

(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2009-31801

(P2009-31801A)

(43) 公開日 平成21年2月12日(2009.2.12)

(51) Int.Cl. F I テーマコード (参考)
G 0 9 F 9/00 (2006.01) G 0 9 F 9/00 3 0 4 B 5 G 4 3 5

審査請求 有 請求項の数 8 O L (全 19 頁)

(21) 出願番号	特願2008-205222 (P2008-205222)	(71) 出願人	507393218
(22) 出願日	平成20年8月8日 (2008.8.8)		グラフィック、インターナショナル、ホールディングス、インコーポレーテッド
(62) 分割の表示	特願2007-273884 (P2007-273884)の分割		GrafTech International Holdings Inc.
原出願日	平成16年10月14日 (2004.10.14)		アメリカ合衆国オハイオ州、パルマ、スノー、ロード、12900
(31) 優先権主張番号	10/685103	(74) 代理人	100070002
(32) 優先日	平成15年10月14日 (2003.10.14)		弁理士 川崎 隆夫
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(74) 代理人	100076439
(31) 優先権主張番号	10/844537		弁理士 飯田 敏三
(32) 優先日	平成16年5月12日 (2004.5.12)	(74) 代理人	100118131
(33) 優先権主張国	米国 (US)		弁理士 佐々木 渉
		(74) 代理人	100131288
			弁理士 宮前 尚祐

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】放射型ディスプレイ装置の熱拡散方法

(57) 【要約】

【課題】プラズマディスプレイパネル又は発光ダイオード用の放射型ディスプレイ装置用の熱拡散方法を提供する。

【解決手段】複数の放電セルを有する放射型ディスプレイ装置の熱拡散方法であって、実質的にヒートスプレッドの主表面の1つの主表面の全てで、複数の放電セル上を覆うようにヒートスプレッドを放射型ディスプレイ装置と熱的に直接接触させて配置し、前記ヒートスプレッドを、前記放射型ディスプレイ装置に該放射型ディスプレイ装置の姿勢に関係なく所定位置に十分に維持するように接着させる。前記ヒートスプレッドは2つの主表面を含み、かつ剥離グラファイトの圧縮粒子からなる少なくとも1枚のシートを含み、かつ前記剥離グラファイトの圧縮粒子からなる少なくとも1枚のシートを、放射型ディスプレイ装置に、前記グラファイトのグラフェン層が前記ヒートスプレッドの主表面と実質的に平行に整列するように前記放射型ディスプレイ装置に接着させる熱拡散方法。

【選択図】 なし

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

複数の放電セルを有する放射型ディスプレイ装置の熱拡散方法であって、実質的にヒートスプレッダの主表面の 1 つの主表面の全てで、複数の放電セル上を覆うようにヒートスプレッダを放射型ディスプレイ装置と直接熱的に接触させるように配置し、前記ヒートスプレッダを、前記放射型ディスプレイ装置に該放射型ディスプレイ装置の向きに関係なく所定位置に十分に維持するために接着させることを有し、前記ヒートスプレッダは 2 つの主表面を含み、かつ剥離グラファイトの圧縮粒子からなる少なくとも 1 枚のシートを含み、前記剥離グラファイトの圧縮粒子からなる少なくとも 1 枚のシートを、前記グラファイトのグラフェン層が前記ヒートスプレッダの主表面と実質的に平行に整列するように前記放射型ディスプレイ装置に接着させる熱拡散方法。

10

【請求項 2】

前記放射型ディスプレイ装置がプラズマディスプレイパネルを含む、請求項 1 に記載の熱拡散方法。

【請求項 3】

剥離グラファイトの圧縮粒子からなる複数のシートを含む積層を含む、請求項 1 に記載の熱拡散方法。

【請求項 4】

前記ヒートスプレッダは非グラファイト材料の層を含む、請求項 1 に記載の熱拡散方法。

20

【請求項 5】

前記非グラファイト材料の層は、金属、ポリマー、又は、絶縁材料を含む、請求項 4 に記載の熱拡散方法。

【請求項 6】

前記の、剥離グラファイトの圧縮粒子からなる少なくとも 1 枚のシートが、前記放射型ディスプレイ装置に少なくとも 1 平方センチメートル当たり約 125 グラムの最小ラップシェア接着強度を実現する接着剤で接着されている、請求項 1 に記載の熱拡散方法。

【請求項 7】

前記接着剤は、ヒートスプレッダ材料自体と比較して、前記接着剤／ヒートスプレッダ材料の全厚の熱抵抗を約 35 % 以下だけ増加させる、請求項 6 に記載の熱拡散方法。

30

【請求項 8】

前記放射型ディスプレイ装置が、発光ダイオードを含む請求項 1 に記載の熱拡散方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

44070 オハイオ州、ノース オムステッド、コロンビア ロード 5250 番地、アパート 405 号に在住の米国民ティモシー クロベスコ (Timothy Clovesko)、44023 オハイオ州、シャグリン フォールズ、プラム クリーク トレイル 17635 番地に在住の米国民ジュリアン ノーレイ (Julian Norley)、44129 オハイオ州、パルマ、イーリー ヴィスタ ドライブ 5608 番地に在住の米国民マーチン デビッド スマーク (Martin David Smallc)、及び、44136 オハイオ州、ストロングスヴィル、ジュニパー コート 10094 番地に在住の米国民ジョセフ ポール キャップ (Joseph Paul Capp) は、新しい有用な「放射型ディスプレイ装置用ヒートスプレッダ (Heat Spreader for Emissive Display Device)」を発明したことを証する。

40

【0002】

(関連出願)

本願は、ノーレイ、スマーク、キャップ及びクロベスコの名において 2003 年 10 月 14 日に提出され、名称が「プラズマディスプレイパネル用ヒートスプレッダ (Heat

50

Spreader for Plasma Display Panel)」である、
係属中の同一出願人による米国特許出願第10/685,103号の一部継続出願であり、
その開示内容は参考のためここに組み込まれる。

【0003】

本発明は、プラズマディスプレイパネル（PDP）又は発光ダイオード（LED）のような放射型ディスプレイ装置に有用であるヒートスプレッダ、及び、これらの装置によってもたらされる固有の熱問題に関係する。

【背景技術】

【0004】

プラズマディスプレイパネルは、複数の放電セルを含むディスプレイ装置であり、放電セルの電極に電圧を印加することにより像を表示するように構成され、これにより望ましい放電セルに発光させる。プラズマディスプレイパネルの主要部であるパネルユニットは、複数の放電セルを間に挿むように2枚のガラス基板を一つに接合することにより製造される。

【0005】

プラズマディスプレイパネルにおいて、像形成のため発光させられる各放電セルは熱を発生し、それぞれは全体としてプラズマディスプレイパネルの温度を上昇させる熱源の構成要素となる。放電セルに発生した熱は、基板を形成するガラスに伝達されるが、パネル面に平行な方向の熱伝導は、ガラス基板材料の特性のために困難である。

【0006】

その上、発光のため作動された放電セルの温度は著しく上昇し、一方、作動されていない放電セルの温度はそれほど上昇しない。このため、プラズマディスプレイパネルのパネル面温度は、像が生成されるエリアで局部的に上昇する。さらに、白色又はより明るい色のスペクトルで作動された放電セルは、黒色又はより暗い色のスペクトルで作動された放電セルよりも多くの熱を発生する。したがって、パネル面の温度は、像を作成する際に生成される色に応じて局部的に異なる。これらの局部的な温度差は、この差を改善するための処置が施されない限り、影響を受ける放電の熱劣化を加速する可能性がある。加えて、ディスプレイ上の像の性質が変化するとき、局部的な熱発生の場所はその像と共に変化する。

【0007】

さらに、作動された放電セルと作動されていない放電セルとの間の温度差は大きくなる可能性があり、白色光を発生する放電セルとより暗い色を発生する放電セルとの間の温度差はまた大きくなる可能性があるので、応力がパネルユニットに加わり、従来のプラズマディスプレイパネルは亀裂及び破損を生じる傾向がある。

【0008】

放電セルの電極に印加される電圧が増加するとき、放電セルの輝度は増加するが、このようなセルにおける熱発生量も増加する。このように、作動用の電圧が大きいこれらのセルは、より熱劣化を受けやすく、かつ、プラズマディスプレイパネルのパネルユニットの破損問題を悪化させる。LEDは、熱発生に関してPDPと同じ問題を示す。

【0009】

パネルの背部と放熱ユニットとの間の空間を充填し、局部的な温度差を一様にするため、プラズマディスプレイパネル用の熱伝達材料として、いわゆる「高配向グラファイトフィルム」を使用することは、特許文献1に森田、一柳、池田、西木、井上、光明寺、及び、川島によって提案されているが、フレキシブルなグラファイトシートを使用すること、及び、その明確な効果は示唆されていない。その他に、ツェン（T z e n g）の特許文献2は、電子部品のような熱源用の（この特許ではサーマルインタフェースという名前で称される）ヒートスプレッダとして、剥離グラファイトの圧縮粒子のシートを使用することを開示している。實際上、このような材料は、オハイオ州レークウッドのアドバンスドエネルギーテクノロジー社（Advanced Energy Technology Inc.）から、そのeGraf（トレードマーク）700クラスの材料として、市販

10

20

30

40

50

されている。

【0010】

グラファイトは、炭素原子の六角形配列又は網の層平面により構成される。六角形状に配置された炭素原子の層平面は、実質的に平らであり、相互に実質的に平行及び等間隔になるように配向され若しくは規則正しく並べられる。実質的に平坦、平行、等間隔の炭素原子のシート又は層は、一般的に、グラフェン層若しくは基底面と呼ばれ、一体的に連結又は接合され、それらのグループは結晶状に配列される。非常に規則正しく並べられたグラファイトは、かなりサイズの大きい結晶により構成され、この結晶は相互に高度に整列若しくは配向され、非常に規則正しく並べられた炭素層を有する。換言すると、非常に規則正しく並べられたグラファイトは、高度の好ましい結晶配向性を有する。なお、グラファイトは、異方性構造をもち、したがって、熱伝導率及び導電率のような非常に指向性のある多数の特性を示し、若しくは、多数の特性を有することに注意する必要がある。

10

【0011】

簡単に説明すると、グラファイトは、炭素の積層構造、すなわち、弱いファン・デル・ワールス力により一つに結合された炭素原子の重層又は積層により構成された構造として特徴付けられる。グラファイト構造を考える場合、通常、二つの軸又は方向、すなわち、c 軸又は方向と a 軸又は方向とが着目される。簡単のため、c 軸又は方向は、炭素層に垂直な方向であるとみなされる。a 軸又は方向は、炭素層に平行な方向、又は、c 方向に垂直な方向であるとみなされる。フレキシブルなグラファイトシートを製造するために適したグラファイトは、非常に高度な配向性を持つ。

20

【0012】

上述のように、平行な炭素原子の層を一体的に保持する結合力は弱いファン・デル・ワールス力だけである。天然グラファイトは、層に垂直な方向、すなわち、c 方向に著しく拡張し、これにより、炭素層の層状特性が実質的に維持された拡大若しくは膨張したグラファイト構造を形成するため、重ね合わされた炭素層又は積層の間の間隔をかなり広げることが可能である。

【0013】

非常に拡張され、より詳細には、最終的な厚さ、すなわち、元の c 方向寸法の約 80 倍以上の c 方向寸法を持つように拡張されたグラファイトフレークは、バインダを使用することなく、例えば、ウェブ、紙、ストライプ、テープ、箔、マット等のような（典型的に「フレキシブルなグラファイト」と称される）拡張されたグラファイトの粘着性のあるシート、又は、統合されたシートに形成可能である。元の c 方向寸法よりも約 80 倍以上の最終厚又は c 寸法を有するように拡張されたグラファイト粒子を、結合用材料を用いることなく、圧縮によって、統合されたフレキシブルなシートに形成することは、体積的に拡張されたグラファイト粒子間に実現される機械的なインターロック、すなわち、凝集によって可能であると考えられる。

30

【0014】

フレキシビリティの他に、シート材料は、上記のように、高圧縮から得られたシートの向かい合った面に実質的に平行である拡張されたグラファイト粒子及びグラファイト層の配向のために、熱伝導率に関して高度の異方性をもち、これは、特に熱放散アプリケーションで有効であることも分かっている。このようにして製造されたシート材料は、優れたフレキシビリティ、良好な強度、及び、高度の配向性を有する。

40

【0015】

簡単に説明すると、フレキシブルな、バインダを用いない異方性グラファイトシート材料、例えば、ウェブ、紙、ストライプ、テープ、箔、マット等を製造するプロセスは、実質的に、平坦であり、フレキシブルな、統合されたグラファイトシートを形成するため、所定の荷重下で、バインダを用いることなく、元の粒子の c 方向寸法よりも約 80 倍以上である c 方向寸法を有する拡張されたグラファイト粒子を圧縮又は小型化する。圧縮後に、一般的に、虫のような、すなわち、虫状の外観をした拡大されたグラファイト粒子は、圧縮永久歪みと、シートの対向した主要面とのアライメントとを維持するであろう。シー

50

ト材料の密度及び厚さは、圧縮の程度を制御することにより可変である。シート材料の密度は、約 0.04 g/cc から約 2.0 g/cc の範囲に入る。

【0016】

フレキシブルなグラファイトシート材料は、シートの主要な対向した平行な表面に平行なグラファイト粒子のアライメントにより、かなりの程度の異方性を示し、この異方性の程度は、配向性を増加させるため、シート材料の圧縮後に増加する。圧縮された異方性シート材料において、厚さ、すなわち、対向した平行なシート表面に垂直な方向は、c 方向であり、長さ及び幅に沿って広がる方向、すなわち、対向した主要面に沿った方向又は平行な方向は、a 方向であり、シートの熱特性及び電気特性は、c 方向と a 方向に関して、桁の単位で、大きく異なる。

10

【0017】

このように、放射型ディスプレイ装置用の軽量、かつ、費用効率の高いヒートスプレッドが待望される。望ましいスプレッドは、スプレッドが接触している装置のエリアで温度差のバランスを取る機能を備え、これにより、パネルに加えられる熱応力を低減させ、ホットスポット位置における変化を補償するべきである。

【0018】

米国特許第 3,404,061 号は、フレキシブルグラファイトシートの製造方法に関する特許であるが、熱拡散プラズマディスプレイパネル、或いは他のタイプのディスプレイパネルは何ら開示されていない。

【0019】

米国特許第 4,895,713 号は、グラファイトを補間することによりフレキシブルグラファイトシートを形成する方法を開示している。本特許においても、このようにして形成されたフレキシブルグラファイトシートを熱拡散のために使用することは開示されていない。また、このシートを、プラズマディスプレイパネル或いは他のタイプのディスプレイパネルのためのヒートスプレッドとして使用することについて、開示も示唆もされていない。

20

【0020】

米国特許第 5,831,374 号には、グラファイトフィルム或いはグラファイトシートを、プラズマディスプレイパネルのための熱インターフェース材料として使用することが開示されている。しかし、本特許は、剥離グラファイトの圧縮粒子のシートを、プラズマディスプレイパネル或いは他のディスプレイ装置のためのヒートスプレッドとして使用することを教示するものではない。

30

【0021】

米国特許第 5,902,762 号は、樹脂透過性を高めるためにセラミックファイバが埋め込まれたフレキシブルグラファイトシートを開示している。しかし、このようなシートをプラズマディスプレイパネル或いは他のタイプのディスプレイパネルのためのヒートスプレッドとして使用することについては何も開示されていない。

【0022】

米国特許第 6,245,400 号は、非担体粘着剤基材と剥離ライナーとを有するフレキシブルグラファイトシートを開示している。本特許において、プラズマディスプレイパネル或いは他のタイプのディスプレイパネルのためのヒートスプレッドは一切開示も示唆もされていない。

40

【0023】

米国特許第 6,482,520 号は、ヒートスプレッドとしてのフレキシブルグラファイトシートの使用に関する特許である。しかし、本特許において、このような熱拡散フレキシブルグラファイトシートを、プラズマディスプレイパネル或いは他のディスプレイ装置のためのヒートスプレッドとして介在させることは全く開示されていない。

【0024】

米国特許第 6,737,790 号は、像形成装置を開示しており、この像形成装置は、当該装置を構成する基板の部分表面領域を受ける領域における表面に設けられた断熱部材

50

を有している。しかし、プラズマディスプレイパネル或いは他のディスプレイ装置等のパネルの背面に設置された剥離グラファイトの圧縮粒子のシートを使用して、パネル或いは他の装置の全表面に亘ってパネル内に生じる熱を拡散させることについては何ら開示されていない。

【0025】

特開平10-56114号公報は、プラズマディスプレイパネル或いは他のディスプレイ装置のためのヒートスプレッタを教示するものではない。

【0026】

特開平11-179830号公報は、フレキシブルグラファイトシートを、プラズマディスプレイパネル或いは他のディスプレイパネルのためのヒートスプレッタとして介在させること教示するものではない。

10

【特許文献1】米国特許第5,831,374号

【特許文献2】米国特許第6,482,520号

【特許文献3】米国特許第3,404,061号

【特許文献4】米国特許第4,895,713号

【特許文献5】米国特許第3,404,061号

【特許文献6】米国特許第4,895,713号

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0027】

20

したがって、本発明の目的は、プラズマディスプレイパネル又は発光ダイオード用の放射型ディスプレイ装置用のヒートスプレッタを提供することである。

【0028】

本発明の別の目的は、上記のヒートスプレッタを用い放射型ディスプレイ装置の使用中にパネルに生ずる温度差を改善する放射型ディスプレイ装置の熱拡散方法を提供することである。

【0029】

本発明のさらに別の目的は、パネル上の任意の二つの位置の間の温度差がヒートスプレッタの無いパネルよりも低減されるように、ヒートスプレッタを用いプラズマディスプレイパネルのような熱源の熱拡散方法を提供することである。

30

【0030】

本発明の別の目的は、プラズマディスプレイパネル又は発光ダイオードのような熱源又は熱源の集合に適用可能であり、ヒートスプレッタと装置との間に良好な熱接触状態で付着するヒートスプレッタ材料を用いた熱拡散方法を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0031】

以下の説明を読むことにより当業者に明白になる上記及びその他の目的は、装置の背面に対向する放電セルの部分の表面積よりも大きい表面積を有する、剥離グラファイトの圧縮粒子の少なくとも1枚のシートを含む、放射型ディスプレイ装置用のヒートスプレッタを提供することにより達成される。放射型ディスプレイ装置は、プラズマディスプレイパネルでもよく、また、発光ダイオードパネルでもよい。より好ましくは、剥離グラファイトの圧縮粒子の少なくとも1枚のシートは、装置の背面に対向する複数の放電セルの部分の表面積よりも大きい表面積を有する。有利的には、ヒートスプレッタは、剥離グラファイトの圧縮粒子の複数のシートを含む積層である。

40

【0032】

好ましい一実施例において、ヒートスプレッタは、その上に接着剤と、剥離材料と、を有し、剥離材料は、接着剤がヒートスプレッタと剥離材料との間に挿まれるように配置されている。剥離材料及び接着剤は、剥離材料がヒートスプレッタに望ましくない損傷を加えることなく、所定のレートで剥離できるように選択される。實際上、接着剤及び剥離材料は、毎秒1メートルの剥離速度で1センチメートル当たり約40グラム未満の、より好

50

ましくは、毎秒１メートルの剥離速度で１センチメートル当たり約１０グラム未満の平均剥離荷重を与える。

【００３３】

さらに、接着剤は、好ましくは、１平方センチメートル当たり少なくとも約１２５グラムの最小ラップシエ接着強度を実現し、より好ましくは、１平方センチメートル当たり少なくとも約７００グラムの平均ラップシエ接着強度を実現する。接着剤は、接着剤／ヒートスプレッタ材料の全厚の熱抵抗を、ヒートスプレッタ材料自体よりも約３５％を超えて増加させないことが必要である。接着剤の厚さは、約０．０１５ミリメートル（mm）よりも厚くすべきではなく、より好ましくは、約０．００６mmよりも厚くすべきではない。

10

【００３４】

上記の概略的な説明及び下記の詳細な説明の両方は、本発明の実施例を提供し、請求項に記載されているような発明の本質及び特徴の概要及び理解の枠組みを与えることを意図していることに注意する必要がある。添付図面は、本発明のさらなる理解が得られるように包含され、明細書の一部に組み込まれ、明細書の一部を構成する。図面は、本発明の種々の実施例を例示し、説明と一体となって、発明の原理及び動作を記述するために役立つ。

【発明を実施するための最良の形態】

【００３５】

グラファイトは、平面間の弱い結合によって平坦な層状平面内で共有結合した原子を含む結晶形式の炭素である。上記のグラファイトのフレキシブルシートのような原材料を獲得する際に、天然グラファイトフレークのようなグラファイトの粒子は、典型的に、例えば、硫酸及び硝酸の溶液のインターカランantで処理され、グラファイトの結晶構造は、グラファイトとインターカランantの化合物を形成するため反応する。処理されたグラファイトの粒子は、以下、「インターカレート化されたグラファイトの粒子」と称される。高温にさらされると、グラファイト内のインターカランantは分解し蒸発し、インターカレート化されたグラファイトの粒子の寸法を、c方向、すなわち、グラファイトの結晶面に垂直な方向にアコーディオンのような形で、元の体積の約８０倍以上に拡大する。拡大された（或いは、剥離された）グラファイト粒子は、外観が虫のようなため、一般的に、ワーム（worm）と称される。このワームは、フレキシブルシートへ一体的に圧縮してもよく、フレキシブルシートは、元のグラファイトフレークとは異なり、様々な形状に形成、切断することが可能であり、変形させる機械的衝撃により小さい横の開口が設けられる。

20

30

【００３６】

本発明で使用するために適したフレキシブルシート用のグラファイト出発物質は、有機酸及び無機酸、並びに、塩素をインターカレート化する機能を備えた高度にグラファイト的な炭質物質を含み、熱にさらされたとき膨張する。これらの高度にグラファイト的な炭質物質は、最も好ましくは、約１．０のグラファイト化の程度を持つ。この明細書で 사용되는ように、用語「グラファイト化の程度」は、次式

$$g = (3.45 - d(002)) / 0.095$$

40

に従う値 g を表し、ここで、 $d(002)$ は、オングストローム単位で測定された結晶構造の炭素のグラファイト層間の間隔である。グラファイト層間の間隔 d は、標準的なX線回折技術により測定される。 (002) 、 (004) 及び (006) ミラー指数に対応する回折ピークの位置が測定され、標準的な最小二乗法がこれらのピークのすべてに対する合計誤差を最小化する間隔を導出するため利用される。高度にグラファイト的な炭質物質の例には、様々な原料からの天然グラファイト、並びに、化学蒸着法、ポリマーの高温熱分解、又は、溶融金属溶液からの結晶化によって精製されたグラファイトのようなその他の炭質物質等が含まれる。天然グラファイトが最も好適である。

【００３７】

本発明で使用するフレキシブルシート用のグラファイト出発物質は、出発物質の結晶

50

構造が要求されたグラファイト化の程度を維持し、剥離化可能である場合に限り、非グラファイト成分を含有してもよい。一般的に、結晶構造が要求されたグラファイト化の程度をもち、剥離化することができる任意の含炭素物質は、本発明と共に使用するため適している。このようなグラファイトは、好ましくは、20重量パーセント未満の灰分量を有する。より好ましくは、本発明のため利用されるグラファイトは、少なくとも約94%の純度を持つ。最も好ましい実施例では、利用されるグラファイトは少なくとも約98%の純度を持つ。

【0038】

グラファイトシートを製造する一般的な方法は、シェーン（Shane）らによる特許文献3に記載され、その開示内容は参考のためここに引用される。シェーン外の方法の典型的な実施態様では、天然グラファイトフレークは、例えば、硝酸と硫酸の混合物を含有する溶液に、有利的には、100重量部のグラファイトフレーク（pph）に約20から約300重量部のレベルのインターカレント溶液でフレークを分散させることによりインターカレート化される。このインターカレーション溶液は、技術的に知られている酸化剤及びその他のインターカレート化剤を含む。その例には、例えば、硝酸、塩化カリウム、クロム酸、過マンガン酸カリウム、クロム酸カリウム、重クロム酸カリウム、過塩素酸等のような酸化剤及び酸化混合物を含む溶液、又は、例えば、濃縮硝酸と塩素酸塩、クロム酸とリン酸、硫酸と硝酸のような混合物、又は、例えば、トリフルオロ酢酸のような強有機酸と、有機酸に可溶性の強酸化剤との混合物が含まれる。或いは、グラファイトの酸化を誘発するため電位を使用してもよい。電解酸化を使用してグラファイト結晶に導入することができる化学種は、硫酸並びにその他の酸を含む。

【0039】

好ましい一実施例において、インターカレート化剤は、硫酸、若しくは、硫酸及びリン酸と、酸化剤との、すなわち、硝酸、過塩素酸、クロム酸、過マンガン酸カリウム、過酸化水素、ヨウ素酸若しくは過ヨウ素酸等との混合物の溶液である。それほど好ましくはないが、インターカレーション溶液は、塩化第二鉄、及び、硫酸と混合された塩化第二鉄のようなハロゲン化金属、又は、臭素と硫酸の溶液としての臭素、若しくは、有機溶媒中の臭素のようなハロゲン化物を含有する。

【0040】

インターカレーション溶液の量は、約20から約350pphまで、より典型的には、約40から約160pphまで変化する。フレークがインターカレート化された後、過剰な溶液はフレークから抜き取られ、フレークは水洗される。

【0041】

或いは、インターカレーション溶液の量は約10から約40pphに制限してもよく、これにより、参考のためここに引用された特許文献4に教示され、記載されているように洗浄ステップを省くことができる。

【0042】

インターカレーション溶液で処理されたグラファイトフレークの粒子は、任意的に、例えば、混合によって、25℃から125℃の範囲の温度で酸化インターカレート化溶液の表面膜と反応するアルコール、糖質、アルデヒド、及び、エステルより選択された還元性有機剤と接触させられる。適切な具体的な有機剤には、ヘキサデカノール、オクタデカノール、1-オクタノール、2-オクタノール、デシルアルコール、1, 10-デカンジオール、デシルアルデヒド、1-プロパノール、1, 3-プロパンジオール、エチレングリコール、ポリプロピレングリコール、デキストロース、フルクトース、ラクトース、スクロース、ポテトスターチ、エチレングリコールモノステアレート、ジエチレングリコールジベンゾエート、プロピレングリコールモノステアレート、グリセロールモノステアレート、ジメチルオキシレート、ジエチルオキシレート、蟻酸メチル、蟻酸エチル、アスコルビン酸、及び、リグノサルフェートナトリウムのようなリグニンから誘導された化合物が含まれる。有機還元剤の量は、グラファイトフレークの約0.5から4重量%が適当である。

【0043】

インターカレーションの前、最中、又は、直後に適用される拡張エイドの使用は、さらなる改善をもたらす。これらの改善には、剥離温度の低下と、拡張体積（「フォーム体積」とも称される）の増加と、が含まれる。これに関連した拡張エイドは、有利的には、拡張の改善を達成するためインターカレーション溶液に十分に溶解する有機材料である。より詳細には、炭素、水素及び酸素を含有し、好ましくは、その他を含有しないタイプの有機材料が利用される。カルボン酸は特に有効であることが分かっている。拡張エイドとして有用な適切なカルボン酸は、少なくとも1個の炭素原子、好ましくは、最大で約15個の炭素原子を含み、剥離の一つ以上の局面の測定可能な改善を行うために効果的な量がインターカレーション溶液に溶解する、芳香族、脂肪族、脂環式、直鎖若しくは分岐鎖、飽和及び不飽和のモノカルボン酸、ジカルボン酸、並びに、ポリカルボン酸から選択される。適切な有機溶媒は、インターカレーション溶液中の有機拡張エイドの可溶性を改善するために利用され得る。

10

【0044】

飽和脂肪族カルボン酸の代表的な例は、化学式 $H(CH_2)_nCOOH$ のような酸であり、ここで、 n は0から5の数であり、蟻酸、酢酸、プロピオン酸、酪酸、ペンタン酸、ヘキサン酸等が含まれる。カルボン酸の代わりに、無水物、又は、アルキルエステルのような反応性カルボン酸誘導体を利用してもよい。アルキルエステルの代表例は、蟻酸メチル及び蟻酸エチルである。硫酸、硝酸及びその他の公知の水溶性インターカラントは、蟻酸を最終的に水と二酸化炭素に分解する能力を備えている。このため、蟻酸及びその他の高感度拡張エイドは、有利的には、フレークを水溶性インターカラントに浸水する前にグラファイトフレークと接触させられる。代表的なジカルボン酸は、2から12個の炭素を含む脂肪族ジカルボン酸、特に、シュウ酸、フマル酸、マロン酸、マレイン酸、琥珀酸、グルタル酸、アジピン酸、1, 5-ペンタンジカルボン酸、1, 6-ヘキサンジカルボン酸、1, 10-デカンジカルボン酸、シクロヘキサン-1, 4-ジカルボン酸、及び、フタル酸又はテレフタル酸のような芳香族ジカルボン酸である。代表的なアルキルエステルは、ジメチルオキシレートとジエチルオキシレートである。代表的な脂環式酸はシクロヘキサンカルボン酸であり、代表的な芳香族カルボン酸は、安息香酸、ナフトエ酸、アントラニル酸、*p*-アミノ安息香酸、サリチル酸、*o*-, *m*-及び*p*-トリル酸、メトキシ及びエトキシ安息香酸、アセトアセタミド安息香酸、アセタミド安息香酸、フェニル酢酸、及び、ナフトエ酸である。代表的なヒドロキシ芳香族酸は、ヒドロキシ安息香酸、3-ヒドロキシ-1-ナフトエ酸、3-ヒドロキシ-2-ナフトエ酸、4-ヒドロキシ-2-ナフトエ酸、5-ヒドロキシ-1-ナフトエ酸、5-ヒドロキシ-2-ナフトエ酸、6-ヒドロキシ-2-ナフトエ酸、及び、7-ヒドロキシ-2-ナフトエ酸である。有名なポリカルボン酸はクエン酸である。

20

30

【0045】

インターカレーション溶液は水溶性であり、好ましくは、剥離を改善するために効果的な約1から10%の量の拡張エイドを含有する。拡張エイドが水性インターカレーション溶液に浸水される前又は後にグラファイトフレークと接触させられる本実施例では、拡張エイドは、典型的に、グラファイトフレークの約0.2%から約10%の重量%の量がV型ブレンダのような適当な手段によってグラファイトと混ぜられる。

40

【0046】

グラファイトフレークをインターカレート化した後、インターカレート化されたグラファイトフレークと有機還元剤との混合に続いて、混合物は、還元剤とインターカレート化されたグラファイトフレークの反応を促進するため、25℃から125℃までの範囲の温度にさらされる。加熱期間は、最大で20時間であり、加熱期間がより短い場合、例えば、少なくとも約10分である場合、温度は上記の範囲内でより高い温度である。30分以下の時間、例えば、10から25分のオーダーの時間は、より高温で利用される。

【0047】

上記のグラファイトフレークをインターカレート化し剥離化する方法は、グラファイト

50

化温度、すなわち、約 3 0 0 0 °C 以上の範囲の温度でグラファイトフレークを前処理し、潤滑添加剤をインターカランに包含することによって有利に補強される。

【0048】

グラファイトフレークの前処理又はアニーリングにより、フレークが次にインターカレーション化及び剥離化されるとき、拡張が著しく増大する（すなわち、拡張体積が 3 0 0 % 以上まで増加する）。實際上、望ましくは、拡張の増加は、アニーリングステップを伴わない類似した処理と比較すると、少なくとも約 5 0 % である。アニーリングステップのため利用される温度は、3 0 0 0 °C より著しく低下させるべきではない。なぜならば、温度が 1 0 0 °C 下がるだけで、拡張が実質的に縮小するからである。

【0049】

本発明のアニーリングは、インターカレーションとそれに続く剥離の後に拡張の程度が拡大されたフレークを得るために十分な時間に亘って実行される。典型的に、所要時間は 1 時間以上であり、好ましくは、1 から 3 時間であり、最も有利的には、不活性環境で進行する。最も有利な結果のため、アニーリングされたグラファイトフレークは、また、拡張程度を拡大するため、技術的に公知の他のプロセス、すなわち、有機還元剤、有機酸のようなインターカレーションエイドの存在下におけるインターカレーション、及び、インターカレーションに続く界面活性剤洗浄を受ける。さらに、最も有利な結果のため、このインターカレーションステップを繰り返してもよい。

【0050】

本発明のアニーリングステップは、グラファイト化の最新技術において公知であり評価されている誘導加熱又はその他のこのような装置で実行され、ここで利用される 3 0 0 0 °C の範囲に収まる温度は、グラファイト化プロセスで見られる範囲の最高である。

【0051】

インターカレーション前のアニーリングが施されるグラファイトを使用して製造されるワームは、場合によって一体的に「凝集」し、面積重量の一樣性に悪影響を与える可能性のあることが分かっているので、「自由に流れる」ワームの形成を助ける添加剤が非常に望ましい。インターカレーション溶液に潤滑添加剤を添加することにより、（グラファイトワームをフレキシブルグラファイトシートに圧縮（又は「カレンダーリング」）するため従来から使用されているカレンダステーションの台のような）圧縮装置の台上でのワームの分布をより一樣にすることが容易になる。したがって、出発グラファイト粒子が従来使用されているものよりも小さい場合であっても、得られるシートの面積重量一樣性はより高くなり、引張強さはより大きくなる。潤滑添加剤は、好ましくは、長鎖炭化水素である。長鎖炭化水素基を有するその他の有機化合物は、他の官能基が存在する場合でも、利用可能である。

【0052】

より好ましくは、潤滑添加剤は油であり、特に、鉱物油は酸敗し臭気を発する傾向が少なく、このことが長期保存のため重要な検討事項であることを考慮すると、鉱物油が最も望ましい。詳述した上記のある種の拡張エイドは潤滑添加剤の定義を満たすことに注意する必要がある。これらの材料が拡張エイドとして使用されるとき、別個の潤滑添加剤をインターカランに含有させる必要はない。

【0053】

潤滑添加剤は、少なくとも約 1 . 4 p p h の量で、より好ましくは、少なくとも約 1 . 8 p p h の量でインターカランに存在する。潤滑添加剤の含有量の上限は下限のように決定的ではないが、潤滑添加剤を約 4 p p h よりも高いレベルで含有しても重大な付加的な効果は得られないと思われる。

【0054】

このように処理されたグラファイトの粒子は、「インターカレート化グラファイトの粒子」と呼ばれる場合がある。例えば、少なくとも約 1 6 0 °C、特に、約 7 0 0 °C から 1 0 0 0 °C 以上の高温にさらすと、インターカレート化グラファイトの粒子は、c 方向に、すなわち、成分グラファイト粒子の結晶面に対して垂直方向に、アコーディオンのような形

10

20

30

40

50

で元の体積よりも約80から1000倍以上に拡張する。拡張された、すなわち、剥離されたグラファイト粒子は、外観が虫のようであるので、一般に、ワームと称される。ワームは、元のグラファイトフレークとは異なり、後述するように様々な形状に形成され、切断され得る小さい横の開口を有するフレキシブルシートに一体的に圧縮成形される。

【0055】

或いは、本発明のフレキシブルグラファイトシートは、新たに拡張されたワームではなく、再研磨されたフレキシブルグラファイトシートの粒子を利用してもよい。シートは、新たに形成されたシート材料、再生利用されたシート材料、スクラップシート材料、又は、その他の適当な原料でもよい。

【0056】

また、本発明のプロセスは、未使用材料と再生利用材料の混合物を使用してもよい。

【0057】

再生利用材料のための原材料は、上記の圧縮成形されたシート又はシートの形を整えられた部分でもよく、或いは、例えば、プレレンダー用ロールで圧縮されたシートでもよい。さらに、原材料は、樹脂含浸処理され、未だ硬化されていないシート又はシートの形を整えられた部分でもよく、或いは、樹脂含浸処理され、硬化されたシート又はシートの形を整えられた部分でもよい。原材料は、また、フローフィールドプレート若しくは電極のような再生利用されたフレキシブルグラファイトPEM燃料電池部品でもよい。グラファイトの様々な原料のそれぞれは、そのまま使用してもよく、又は、天然グラファイトフレークと混合してもよい。

【0058】

フレキシブルグラファイトシートの原材料が利用できるようになると、それは、次に、粒子を作るため、ジェットミル、エアミル、ブレンダーのような公知のプロセス又は装置によって粉砕される。好ましくは、大半の粒子は、20 U. S. meshを通過するような径を有し、より好ましくは、大部分（約20%よりも多数、最も好ましくは、約50%よりも多数）は、80 U. S. meshを通過しない。最も好ましくは、粒子の粒子サイズは約20 mesh以下である。

【0059】

粉砕された粒子のサイズは、グラファイトアーティクルの機械加工性及び成形性と、望ましい熱特性のバランスを保つように選択される。したがって、粒子が小さくなると、得られるグラファイトアーティクルは、機械加工及び／又は成形が容易になり、一方、粒子が大きくなると、グラファイトアーティクルはより高い異方性をもち、このため、面内の電気及び熱伝導率が大きくなる。

【0060】

原材料が樹脂含浸処理されているならば、好ましくは、この樹脂は粒子から取り除かれる。樹脂除去の詳細は後述する。

【0061】

原材料が粉砕され、樹脂が取り除かれると、再拡張される。再拡張は、上記のインターカレーション及び剥離プロセスと、シェーン（Shane）らの特許文献5及びグラレインケ（Greinke）らの特許文献6に記載されたそれらのプロセスを使用して行われる。

【0062】

典型的に、インターカレーション後に、粒子は、炉内でインターカレート化された粒子を加熱することにより剥離される。この剥離ステップ中に、インターカレート化された天然グラファイトフレークは、再利用されたインターカレート化粒子に添加される。好ましくは、再拡張ステップ中に、粒子は、少なくとも約100 cc/gから最大で約350 cc/g以上までの範囲の特定の体積を有するように拡張される。最後に、再拡張ステップ後、再拡張された粒子は、後述のように、フレキシブルシートに圧縮される。

【0063】

フレキシブルグラファイトシート及び箔は凝集性であり、優れたハンドリング強度をも

10

20

30

40

50

ち、例えば、圧縮成形によって、約0.025mmから3.75mmの厚さで、1立方センチメートル当たり約0.1から1.5グラム（g/cc）の典型的な密度まで適切に圧縮される。常に好ましいとは限らないが、フレキシブルグラファイトシートは、また、場合によっては、樹脂及び吸収樹脂で有利に処理され、硬化後に、フレキシブルグラファイトシートの耐湿性と、ハンドリング強度、すなわち、剛性とを改善し、シートの形態を「固定」する。使用されるとき、適当な樹脂含量は、好ましくは、少なくとも約5重量%であり、より好ましくは、約10から35重量%であり、最大で約60重量%であることが適当である。本発明の粒子において特に有用であることがわかった樹脂には、アクリル樹脂系、エポキシ樹脂系、及び、フェノール樹脂系、又は、それらの混合物が含まれる。適当なエポキシ樹脂系には、ジグリシジルエーテル又はビスフェノールA（DGEBA）に基づく樹脂系と、その他の多機能樹脂系と、が含まれ、利用可能なフェノール樹脂には、レゾール型とノボラック型のフェノールが含まれる。

10

【0064】

図を参照するに、樹脂含浸フレキシブルグラファイトシートの連続製造用のシステムが開示され、グラファイトフレーク及び液体インターカレント剤が反応炉104に満たされる。より詳細には、容器101が液体インターカレント剤を格納するため設けられる。容器101は、適切にはステンレス鋼製であり、導管106を用いて液体インターカレント剤で連続的に補給される。容器102は、グラファイトフレークを格納し、グラファイトフレークは、容器101からのインターカレント剤と一緒に反応炉104に取り入れられる。インターカレント剤とグラファイトフレークのそれぞれの反応炉104への投入速度は、例えば、バルブ108、107によって制御される。容器102内のグラファイトフレークは、導管109によって連続的に補給される。例えば、トレース酸類の如くのインターカレーションエンハンサのような添加物と有機薬品が、バルブ111によってその出力で測定されるディスペンサ110を用いて添加される。

20

【0065】

その結果得られたインターカレント化グラファイト粒子は、十分に湿り、酸で覆われ、（例えば、導管112を介して）洗浄タンク114へ導かれ、そこで、粒子は、有利的には、116で洗浄タンク114へ入り、118で洗浄タンク114から出る水で洗浄される。洗浄されたインターカレント化グラファイトフレークは、次に、例えば、導管120を介して、乾燥室122へ送られる。緩衝液、酸化防止剤、汚染軽減薬品のような添加剤は、拡張及び使用中に剥離の表面の化学的性質を変え、拡張を生じさせるガス排気を変えるために、容器119からインターカレント化グラファイトフレークの流れに添加される。

30

【0066】

インターカレント化グラファイトフレークは、好ましくは、約75℃から約150℃の温度で、一般的にインターカレント化グラファイトフレークの膨張又は拡張を回避して、乾燥炉122で乾燥される。乾燥後、インターカレント化グラファイトフレークは、例えば、導管126を用いて収集容器124へ連続的に供給され、次に、2で示されるようにストリームとして拡張容器128の火炎200に供給されることにより、ストリームとして火炎200に供給される。浸漬型石英ガラスファイバから作られたセラミックファイバ粒子と、カーボン及びグラファイトファイバと、ジルコニアと、窒化臭素、炭化珪素、及び、マグネシアファイバと、カルシウムメタシリケート繊維のような自然に発生する鉱物繊維と、酸化アルミニウムファイバ等のような添加物は、容器129から、127で導入された反応しないガスのエントレインによって進められたインターカレント化グラファイト粒子のストリームに添加される。

40

【0067】

インターカレント化グラファイト粒子2は、拡張室201内の火炎200を通過すると、c方向に80倍以上に拡張し、「虫のような」拡張された形態5をとり、129から導入され、インターカレント化グラファイト粒子のストリームと混ぜられた添加物は、基本的に火炎200を通過することによる影響を受けない。拡張されたグラファイト粒子5は

50

、重い灰分天然鉱物粒子が拡張されたグラファイト粒子から分離される重心分離器 130 を通過し、次に、上部が幅広にされたホッパー 132 へ入る。分離器 130 は、不要であるときには迂回してもよい。

【0068】

拡張された、すなわち、剥離されたグラファイト粒子 5 は、ホッパー 132 内で添加物と共に自由落下し、ランダムに分散し、例えば、トラフ 134 を介して、圧縮ステーション 136 へ送られる。圧縮ステーション 136 は、剥離された拡張グラファイト粒子 5 を収容するため間隔が設けられた、対向し、合流する移動多孔性ベルト 157、158 を含む。対向する移動ベルト 157、158 の間の間隔は減少するので、剥離された拡張グラファイト粒子は、148 に示されるように、例えば、厚さが約 25.4 から 0.075 m 10 m であり、特に、約 25.4 から 2.5 mm であり、密度が約 0.08 から 2.0 g/cm³ であるフレキシブルグラファイトのマットに圧縮される。拡張室 201 及びホッパー 132 から放出されるガスを取り除き、洗浄するため、気体洗浄装置 149 を使用してもよい。

【0069】

マット 148 は容器 150 を通され、噴射ノズル 138 からの液体樹脂を含浸され、この樹脂は、有利的には、真空室 139 によってマットを通過させられ、樹脂は、次に、好ましくは、乾燥炉 160 で乾燥され、樹脂の粘性が減少し、樹脂含浸処理されたマット 143 は、次に、カレンダーミル 170 内でロール圧縮されたフレキシブルグラファイトシート 147 へ密度を高められる。容器 150 及び乾燥炉 160 からのガス及び蒸気は、好ま 20 しくは、気体洗浄装置 165 に収集され、洗浄される。

【0070】

高密度化の後、フレキシブルグラファイトシート 147 内の樹脂は、硬化装置 180 で少なくとも部分的に硬化される。或いは、部分的な硬化は、高密度化の前に行っても構わないが、高密度化後の硬化の方が好ましい。

【0071】

しかし、好ましい実施例では、フレキシブルグラファイトシートは、樹脂含浸処理をされず、この場合、容器 150、乾燥炉 160 及び硬化装置 180 は省いてもよい。

【0072】

本願はプラズマディスプレイパネル用のヒートスプレッタのアプリケーションに関して記載されているが、新規性のある方法及びヒートスプレッタは、他の放射型ディスプレイ装置の熱源、又は、発光ダイオードのような（プラズマディスプレイパネルを構成する個々の放電セルの集合体と機能的に等価である）熱源集合体にも同様に適用可能である。

【0073】

現在製造されているプラズマディスプレイパネルのサイズは（隅から隅まで測定した場合に）1メートル以上になっている。したがって、このようなパネル上のホットスポットを冷却し、ホットスポットの影響を改善するために使用されるヒートスプレッタは、また、かなり大型であること、すなわち、約 270 ミリメートル×約 550 ミリメートルのオーダー、又は、約 800 ミリメートル×約 500 ミリメートル若しくはそれ以上と同じ大きさであることが要求される。上記のプラズマディスプレイパネルでは、各々がプラズマ 40 ガスを収容する数十万個のセルが存在する。電圧が各セルに印加されるとき、プラズマガスは、着色光を生ずるため各セルの蛍光体と反応する。プラズマを生成するためのガスをイオン化するためにかなりの電力が必要になるので、プラズマディスプレイは非常に高温になる。その上、パネルの特定領域の色に応じて、ホットスポットがスクリーン上に生成され、蛍光体の早期破損を生じ、ディスプレイの寿命を短縮し、パネル自体に熱応力を誘発する可能性がある。したがって、これらのホットスポットの影響を軽減するためヒートスプレッタが必要である。

【0074】

剥離されたグラファイトの圧縮粒子のシート、特に、剥離されたグラファイトの圧縮粒子のシートの積層は、プラズマディスプレイパネル用のヒートスプレッタとして格別に有 50

効であることがわかった。より詳しくは、剥離されたグラファイトの圧縮粒子の1枚以上のシートは、ここではフレキシブルグラファイトシートと称され、このフレキシブルグラファイトシートは、パネルの複数の熱源（すなわち、放電セル）の上を覆うように、プラズマディスプレイパネルの背面と熱的接触させて置かれる。換言すると、フレキシブルグラファイトシートの表面積は、プラズマディスプレイパネルの背面で放電セルの表面積よりも大きく、實際上、フレキシブルグラファイトシートの表面積は、プラズマディスプレイパネルの背面で複数の放電セルの表面積よりも大きい。さらに、本発明のヒートスプレッダを形成するためのフレキシブルグラファイト材料の性質によって、パネルによって表示される像が変化するとき、プラズマディスプレイパネルの種々の位置に発生するホットスポットからの熱が拡散される。

10

【0075】

フレキシブルグラファイトシート材料は、グラファイト以外の形でも、他の材料より適合性があるという性質があるので、ヒートスプレッダとプラズマディスプレイパネルとの間の接触抵抗は減少し、等価的な印加圧力が加えられた従来技術のヒートスプレッダを使用するときよりも優れた熱的接触を実現できる。

【0076】

本発明のフレキシブルグラファイトシート型のヒートスプレッダは、プラズマディスプレイパネル上の場所ごとの温度差（すなわち、 ΔT ）を減少させるように作用する。換言すると、白色像が作成される場所のようなパネル上のホットスポットと、それより暗い像が作成される隣接した場所との間の温度差は、本発明のフレキシブルグラファイト型ヒートスプレッダを用いることによって、フレキシブルグラファイトシートが存在しない場合の ΔT よりも縮小される。したがって、プラズマディスプレイパネルに加えられたであろう熱応力は減少し、パネルの寿命が延び、有効性が拡大する。さらに、ホットスポット（すなわち、熱スパイク）は低減するので、ユニット全体はより高い温度で動作させることができ、得られる像が改善される。

20

【0077】

實際上、グラファイトヒートスプレッダは、有利的には、特に、プラズマディスプレイパネルの組立プロセス中に、ヒートスプレッダをプラズマディスプレイパネルに接着するため、その上に接着剤の層が設けられる。この場合、グラファイトヒートスプレッダをプラズマディスプレイパネルに接着する前にグラファイトヒートスプレッダの保管と出荷を行うため、剥離ライナーを使用して、接着剤の上を覆い、剥離ライナーとグラファイトシートとの間に接着剤を挿むことが必要である。

30

【0078】

接着剤で覆われたグラファイトシート（又はシートの積層）を剥離ライナーとともに使用するためには、大量プラズマディスプレイパネル製造プロセスにおいて実際されるならば、ある必要条件を満たさなければならない。より詳細には、剥離ライナーは、グラファイトの層間剥離を起こすことなく、高速でシートから取り外すことができなければならない。層間剥離は、剥離ライナーが取り外されている間に、実質的に接着剤とグラファイトの一部をシートから引き剥がすときに起こり、グラファイトの損失と、グラファイトシート自体の欠陥と、グラファイトシートをプラズマディスプレイパネルに接着するために必要な接着剤の減損が生じるとともに、不体裁で不適当な外観が生じる。

40

【0079】

このことを考慮しても、接着剤及び剥離ライナーは、剥離ライナーがグラファイトの層間剥離を伴うことなく接着剤／グラファイトシートから剥離可能であるように選ぶべきであるが、接着剤は、パネルが様々な姿勢をとる間にプラズマディスプレイパネル上の正しい位置にグラファイトシートを維持し、ヒートスプレッダとパネルとの間に良好な熱的接触を確保するために十分な強度が必要である。

【0080】

さらに、ヒートスプレッダの伝熱能力の著しい減少が接着剤のために生じてはならない。換言すると、かなりの厚みのある層に貼り付けられた接着剤は、プラズマディスプレイ

50

パネルからヒートスプレッタへの熱の伝導を妨げるので、ヒートスプレッタの伝熱能力を妨害する可能性がある。

【0081】

したがって、接着剤と剥離ライナーは、例えば、ケミインスツルメント（Chem Instrument）製のHSR-1000高速剥離試験機で測定したときに、約1m/sの剥離速度で、約40g/cm以下、より好ましくは約20g/cm以下、最も好ましくは約10g/cm以下の剥離荷重が得られるように、バランスを保たなければならない。例えば、プラズマディスプレイパネルの大量生産必要条件を満たすために、剥離ライナーを約1m/sの速度で取り外すことが望まれる場合、剥離ライナーの平均的な剥離荷重は、その剥離速度でグラファイトの層間剥離を生じさせることなく剥離ライナーを取り外すことを可能にするため、約40g/cm以下、より有利的には約20g/cm以下、最も有利的には約10g/cm以下にすべきである。これを実現するため、接着剤は、最も好ましくは、厚さを約0.006mm以下にすべきである。

10

【0082】

バランスが保たれるべき別の要因は、上述の接着剤の接着強度がプラズマディスプレイパネルの製造プロセス中にプラズマディスプレイパネル上の正しい位置にヒートスプレッタを維持し、ヒートスプレッタとプラズマディスプレイパネルとの間に良好な熱的接触を確保するために十分であることである。要求された粘着力を達成するため、接着剤は、例えば、Chem Instrument製のTT-1000引張試験機で測定したときに、少なくとも約125g/cm²の最小ラップシエ接着強度は、より好ましくは、少なくとも約700g/cm²の平均ラップシエ接着強度を持つべきである。

20

【0083】

これらの全てを考慮すると、上記のように、接着剤は、ヒートスプレッタの伝熱能力を実質的に妨げてはならない。すなわち、接着剤の存在によって、ヒートスプレッタの全厚の熱抵抗を、接着剤が無い場合のヒートスプレッタ材料自体の熱抵抗よりも約100%以上に増加させてはならない。實際上、より好ましい実施例では、接着剤は、接着剤が無い場合のヒートスプレッタ材料よりも約35%以上に熱抵抗を増加させない。したがって、接着剤は、剥離荷重必要条件及び平均ラップシエ接着強度必要条件を満たし、同時に、十分に薄いので熱抵抗の望ましくない大きい増加を避けることができる。そのため、接着剤の厚さは、約0.015mm以下、より好ましくは、約0.006mm以下である。

30

【0084】

大量生産プロセスでプラズマディスプレイパネルに適用するために有用なヒートスプレッタであって、剥離されたグラファイトの圧縮粒子のシート若しくはシートの積層であり、厚さが約2.0mm以下であり、密度が1立方センチメートル当たり約1.6から約1.9グラムであるヒートスプレッタの生産のため必要である上記のバランスを保つため、アシュランド ケミカル（Ashland Chemical）から市販されている望ましい厚さのAroset 3300アクリル系感圧接着剤と、テクニコート社（Technicote Inc.）の一部門であるジル テック（Sil Tech）から市販されているL2剥離ライナーのようなシリコン膜で覆われたクラフト紙との組み合わせは、希望の結果を実現し得る。したがって、剥離されたグラファイトの圧縮粒子のシート又はシートの積層のようなヒートスプレッタ材料であり、そのヒートスプレッタ材料の伝熱能力が実質的に低下されないような厚さの接着剤をその上に有するヒートスプレッタ材料と、接着剤がヒートスプレッタ材料と剥離材料との間に挿まれるように配置された剥離ライナーと、を含むヒートスプレッタ複合材料が提供される。その後、作動中に、剥離材料は、ヒートスプレッタ／接着剤の組み合わせから取り外すことが可能であり、次に、ヒートスプレッタ／接着剤の組み合わせは、接着剤がヒートスプレッタ材料をプラズマディスプレイパネルに接着するように、プラズマディスプレイパネルに貼り付けられる。さらに、複数のプラズマディスプレイパネルが生産されるとき、少なくとも一つのヒートスプレッタ／接着剤の組み合わせが複数のプラズマディスプレイパネルのそれぞれに貼り付けられる。

40

50

【0085】

フレキシブルグラファイト積層が本発明のヒートスプレッダとして利用されるとき、積層の機械的又は熱的特性を改善するため、他のラミネート層を組み入れることができる。グラファイトが示す低い接触抵抗を犠牲にすることなく、積層の熱拡散特性を増加させるため、例えば、アルミニウム又は銅のような熱伝導性金属のラミネート層を、フレキシブルグラファイトの層間に挿入することが可能であり、ポリマーのようなその他の材料は、また、積層の強度を補強又は改善するため利用可能である。その上、グラファイト材料は、一枚のシートであるか積層であるかとは無関係に、本発明のヒートスプレッダの熱拡散能力を落とすことなく、材料のハンドリングを改善するため、及び／又は、出荷又はパネルへの貼り付け中に加わるシートへの損傷を低減するため、例えば、薄いプラスチックシート

10

【実施例】

【0086】

実施例 1

左側パームレストの下方にシステムのハードディスク・ドライブを有する従来のノートブック型コンピュータを準備する。コンピュータのハードディスク・ドライブを、AVIファイルを作動することにより動作させ、これにより左側のパームレスト、タッチ・パッド、及び右側のパームレストにおけるケースの外部温度を赤外線カメラを使用してモニタリングし、その結果を記録する。コンピュータのケースが取り外され、2つの主面を有する

20

【表 1】

	右 パーム レスト	タッチ パッド	左 パーム レスト	左パームレストと 右パームレストと の間の ΔT
サーマルソリューションなし	12.4	9.7	3.0	9.4
サーマルソリューションあり	8	7.7	4.9	3.1

30

【0087】

上記表 1 から、本発明の新規なサーマルソリューションを使用することにより、左側パームレストにおける温度が顕著に低下するとともに、左右のパームレストの温度差が顕著に改善されることがわかる。

40

【0088】

実施例 2

本発明の新規なサーマルソリューションと組み合わせた放熱板としてのカーボン複合材料からなるケースを介して、ノートブック型コンピュータのグラフィックプロセッサの冷却を行う。本実施例においては、2つの主面とX-Y平面において $260\text{ W/m}^{\circ}\text{K}$ の熱伝導率とを有するフレキシブルグラファイトシートから形成された 0.25 mm 厚さのサーマルソリューションを、ノートブック型コンピュータの下側ケースに接着する。グラフィッ

50

クプロセッサとサーマルソリューションとの間の接触圧力を高めるとともに熱抵抗を最適化するように、圧縮性のパッドをサーマルソリューションの下方にプロセッサと整列して配置する。従って、プロセッサからの熱は効果的にサーマルソリューションに伝達され、これにより熱が効果的に拡散しながらノートブック型コンピュータのカーボン製のケースに伝達される。この結果、グラフィックプロセッサのチップ動作温度が著しく低下するとともに、ケース上に小型の”ホットスポット”が発生することを回避することができる。本実施例において、プロセッサの熱はサーマルソリューションによって、カーボン製のケースに、チップの”フットプリント”(～5 cm²)より極めて大きい面積(～70 cm²)に亘って伝達される。これは、他のヒートスプレッダ、或いはインターフェース材料には不可能である。

10

【0089】

実施例3

同様の方法で、インテル社のペンティアム(登録商標)M1GHzマイクロプロセッサを冷却した。本実施例においては、CPUによって発生される熱は、キーパッド領域上のカーボン製ケースの上部に伝達される。2つの主面とX-Y平面において260W/m²・Kの熱伝導率とを有するフレキシブルグラファイトシートから形成された0.25mm厚さのサーマルソリューションを、ペンティアム(登録商標)M処理チップとしっかりと接触するようにケースに接着する。この結果、スプレッダのような遮蔽物が使用されない場合にはチップ動作温度が77℃を超えるのに対し、本実施例においては60度までしか上がらなかった。

20

【0090】

本願明細書で参照された全ての引用特許及び刊行物は、参考のため組み込まれる。

【0091】

以上の説明による本発明は、様々な形態をとり得ることが明らかであろう。このような変形は、本発明の精神及び範囲を逸脱していないとみなされるべきであり、当業者に明白であるようなすべての変更は、請求項に記載された事項の範囲に包含されることが意図されている。

【図面の簡単な説明】

【0092】

【図1】樹脂含浸フレキシブルグラファイトシートの連続製造用のシステムを示す図である。

30

【符号の説明】

【0093】

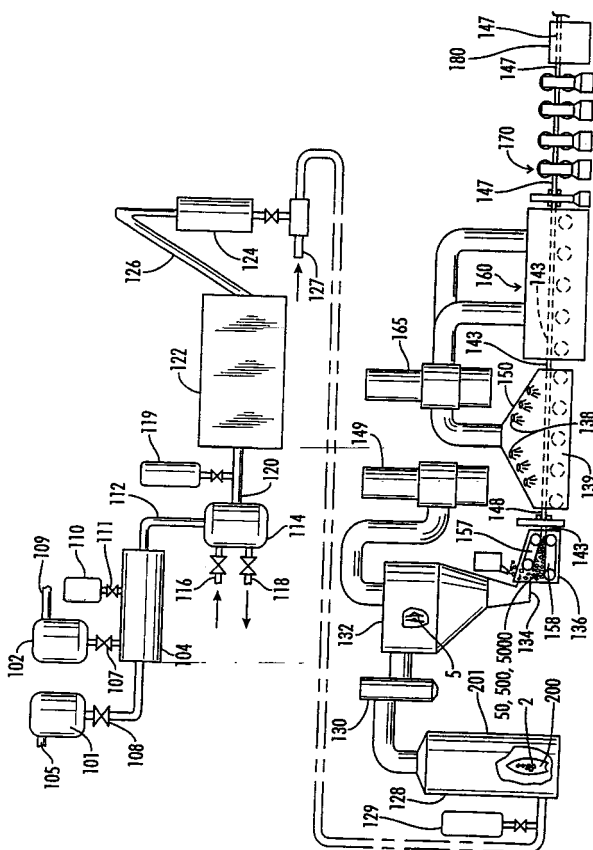
- 2 インターカレント化グラファイト粒子
- 5 拡張グラファイト粒子
- 101, 102, 119, 129, 150 容器
- 104 反応炉
- 105, 109, 112, 120, 126 導管
- 107, 108, 111 バルブ
- 110 ディスペンサ
- 114 洗浄タンク
- 116 入口
- 118 出口
- 122 乾燥室
- 124 収集容器
- 127 ガス導入口
- 128 拡張容器
- 130 重心分離器
- 132 ホッパー
- 134 トラフ

40

50

- 1 3 6 圧縮ステーション
- 1 3 8 噴射ノズル
- 1 3 9 真空室
- 1 4 3 樹脂含浸処理されたマット
- 1 4 7 フレキシブルグラフィートシート
- 1 4 8 フレキシブルグラフィートのマット
- 1 4 9、1 6 5 気体洗浄装置
- 1 5 7、1 5 8 移動多孔性ベルト
- 1 6 0 乾燥炉
- 1 7 0 カレンダミル
- 1 8 0 硬化装置
- 2 0 0 火炎
- 2 0 1 拡張室

【図 1】



フロントページの続き

(74)代理人 100144059

弁理士 熊谷 一正

(72)発明者 ティモシー、クロベスコ

アメリカ合衆国オハイオ州、ノース、オムステッド、コロンビア、ロード、5250、アパート、
407

(72)発明者 ジュリアン、ノーリー

アメリカ合衆国オハイオ州、チャグリン、フォールズ、プラム、クリーク、トレイル、17635

(72)発明者 マーティン、デビッド、スマルク

アメリカ合衆国オハイオ州、パルマ、エリー、ピスタ、ドライブ、5608

(72)発明者 ジョセフ、ポール、キャップ

アメリカ合衆国オハイオ州、ストロングスビル、ジュニパー、コート、10094

Fターム(参考) 5G435 AA12 AA14 AA17 BB06 GG44 KK10