金属箔3a乃至3eは、例えば銅箔又は銀箔から形成されている。これらの積層方法は、特に限定されるものではなく全て銅箔であっても良く、銅箔と銀箔とが交互に積層されていてもよい。

10

【0021】

更に、ポリイミド樹脂又はPET樹脂等からなるベースフィルム5が多層導体回路3を覆う接着剤4によりベースフィルム1上に貼り付けられている。

【0022】

このように構成された参考例においては、例えクラックが最表層に位置する金属箔3eに発生し金属箔3e内をその結晶粒界に沿って完全に貫通したとしても、第2層目に位置する金属箔3dの結晶粒界が金属箔3eのクラック貫通位置に存在する確率は低いで、多くの場合、金属箔3eと金属箔3dとの界面においてクラックの進展は停止する。更にクラックが金属箔3dを貫通したとしても、多くの場合、金属箔3cとの界面においてその進展が停止する。従って、最表層に位置する金属箔3eで発生したクラックが全ての金属箔を貫通する確率は極めて低いものである。この結果、多層導体回路3の耐屈曲性、延いてはフレキシブルプリント基板の耐屈曲性が著しく向上する。

20

【0023】

但し、金属箔の積層体が2層構造である場合には、1界面をクラックが乗り越えることができれば、全体を容易に貫通してしまうので、積層体には3層以上の金属箔が必要である。

【0024】

なお、金属箔の積層体は、以下の方法により製造することができる。第1の方法は、予め3層以上の所定層数の箔を重ね合わせておき、所望の厚さまで圧延加工する方法である。第2の方法は、中断及び再開を繰り返しながら電気メッキを行うことにより、同一の材料で積層体を製造する方法である。第3の方法は、電解液を交換しながら電気メッキを行うことにより、複数種の材料で積層体を製造する方法である。また、真空蒸着法又はスパッタリング法等の真空プロセスによって前記第2又は第3の方法と同様に積層体を製造することも可能である。

30

【0025】

フレキシブルプリント基板を製造する際には、先ず、ポリイミド樹脂又はポリエチレンテレフタレート(PET)樹脂等からなる柔軟性を有するベースフィルム1上に接着剤2を使用して上述のようにして製造された金属箔3a乃至3eの積層体を貼り付ける。

【0026】

その後、積層体にリソグラフィ技術等により目的に応じた多層導体回路3を形成する。次いで、ポリイミド樹脂又はPET樹脂等からなる柔軟性を有するベースフィルム5に予め接着剤4が塗布された保護用シートを接着剤4が下側になるようにしてベースフィルム1上に被せる。そして、適度な温度下で適当な圧力でベースフィルム1及び5を挟持しながら接着剤4を硬化させることにより、第1の実施例に係るフレキシブルプリント基板を製造することができる。

40

【0027】

次に、本発明の実施例について説明する。本発明の実施例には、多層導体回路3の替わりに微細結晶粒を有する微細結晶粒導体回路6が設けられている。図2は本発明の実施例に係るフレキシブルプリント基板を示す模式図である。なお、図2に示す実施例において

50

、図 1 に示す参考例と同一の構成要素には、同一の符号を付してその詳細な説明は省略する。

【0028】

本発明の実施例においては、ポリイミド樹脂又は P E T 樹脂等からなるベースフィルム 1 上に接着剤 2 が塗布されており、その上に微細結晶粒導体回路 6 が形成されている。微細結晶粒導体回路 6 は、結晶粒の厚さ方向における平均粒径が 2. 1 μ m 以上 1 0 μ m 以下、例えば 2. 1 乃至 3 μ m である銅合金箔から形成されている。また、いずれの断面においても、銅合金箔の表面から裏面まで結晶粒界をなぞったときにいずれの径路をとっても 4 個以上の分岐点が存在している。銅合金箔においては、C u に、例えば 0. 0 5 質量 % 以上の S n、Z n、B e、C d、A g 又は N b が単独又は複合して添加されている。

10

【0029】

このように構成された本発明の実施例においては、従来の導体回路と比して単位体積当たりの結晶粒数が多く、3 個以上の結晶粒が相互に接することにより形成され複数の結晶粒界が直線状ではなく T 字状 に重なる領域が無数に導入されている。このような重なり領域では、例えば厚さ方向に延びる一の結晶粒界に沿って進展してきたクラックは、その進展方向を、例えば垂直な方向に変更せざるを得なくなる。従って、クラックは交差する結晶粒界に乗り移りにくくなるので、それ以上の厚さ方向への進展が困難となる。このようにクラックの厚さ方向への進展が妨害される結果、微細結晶粒導体回路 6 の耐屈曲性、延いてはフレキシブルプリント基板の耐屈曲性が著しく向上する。

【0030】

20

なお、銅合金箔は、以下の方法により製造することができる。第 1 の方法は、C u の再結晶温度を上昇させる S n、Z n、B e、C d、A g 又は N b 等の元素が単体又は複合して添加された銅合金材を圧延加工することにより、銅合金箔とする方法である。この時の添加元素の種類及びその量は、フレキシブルプリント基板製造時の後の熱処理における温度よりも銅合金箔の再結晶温度が高くなるように設定する。圧延加工により箔の厚さ方向の粒径は微細になるため、圧延後の再結晶化が防止されれば、フレキシブルプリント基板が製造された後においても、圧延方向における平均結晶粒径は 1 0 μ m 以下となっている。なお、添加元素の種類は、上記に限定されるものではない。第 2 の方法は、S n、Z n、B e、C d、A g 又は N b 等の元素が単体又は複合して添加されたメッキ浴中を使用して電着を行う方法である。この方法により製造された銅合金箔はすでに市販されている。なお、電着により得られた銅合金箔は第 1 の方法によるものよりも再結晶化しにくいいため、上記の元素は添加されていなくてもよい。但し、品質の安定化のために添加されていることが望ましい。また、添加元素の種類は、上記に限定されるものではない。

30

【0031】

前述のように、添加元素はフレキシブルプリント基板製造時の後の熱処理における再結晶を防止するために添加するものである。逆に言えば、フレキシブルプリント基板製造時の接着剤を硬化させるための熱処理は、銅合金箔の再結晶温度以下の温度で行う。

【0032】

なお、本発明の実施例のように厚さ方向における平均結晶粒径が 2. 1 μ m 以上 1 0 μ m 以下 の金属箔が、3 層以上積層されて導体回路が形成されていてもよい。

40

【実施例】

【0033】

以下、本発明の実施例の効果について、本発明の特許請求の範囲から外れる比較例と比較して具体的に説明する。図 3 は疲労試験の方法を示す模式図である。

【0034】

まず、相互に平行に配設された下部治具 1 2 及び上部治具 1 3 に試験対象であるフレキシブルプリント基板 1 1 をその曲げ半径が 2 mm となるようにして貼り付けた。なお、フレキシブルプリント基板 1 1 の上下 2 枚のポリイミド樹脂からなるベースフィルムの厚さはいずれも 2 5 μ m、導体回路の厚さは 3 5 μ m、導体回路と 2 枚のベースフィルムとの間の接着剤の厚さはいずれも 1 5 μ m とした。

50

【0035】

そして、下部治具12を固定し、上部治具13を20mmのストローク、1500回／分の速度で水平方向に往復運動させた。この間、導体回路中の抵抗値の変動を測定し、初期値から10%増加したときの往復回数を測定した。

【0036】

参考例

参考例では、試験対象のフレキシブルプリント基板として、図1に示す参考例のような多層導体回路を有するものを使用した。なお、多層導体回路は、厚さが0.5mmの箔を所定層数積層した後、全体の厚さが前述のように35μmとなるまで圧延加工を繰り返すことにより作製したものである。このときの積層数及びその積層条件を下記表1に示す。また、前述の測定回数を下記表2に示す。

【0037】

【表1】

	No.	層の数	積層条件
参考例	1	3	全て銅箔
	2	5	全て銅箔
	3	7	全て銅箔
	4	3	表層を銅箔とし、銅箔と銀箔とを交互に積層
	5	5	表層を銅箔とし、銅箔と銀箔とを交互に積層
	6	7	表層を銅箔とし、銅箔と銀箔とを交互に積層
比較例	11	1	全て銅箔

【0038】

【表2】

	No.	疲労寿命（万回）					
		1	2	3	4	5	平均
参考例	1	523	472	695	489	520	540
	2	1897	1846	1678	1930	1850	1840
	3	1982	1867	2045	2183	1938	2003
	4	687	598	548	625	637	619
	5	2156	2148	2234	2056	2087	2136
	6	2215	2189	2126	2489	2272	2258
比較例	11	223	205	184	224	256	218

【0039】

上記表2に示すように、参考例の寿命は、単層である比較例11のものの2倍以上となった。そして、参考例2及び3のように、寿命は積層数の増加につれて飛躍的に延びた。また、参考例4乃至6のように、銅箔と銀箔とが交互に積層された場合でも、積層数の増加につれて長寿命化していた。

【0040】

更に、各参考例及び比較例について、疲労試験を100万回、500万回又は1000回で中止したものの断面を観察したところ、いずれの実施例においても、疲労によって表層側に発生したクラックの進展は、下層との界面において食い止められていた。

【0041】

実施例

実施例では、試験対象のフレキシブルプリント基板として、図2の実施例のような微細結晶粒導体回路を有するものを使用した。このときの厚さ方向における平均結晶粒径、表面から裏面までの結晶粒界の最小分岐点数及びその内容を下記表3に示す。また、前述の測定回数を下記表4に示す。

【0042】

【表 3】

	No.	結晶粒径 (μm)	最小分岐点数	内容
実施例	7	8.9	13	0.05質量%Ag添加Cu合金
	8	4.5	18	0.05質量%Sn添加Cu合金
	9	2.1	38	0.05質量%Nb添加Cu合金
比較例	12	24.6	3	市販電解箔
	13	18.3	2	市販圧延箔

【0043】

10

【表 4】

	No.	疲労寿命 (万回)					
		1	2	3	4	5	平均
実施例	7	1205	1151	1233	1045	1184	1164
	8	1465	1233	1561	1334	1388	1396
	9	1785	1840	1547	1680	1940	1758
比較例	12	223	205	184	224	256	218
	13	145	89	127	64	86	102

【0044】

20

上記表4に示すように、実施例7乃至9においては、0.05質量%以上の再結晶温度を上昇させる元素（Ag、Sn又はNb）が添加され厚さ方向における平均結晶粒径が10 μm 以下の圧延箔を使用して導体回路が形成されているので、屈曲寿命が1000万回を超えた。Zn、Be及びCdの添加によっても結晶粒は微細化されるので、同様の効果が得られるものと考えられる。

【0046】

一方、比較例12においては、Cuの含有量が99.8質量%で厚さ方向における平均結晶粒径が本発明範囲の上限を超える市販圧延箔を使用して導体回路が形成されているので、厚さ方向に結晶粒は1又は2個程度しか存在せず、クラックが容易に裏面に達するまで進展したので、屈曲寿命が218万回と極めて短かった。

30

【0047】

比較例13においては、金属組織が粗大なデンドライト状組織で厚さ方向における平均結晶粒径が本発明範囲の上限を超える市販電解箔を使用して導体回路が形成されているので、屈曲寿命が比較例12と比しても著しく低かった。

【0048】

更に、各実施例及び比較例について、疲労試験を100万回、500万回又は1000回で中止したものの断面を観察したところ、疲労によって発生したクラックは結晶粒界に沿って進展しており、いずれの実施例においても、その進展は金属組織内に多数存在する粒界の交差点において食い止められていた。

【図面の簡単な説明】

40

【0049】

【図1】本発明の参考例に係るフレキシブルプリント基板を示す模式図である。

【図2】本発明の実施例に係るフレキシブルプリント基板を示す模式図である。

【図3】疲労試験の方法を示す模式図である。

【図4】従来のフレキシブルプリント基板の製造方法を示す模式図である。

【符号の説明】

【0050】

1、5、21、25；ベースフィルム

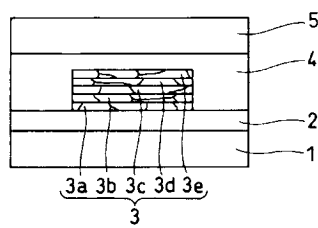
2、4、22、24；接着剤

3、6、23；回路

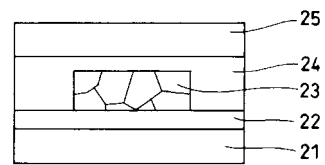
50

3 a、3 b、3 c、3 d、3 e；金属箔
 1 1；フレキシブルプリント基板
 1 2、1 3；治具

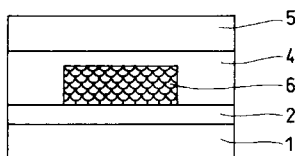
【図 1】



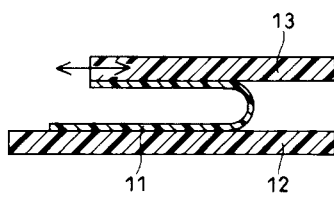
【図 4】



【図 2】



【図 3】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開平07-188969 (JP, A)
特表平11-501268 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H05K 1/09
H05K 1/03