

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6300525号  
(P6300525)

(45) 発行日 平成30年3月28日 (2018.3.28)

(24) 登録日 平成30年3月9日 (2018.3.9)

(51) Int.Cl.	F I	
HO 1 B 1/22 (2006.01)	HO 1 B 1/22	A
HO 1 B 1/00 (2006.01)	HO 1 B 1/00	E
HO 1 B 5/14 (2006.01)	HO 1 B 5/14	Z
HO 1 B 13/00 (2006.01)	HO 1 B 13/00	5 O 3 C
HO 1 L 21/52 (2006.01)	HO 1 B 13/00	5 O 3 D
請求項の数 15 (全 27 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号	特願2013-537790 (P2013-537790)	(73) 特許権者	598085065
(86) (22) 出願日	平成23年11月2日 (2011.11.2)		アルファ・アセンブリー・ソリューションズ・インコーポレイテッド
(65) 公表番号	特表2014-503936 (P2014-503936A)		ALPHA ASSEMBLY SOLUTIONS INC.
(43) 公表日	平成26年2月13日 (2014.2.13)		アメリカ合衆国 06702 コネチカット州 ウォーターベリー フレイト ストリート 245
(86) 国際出願番号	PCT/US2011/058980	(74) 代理人	110001195
(87) 国際公開番号	W02012/061511		特許業務法人深見特許事務所
(87) 国際公開日	平成24年5月10日 (2012.5.10)	(72) 発明者	カセレフ, オスカー
審査請求日	平成26年6月26日 (2014.6.26)		アメリカ合衆国、08852 ニュー・ジャージー州、モンマウス・ジャンクション、ボトマック・ロード、52
審判番号	不服2017-8692 (P2017-8692/J1)		
審判請求日	平成29年6月14日 (2017.6.14)		
(31) 優先権主張番号	61/409,775		
(32) 優先日	平成22年11月3日 (2010.11.3)		
(33) 優先権主張国	米国 (US)		
		最終頁に続く	

(54) 【発明の名称】 焼結材料およびこれを用いた取付方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

取付けのための方法であって、  
 基板に組成物の層を含む膜を塗布するステップと、  
 前記膜上に、ポリマーおよび/または樹脂からなる保護塗膜を形成するステップと、  
 前記保護塗膜上にダイを配置して組立品を形成するステップと、  
 組立品に 40 MPa 未満の圧力を加えるステップと、  
 175 °C ~ 400 °C の温度で 0.25 秒 ~ 30 分にわたって組立品を焼結するステップとを含み、  
 前記組成物は、  
 0.001 マイクロメートル ~ 10 マイクロメートルの  $d_{50}$  範囲を有し、ペーストの 30 wt % ~ 95 wt % を構成する金属粉と、  
 50 °C ~ 170 °C の軟化点を有し、ペーストの 0.1 wt % ~ 5 wt % を構成するバインダと、  
 少なくともバインダを溶解するのに十分な量の溶剤と、  
 を含み、  
 前記ポリマーおよび/または樹脂は、前記焼結するステップ中に分解可能なものである方法。

【請求項 2】

0.5 MPa ~ 20 MPa の圧力が加えられる、請求項 1 に記載の方法。

## 【請求項 3】

2.0 MPa ~ 10 MPa の圧力が加えられる、請求項 2 に記載の方法。

## 【請求項 4】

取付けのための方法であって、

ウェハの裏面に組成物の層を含む膜を塗布するステップと、

前記膜上に、ポリマーおよび/または樹脂からなる保護塗膜を形成するステップと、

ウェハをダイシングして複数のダイを形成するステップと、

基板上に少なくとも 1 つのダイを配置して組立品を形成するステップと、

組立品に 40 MPa 未満の圧力を加えるステップと、

175 °C ~ 400 °C の温度で 0.25 秒 ~ 30 分にわたって組立品を焼結するステップとを含み、

前記組成物は、

0.001 マイクロメートル ~ 10 マイクロメートルの  $d_{50}$  範囲を有し、ペーストの 30 wt % ~ 95 wt % を構成する金属粉と、

50 °C ~ 170 °C の軟化点を有し、ペーストの 0.1 wt % ~ 5 wt % を構成するバインダと、

少なくともバインダを溶解するのに十分な量の溶剤と、  
を含み、

前記ポリマーおよび/または樹脂は、前記焼結するステップ中に分解可能なものである、方法。

## 【請求項 5】

2.0 MPa ~ 10 MPa の圧力が加えられる、請求項 4 に記載の方法。

## 【請求項 6】

取付けのための方法であって、

ダイの裏面に組成物の層を含む膜を塗布するステップと、

前記膜上に、ポリマーおよび/または樹脂からなる保護塗膜を形成するステップと、

基板上にダイを配置して組立品を形成するステップと、

組立品に 40 MPa 未満の圧力を加えるステップと、

175 °C ~ 400 °C の温度で 0.25 秒 ~ 30 分にわたって組立品を焼結するステップとを含み、

前記組成物は、

0.001 マイクロメートル ~ 10 マイクロメートルの  $d_{50}$  範囲を有し、ペーストの 30 wt % ~ 95 wt % を構成する金属粉と、

50 °C ~ 170 °C の軟化点を有し、ペーストの 0.1 wt % ~ 5 wt % を構成するバインダと、

少なくともバインダを溶解するのに十分な量の溶剤と、  
を含み、

前記ポリマーおよび/または樹脂は、前記焼結するステップ中に分解可能なものである、方法。

## 【請求項 7】

2.0 MPa ~ 10 MPa の圧力が加えられる、請求項 6 に記載の方法。

## 【請求項 8】

前記金属粉は、金、パラジウム、銀、銅、アルミニウム、銀 - パラジウム合金、または金 - パラジウム合金を含む、請求項 1、4 または 6 に記載の方法。

## 【請求項 9】

前記金属粉は銀粒子を含む、請求項 8 に記載の方法。

## 【請求項 10】

前記金属粉はナノ粒子を含む、請求項 8 に記載の方法。

## 【請求項 11】

前記金属粉はコーティングされた金属粒子を含む、請求項 1、4 または 6 に記載の方法

10

20

30

40

50

。

## 【請求項 1 2】

前記膜は、5 ミクロン～300 ミクロンの乾燥厚を有する、請求項 1、4 または 6 に記載の方法。

## 【請求項 1 3】

前記基板は、高分子基板、ガラス基板、金属基板またはセラミック基板である、請求項 1 に記載の方法。

## 【請求項 1 4】

前記高分子基板は、ポリエステルを含む、請求項 1 3 に記載の方法。

## 【請求項 1 5】

前記高分子基板は、剥離コーティングを含む、請求項 1 3 に記載の方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

発明の分野

1 つ以上の局面は、概して、さまざまな構成要素を取付けるための方法に関し、より特定のには、このような取付けに用いられる焼結材料および技術に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

発明の背景

焼結は、従来の半田付けの代替技術として現われた。焼結には、典型的には、組立品のさまざまな構成要素を取付けるための高温および高圧処理が含まれる。

## 【発明の概要】

## 【課題を解決するための手段】

## 【0003】

発明の簡単な説明

1 つ以上の実施例に従うと、組成物は、約 0.001 マイクロメートル～約 10 マイクロメートルの  $d_{50}$  範囲を有し、約 30 wt %～約 95 wt % のペーストを含む金属粉と、約 50 °C～約 170 °C の軟化点を有し、約 0.1 wt %～約 5 wt % のペーストを含むバインダと、少なくともバインダを溶解するのに十分な量の溶剤とを含み得る。

## 【0004】

いくつかの実施例においては、金属粉は、金、パラジウム、銀、銅、アルミニウム、銀 - パラジウム合金または金 - パラジウム合金を含み得る。金属粉は銀粒子を含み得る。少なくともいくつかの実施例においては、金属粉はナノ粒子を含み得る。金属粉は、コーティングされた金属粒子を含み得る。いくつかの実施例においては、組成物は 1 つ以上の機能性添加剤をさらに含み得る。

## 【0005】

1 つ以上の実施例に従うと、膜が含み得る組成物の層は、約 0.001 マイクロメートル～約 10 マイクロメートルの  $d_{50}$  範囲を有し、約 30 wt %～約 95 wt % のペーストを含む金属粉と、約 50 °C～約 170 °C の軟化点を有し、約 0.1 wt %～約 5 wt % のペーストを含むバインダと、少なくともバインダを溶解するのに十分な量の溶剤とを含み得る。いくつかの実施例においては、膜は、約 5 ミクロン～約 300 ミクロンの乾燥厚を有し得る。

## 【0006】

いくつかの実施例においては、組成物の層は、高分子基板、ガラス基板、金属基板またはセラミック基板上にある。高分子基板はポリエステルを含み得る。高分子基板は剥離コーティングを含み得る。

## 【0007】

1 つ以上の実施例に従うと、金属粒子の膜を製造するための方法は、約 0.001 マイクロメートル～約 10 マイクロメートルの  $d_{50}$  範囲を有する金属粉を含む材料を基板に

10

20

30

40

50

塗布するステップと、基板上の材料を乾燥させて膜を形成するステップとを含み得る。

【0008】

いくつかの実施例においては、基板は高分子基板を含み得る。材料を塗布するステップは、材料を印刷または鋳造するステップを含み得る。少なくともいくつかの実施例においては、材料は連続層に印刷され得る。他の実施例においては、材料は、多数の別個の形状を形成するよう印刷され得る。いくつかの実施例においては、方法は材料を調製するステップをさらに含み得る。

【0009】

1つ以上の実施例に従うと、金属粒子の層を構成要素に塗布するための積層プロセスは、高分子基板上に金属粒子の層を含む膜上に構成要素を配置して組立品を形成する工程と、約50℃～約175℃の熱を組立品に加える工程と、約0.05MPa～約3MPaの圧力を組立品に加える工程と、組立品から構成要素を分離する工程とを含み得る。これにより、金属粒子の層は、構成要素上に残り、高分子基板から分離する。いくつかの実施例においては、膜は構成要素と実質的に同じサイズであり得る。

10

【0010】

1つ以上の実施例に従うと、取付けのための方法は、金属粒子の膜を基板に塗布するステップと、膜上にダイを配置して組立品を形成するステップと、約40MPa未満の圧力を組立品に加えるステップと、約175℃～約400℃の温度で約0.25秒～約30分にわたって組立品を焼結するステップとを含み得る。

【0011】

20

いくつかの実施例においては、約0.5MPa～約20MPaの圧力が加えられてもよい。少なくともいくつかの実施例においては、約2.0MPa～約10MPaの圧力が加えられてもよい。

【0012】

1つ以上の実施例に従うと、取付けのための方法は、金属粒子の膜をウェハの裏面に塗布するステップと、ウェハをダイシングして複数のダイを形成するステップと、少なくとも1つのダイを基板上に配置して組立品を形成するステップと、組立品に約40MPa未満の圧力を加えるステップと、約175℃～約400℃の温度で約0.25秒～約30分にわたって組立品を焼結するステップとを含み得る。いくつかの実施例においては、約2.0MPa～約10MPaの圧力が加えられてもよい。

30

【0013】

1つ以上の実施例に従うと、取付けのための方法は、金属粒子の膜をダイの裏面に塗布するステップと、基板上にダイを配置して組立品を形成するステップと、組立品に約40MPa未満の圧力を加えるステップと、約175℃～約400℃の温度で約0.25秒～約30分にわたって組立品を焼結するステップとを含み得る。いくつかの実施例においては、約2.0MPa～約10MPaの圧力が加えられてもよい。

【0014】

さらに他の局面、実施例、ならびにこれらの例示的な局面および実施例の利点を以下に詳細に述べる。この明細書中に開示される実施例は、この明細書中に開示される原理のうち少なくとも1つと合致するものであれば如何なる態様で他の実施例と組合わされてもよく、「実施例」、「いくつかの実施例」、「代替的な実施例」、「さまざまな実施例」、「一実施例」などと言及する場合、必ずしも相互排他的ではなく、記載される特定の特徴、構造または特性が少なくとも1つの実施例に含まれ得ることを示すよう意図したものである。この明細書中においてこのような用語が用いられている場合、必ずしもすべてが同じ実施例を指すわけではない。

40

【0015】

図面の簡単な説明

少なくとも1つの実施例のさまざまな局面を添付の図面に関連付けて以下に説明するが、これらは縮尺通りに描かれるよう意図されたものではない。図は、さまざまな局面および実施例を例示しかつさらに理解させるために含まれるものであり、この明細書に組込ま

50

れてその一部を構成するが、本発明の限定を規定するものとして意図されたものではない。図、詳細な説明またはいずれかの請求項における技術的特徴に参照符号が付されているが、参照符号は、単に図および記載の明瞭性を高めるだけの目的で含まれている。図においては、さまざまな図に示される同一またはほぼ同一の構成要素は同様の数字で表わされる。明瞭にする目的で、すべての図においてすべての構成要素に標示がなされていない可能性がある。

【図面の簡単な説明】

【0016】

【図1A】1つ以上の実施例に従った、基板に塗布された調合物の非限定的な例を示す図である。

10

【図1B】1つ以上の実施例に従った、基板に塗布された調合物の非限定的な例を示す図である。

【図1C】1つ以上の実施例に従った、基板に塗布された調合物の非限定的な例を示す図である。

【図1D】1つ以上の実施例に従った、基板に塗布された調合物の非限定的な例を示す図である。

【図2】1つ以上の実施例に従ったスタンピングプロセスを示す図である。

【図3】1つ以上の実施例に従ったスタンピング支持部を示す図である。

【図4】1つ以上の実施例に従ったスタンピングフォイルの例を示す図である。

【図5】1つ以上の実施例に従ったダイ積層プロセスを示す図である。

20

【図6】1つ以上の実施例に従ったダイ取付け手法を示す概略図である。

【図7A】1つ以上の実施例に従った堆積技術の非限定的な例を示す図である。

【図7B】1つ以上の実施例に従った堆積技術の非限定的な例を示す図である。

【図8】1つ以上の実施例に従った、ダイの裏面に印刷するプロセスを示す図である。

【図9】1つ以上の実施例に従った、図8のプロセスによって取付けられたダイの例を示す図である。

【図10】1つ以上の実施例に従った図9の取付けを示す断面図である。

【図11】1つ以上の実施例に従った、膜を転写するプロセスを示す図である。

【図12A】1つ以上の実施例に従った膜の例を示す図である。

【図12B】1つ以上の実施例に従った膜の例を示す図である。

30

【図12C】1つ以上の実施例に従った膜の例を示す図である。

【図13】例1において説明される1つ以上の実施例に従った、ナノ銀ペーストで印刷されたリードフレームを示す図である。

【図14】例1において説明される1つ以上の実施例に従った、工程温度プロファイルを示す概略図である。

【図15】例1において説明される1つ以上の実施例に従った、ダイが取付けられたリードフレームを示す図である。

【図16】例1において説明される1つ以上の実施例に従った接合部の断面を示す図である。

【図17】例1において説明される1つ以上の実施例に従った超音波顕微鏡画像データを示す図である。

40

【図18】例2において説明される1つ以上の実施例に従ったプロセスによって取付けられたダイを示す図である。

【図19】例2において説明される1つ以上の実施例に従ったプロセスによって取付けられたダイを示す図である。

【図20A】例3において説明される1つ以上の実施例に従った積層プロセスを示す図である。

【図20B】例3において説明される1つ以上の実施例に従った積層プロセスを示す図である。

【図20C】例3において説明される1つ以上の実施例に従った積層プロセスを示す図で

50

ある。

【図 2 1】例 4 において説明される 1 つ以上の実施例に従ったダイセン断力試験のデータを示す図である。

【図 2 2 A】例 6 において説明される 1 つ以上の実施例に従ったデータを示す図である。

【図 2 2 B】例 6 において説明される 1 つ以上の実施例に従ったデータを示す図である。

【図 2 3 A】例 6 において説明される 1 つ以上の実施例に従ったデータを示す図である。

【図 2 3 B】例 6 において説明される 1 つ以上の実施例に従ったデータを示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0017】

発明の詳細な説明

10

1 つ以上の実施例に従うと、第 1 の構成要素は、第 2 の構成要素に確実に取付けられ得る。いくつかの実施例は、従来の焼結プロセスに比べて比較的低い圧力および比較的低い温度での焼結を含み得るが、実質的に同じ結果を達成し得る。いくつかの実施例においては、電子部品が取付けられてもよい。他の実施例においては、非電子部品が取付けられてもよい。高い信頼性と適応性のあるボンド線厚とを有する高熱伝導性および高導電性ボンドが提供され得る。1 つ以上の実施例は、焼結後にボンド線厚が実質的に均一になるよう促進し得る。多孔性、熱的特性および機械的特性も実質的に均一になり得る。いくつかの非限定的な実施例においては、約 2 ミクロン～約 100 ミクロンの厚さを有するボンド線が達成され得る。広い区域および小さい区域の両方にわたってボンド線厚が制御され、かつ均一にされ得る。いくつかの実施例においては、処理中の材料の損失が少なくなる可能性があり、結果として、従来の取付けプロセスと比べて全体的に少なくとも約 15%～約 20% のコスト削減となり得る。実施例はまた、資本コストをより低下させ得る。後の洗浄が不要となり得るよう有機残留物も有益に低減され得る。いくつかの実施例においては、無鉛のボンドが金属間化合物なしで形成される。高歩留まりおよび高スループットの製造プロセスを可能にする 1 つ以上の実施例に従うと、処理の容易さも認識され得る。圧力および熱を加えるためのさまざまなプロセスが可能になり得る。1 つ以上の実施例に従った焼結材料および技術により、ハイブリッド電気自動車、風力発電、および太陽電池を含む太陽光発電、輸送、産業上の利用、家電および電気通信を含むさまざまな産業界での適用可能性を見出すことができる。

20

【0018】

30

1 つ以上の実施例に従うと、焼結材料はさまざまな構成要素の取付けを容易にするのに用いられてもよい。焼結材料はさまざまな形状で用いられてもよい。いくつかの実施例においては、焼結材料は、たとえばインクまたはペーストとして直接用いられてもよい。他の実施例においては、焼結材料は焼結膜を形成するのに用いられてもよい。焼結膜は、従来の焼結ペーストの代わりに用いられてもよい。いくつかの実施例においては、焼結膜は、流体焼結調合物を基板に塗布し、次いで基板上の調合物を乾燥させることによって製造され得る。膜は、その後、構成要素の取付けを容易にするために積層プロセスによって転写されてもよい。

【0019】

40

1 つ以上の実施例に従うと、如何なる形状でも使用される焼結材料は、概して、金属粉、バインダおよび溶剤を含み得る。所期の用途に応じてさまざまな金属が用いられてもよい。取付けられるべき 1 つ以上の構成要素の特性、または、実現される取付けプロセスに関連付けられる 1 つ以上のプロセス条件、たとえば温度および圧力などは、調合物のための金属粉の選択に影響を及ぼす可能性がある。使用され得る金属粉のいくつかの非限定的な例として銀、金、銅、パラジウムおよびアルミニウムが挙げられる。いくつかの実施例においては、銀 - パラジウム合金および金 - パラジウム合金などの金属の混合物も使用され得る。いくつかの実施例においては、金属、合金または金属と合金との混合物が用いられてもよい。

【0020】

1 つ以上の実施例に従うと、金属粉の粒径は、調合物についての所期の用途に望ましい

50

特徴に応じて異なり得る。いくつかの実施例においては、約 0.001 マイクロメートル～約 100 マイクロメートルの  $d_{50}$  範囲を有する金属粉が用いられてもよい。いくつかの実施例においては、約 0.001 マイクロメートル～約 10 マイクロメートルの  $d_{50}$  範囲を有する金属粉が用いられてもよい。1 つ以上の実施例においては、約 0.001 マイクロメートル～約 0.01 マイクロメートルの  $d_{50}$  範囲を有する金属粉が用いられてもよい。いくつかの実施例においては、金属粉の粒径はナノスケールであり得る。いくつかの実施例においては、粒径は約 10 ナノメートル～約 100 ナノメートルであり得る。さらに他の実施例においては、粒径は約 10 ナノメートル～約 60 ナノメートルであり得る。少なくとも 1 つの非限定的な実施例においては、粒径は約 20 ナノメートルであり得る。いくつかの非限定的な実施例においては、ナノ銀粒子が用いられてもよい。

10

#### 【0021】

いくつかの実施例においては、粒子は巧みに工学設計され得る。いくつかの実施例においては、金属粉の粒子はコーティングされるかまたは覆いがかぶされる可能性がある。コーティングのいくつかの非限定的な例は、脂肪酸、脂肪族アミンおよび澱粉を含む。コーティングの量は、約 0.1 重量パーセント～約 20 重量パーセントの調合物を構成し得る。いくつかの実施例においては、コーティングは、好ましくは約 1 重量パーセント未満の調合物を構成し得る。少なくともいくつかの非限定的な実施例においては、コーティングは、約 0.5 重量パーセント～約 0.8 重量パーセントの調合物を構成し得る。他の実施例においては、金属粉の粒子はコーティングされないかまたは覆いがかぶされない可能性がある。金属粉のための金属粒子はさまざまな技術によって形成され得る。少なくとも 1 つの非限定的な実施例においては、調合物に使用される金属粉は、その全体が引用によりこの明細書中にあらゆる目的のために援用されている Parashar 他に対する米国特許第 7,968,008 号に記載されるとおりに製造されてもよい。いくつかの非限定的な実施例においては、金属粉は約 30 重量パーセント～約 95 重量パーセントの調合物を構成し得る。少なくとも 1 つの具体的な実施例においては、金属粉は、約 80 重量パーセントの調合物を構成し得る。

20

#### 【0022】

1 つ以上の実施例に従うと、バインダは、乾燥後、膜に強度および可撓性をもたらし得る。バインダはまた、膜形成を容易にするために、基板の上に堆積されて、この基板に調合物を接着させ得る。バインダはまたさらに、膜を基板に接着させてもよく、この膜は積層プロセスによって基板に転写される。いくつかの実施例においては、さまざまな樹脂またはロジンバインダが用いられてもよい。採用される積層プロセスおよび取付けプロセスに関連付けられる条件およびパラメータは、バインダの選択に影響を及ぼす可能性がある。いくつかの非限定的な実施例においては、バインダは、約 50 °C～約 170 °C の軟化点を有し得る。1 つの非限定的な実施例においては、約 90 °C の軟化点を有するバインダ、たとえば Eastman から市販されている Foralyn<sup>TM</sup>E の部分水素化ロジンエステルなど、が用いられてもよい。少なくとも一実施例においては、バインダは、約 0.5 重量パーセント～約 5 重量パーセントの調合物を構成し得る。

30

#### 【0023】

1 つ以上の実施例に従うと、調合物はまた、1 つ以上の機能性添加剤を含み得る。添加剤は、一般に、基板への接着性および材料の焼結作用を向上させ得る。添加剤の非限定的な例には、有機酸、アミン、塩素化ジオールもしくは臭素化ジオール、または有機金属化合物、たとえば銀有機金属化合物、などが含まれる。他に、当業者にとって一般に公知なものもあり得る。いくつかの非限定的な実施例においては、機能性添加剤は約 0.1 重量パーセント～約 2 重量パーセントの調合物を構成し得る。

40

#### 【0024】

1 つ以上の実施例に従うと、さまざまな溶剤は、調合物に存在するバインダおよび如何なる添加剤をも溶解するのに用いられ得る。アルコール、ジオール、グリコールまたはこれらの組合せなどのさまざまな溶剤が用いられてもよいが、これらに限定されない。いくつかの実施例においては、テルピネオールが好ましい溶剤であり得る。他の非限定的な実

50

施例においては、テルピネオールとブチルカルビトールとの混合物が用いられてもよい。さらに別の非限定的な実施例においては、テルピネオール、ブチルカルビトールおよびイソプロパノールの混合物が用いられてもよい。含有する溶剤の量は、結果として生じる調合物の粘性などの所望の特性に応じて異なり得る。望ましい粘性は、選択される堆積技術などの使用目的に左右され得る。たとえば、印刷手法では、調合物がインクに特有の1つ以上の特徴を呈し得るように、より低い粘性が必要となる可能性がある。噴霧によって粘性がより低くなる可能性がある。鋳造などの他の堆積技術により、一般に、調合物の粘性がより高くなる可能性もある。いくつかの実施例においては、より高い粘性をもつ調合物はペーストに特有の1つ以上の特徴を呈する可能性がある。調合物から焼結膜を形成することが望ましい実施例においては、粘性は、そのプロセスを容易にするよう適宜調節されてもよい。一般に、溶剤系に対して金属粉、バインダおよび/または添加剤を調整しながら装填することにより、粘性または別の物理的特徴が操作され得る。いくつかの非限定的な実施例においては、調合物の粘性は約10 cP ~ 約200, 000 cPの範囲であり得る。少なくとも1つの具体的で非限定的な実施例においては、粘性は25 °Cで約800 cPであり得る。

#### 【0025】

1つ以上の実施例に従うと、調合物は構成要素を混合することによって調製されてもよい。当業者に公知のさまざまな混合装置および技術、たとえばプラネタリミキサ、軌道型ミキサまたは超音波ミキサなど、が実現され得る。たとえば所望のテクスチャを確実に得るために、いくつかの実施例においてはフライス削りが実行されてもよい。いくつかの実施例においては、焼結プロセスにおいて調合物が直接用いられてもよい。たとえば、調合物は構成要素に直接加えられてもよい。他の実施例においては、調合物は焼結膜の前駆物質であり得る。膜は、焼結組立プロセスにおいてペーストの代わりとして用いられてもよい。

#### 【0026】

1つ以上の実施例に従うと、調合物は、裏当て層または基板に塗布され、次いで乾燥させると、膜が形成され得る。基板は、概して、乾燥した膜に適切な接着性および支持をもたらして、取扱いを容易かつ確実にするはずである。基板は剛性であってもよくまたは可撓性であってもよい。基板の厚さは多様であり得る。いくつかの非限定的な実施例においては、基板は約35ミクロン~約75ミクロンの厚さであり得る。基板はまた、積層プロセスなどの間に容易に膜を解離するはずである。基板は、概して、調合物中の溶剤によっては影響を受けないはずであり、膜乾燥温度およびその後の積層温度で安定するはずである。いくつかの実施例においては、基板は高分子基板であってもよい。少なくとも1つの非限定的な実施例においては、基板はポリエステル基板であってもよい。他の実施例においては、ガラス基板、金属基板、紙基板またはセラミック基板が用いられてもよい。いくつかの実施例においては、基板は剥離層またはコーティングを有し得る。いくつかの実施例においては、シリコンまたはアルミニウムなどの材料が基板または基板コーティングとして用いられてもよい。少なくとも1つの非限定的な実施例においては、基板は、Saint-Gobainから市販されているシリコン剥離コーティングを備えたポリエステル膜であってもよい。いくつかの実施例においては、基板は、組立作業中にテープ-リール分配を容易にするよう意図され得る。

#### 【0027】

1つ以上の実施例に従うと、調合物は、当業者に公知のさまざまな技術を用いて、膜形成のために基板に塗布され得る。いくつかの実施例においては、印刷技術が用いられてもよい。印刷技術の非限定的な例として、インクジェット印刷、パッド印刷、スクリーン印刷、ステンシル印刷、テープキャスト印刷、グラビア印刷およびオフセット印刷が含まれる。他の堆積方法として、再鋳技術および噴霧技術が含まれ得る。上述のとおり、調合物の有する1つ以上の物理的特性は所期の堆積技術に基づいて調整されてもよい。調合物は、実質的に基板の表面全体にわたって連続的に堆積してもよく、または、基板表面に対して個別の形状に堆積してもよい。いくつかの非限定的な実施例においては、調合物は、結

10

20

30

40

50



果として得られる膜を用いて取付けられるべきダイなどの構成要素の寸法に対応する形状および/またはサイズで基板に塗布され得る。如何なる幾何学形状および如何なる寸法も実現され得る。基板に適用される調合物のいくつかの非限定的な実施例を図1A~図1Dに示す。いくつかの非限定的な実施例においては、約0.1ミリメートル~約500ミリメートルの直径を有する円形物を堆積させてもよい。他の非限定的な実施例においては、約0.1ミリメートル~約500ミリメートルの長さまたは幅を有する長方形を基板に堆積させてもよい。少なくともいくつかの実施例においては、調合物が基板上に一定のパターンで塗布され得る。いくつかの非限定的な実施例においては、基板に適用される形状およびサイズは、組立作業中のテープ・リール分配を容易にするよう意図され得る。

#### 【0028】

堆積後、塗布される調合物は、バッチオープンまたは連続オープンなどにおいて基板上で乾燥させられてもよい。いくつかの非限定的な実施例においては、堆積した調合物は、約130°Cの温度で約30分にわたって乾燥させてもよい。結果として得られる膜の乾燥厚は、堆積技術および所期の用途に応じて異なり得る。乾燥厚は、1つ以上の非限定的な実施例に従って約5ミクロン~約1000ミクロンであってもよい。いくつかの非限定的な実施例においては、膜の乾燥厚は約5ミクロン~約300ミクロンであり得る。いくつかの実施例においては、膜は自立型であり得る。たとえば、乾燥厚が約100ミクロン~約300ミクロンである膜は、1つ以上の実施例に従って、基板から除去されてもよく、その後の積層および取付け用に自立型の膜として用いられてもよい。他の実施例においては、比較的より薄い膜の場合、基板は積層プロセス中に除去されるまで膜に関しては損なわれないままであり得る。

#### 【0029】

1つ以上の実施例に従うと、膜は焼結組立プロセスにおいてペーストの代わりとして用いられてもよい。いくつかの実施例においては、膜を用いることにより、焼結プロセスなどの組立プロセス中に熱および圧力を加えるためのさまざまなプロセスが可能になり得る。少なくともいくつかの実施例においては、膜を用いることにより、組立作業のうち少なくとも1つのプロセスステップが省かれ得る。以下に説明するように、焼結膜は作業側に塗布され得るか、または、組立を容易にするよう基板上に塗布され得る。1つ以上の実施例に従うと、作業側では、ウェハが積層され、次いでダイシングされて、複数の積層されたダイが形成され得る。他の実施例においては、ウェハは最初にダイシングされ、その後個々のダイが積層されてもよい。

#### 【0030】

1つ以上の実施例に従うと、取付けプロセスにおける第1のステップは、構成要素または基板に膜を積層することであり得る。積層中、焼結膜は、ダイ、デバイス、ウェハ、基板、直接ボンディングされた銅(DBC: direct bonded copper)、リードフレーム、金属円板または他の要素に適用され得る。次いで、積層された構成要素が基板に取付けられてもよい。積層された基板は次に1つ以上の構成要素を受け得る。積層を容易にするために、膜形成に関して上述したとおり、膜が裏当て層に接着されてもよい。いくつかの実施例においては、膜は、積層されている要素と比べて、寸法がはるかに大きい被覆膜であってもよい。他の実施例においては、膜は、通常、積層されている要素と実質的に同じサイズとなるよう、または当該要素よりも小さくなるようパターン化され得る。少なくともいくつかの実施例においては、膜は、特定の用途での使用のために特定のパターンに位置する1つ以上の堆積物を含有し得る。この特定のパターンは後に積層によって転写されるものである。積層は、概して、転写プロセスまたはスタンピングプロセスによって行われてもよい。一般には、積層中に膜の焼結を回避することが望ましい。

#### 【0031】

転写手法においては、膜は基板に積層されてもよく、この基板は後に1つ以上の構成要素を受けるとなる。転写手法の実行中、膜は、基板、たとえば、直接ボンディングされた銅(DBC)基板、シリコンウェハ基板、ヒートスプレッドまたは圧電基板上に配置され得る。ローラを用いて、またはプレスラミネータなどの他の適切な機器を用いて膜が

10

20

30

40

50

押圧されて、組立品が形成され得る。次いで、熱および圧力が加えられてもよい。熱および圧力は、同時にまたは順次、加えられてもよい。いくつかの非限定的な実施例においては、組立品は、約  $50^{\circ}\text{C}$  ~ 約  $175^{\circ}\text{C}$  の温度に晒され得る。少なくとも1つの非限定的な実施例においては、約  $130^{\circ}\text{C}$  の温度が用いられてもよい。熱は、赤外線、誘導、伝導、対流、放射および超音波を含むさまざまな公知の技術を用いて加えられてもよい。いくつかの非限定的な実施例においては、加熱された配置工具または加熱されたプラテンが用いられてもよい。いくつかの非限定的な実施例においては、組立品は約  $0.05\text{ MPa}$  ~ 約  $3\text{ MPa}$  の圧力を受ける可能性がある。少なくとも一実施例においては、約  $0.2\text{ MPa}$  ~ 約  $1\text{ MPa}$  の圧力が用いられてもよい。熱および圧力は、通常、約1分未満などの比較的短期間にわたって加えられ得る。いくつかの具体的な実施例においては、熱および圧力は約10秒 ~ 約60秒にわたって加えられ得る。

10

#### 【0032】

スタンピング手法では、膜は、さまざまなサイズのウエハまたはダイなどの構成要素に塗布され得る。スタンピングプロセスを図2に示す。積層を容易にするために、ダイ配置機械などの、当業者に公知の機器が用いられてもよい。少なくともいくつかの非限定的な実施例においては、膜は構成要素の裏側に取付けられてもよい。次いで、上述の範囲の熱および圧力が比較的短期間にわたって加えられてもよい。1つの非限定的な実施例においては、第1および第2のプラテンが約  $130^{\circ}\text{C}$  に加熱され得る。約  $1\text{ MPa}$  の圧力が加えられてもよい。ダイサイズは、加えられる所望の力に影響を及ぼす可能性がある。滞留時間は、組立品を概ね端から端まで加熱するのに必要とされる期間に左右される可能性がある。いくつかの非限定的な実施例においては、滞留時間は約3分であり得る。いくつかの非限定的な実施例においては、滞留時間は約20ミリ秒 ~ 約100ミリ秒であり得る。

20

#### 【0033】

スタンピングプロセス中に積層を容易にするために支持部を用いてもよい。ゴムパッド、エッチングされたフォイル、空隙を有する構造または他の材料が支持のために用いられてもよい。いくつかの実施例においては、支持構造は切断作用をもたらして、裏当て層から膜の一部を打抜くようにし得る。いくつかの非限定的な実施例においては、空隙がエッチングされたステンレス鋼のフォイルをスタンピング支持部として用いてもよい。フォイルは、残りの膜が優れた繰返精度および強度を有することを保証し得るものであれば如何なる所望の厚さおよび空間を有していてもよい。図3は、スタンピングフォイルを用いたスタンピング支持部の概念を一例として示す。図4は、空隙がそれぞれ1mmおよび2mmの間隔を空けて配置されているフォイルの例を示す。他の実施例においては、シリコンゴムパッドなどのゴムパッドがスタンピング支持部として用いられてもよい。パッドの厚さはさまざまであってもよく、いくつかの非限定的な実施例においては約3mmの厚さであり得る。さらに他の実施例においては、エポキシもしくはプラスチックのような硬い基板または金属板が支持部に用いられ得る。支持部はまた、処理中に組立品を保護するよう、および/または機器への接着を防止するよう機能し得る。最適な工具はダイ領域および他の要因に左右され得る。たとえば、ゴムまたはフォイル支持部は、ある用途に関しては別のものを用いるよりも有利であり得る。作業を容易にするために、スタンピング中に膜を押下げるシステムが用いられもてよく、これは、作業中に膜を保護するのを支援し得る。

30

40

#### 【0034】

Datason 2200 EVOダイボンダを用いたダイ積層のためのスタンピングプロセスの非限定的な例を図5に示す。ボンダは、ダイホルダまたはダイシングテープからダイをピックアップする。ダイ保持工具は約  $130^{\circ}\text{C}$  に加熱される。次いで、ダイは、約50Nの力で銀膜上に配置される。その結果、ダイと実質的に同じ寸法を有する膜の一部がダイの裏面に積層される。次いで、積層されたダイは、焼結などによってDBC基板またはリードフレームにさらに取付けるためにワッフルパックに集められる。

#### 【0035】

いくつかの実施例においては、積層された構成要素を焼成して積層プロセスを終了させ

50

てもよい。いくつかの非限定的な実施例においては、積層された構成要素は約  $130^{\circ}\text{C}$  で約 1 時間にわたって焼成され得る。積層プロセス、たとえば転写プロセスまたはスタンピングプロセスが完了すると、膜が接着した裏当て層が除去され得る。積層された基板または構成要素は、ここでは、金属粒子の堆積膜を含み得る。いくつかの具体的な実施例においては、膜はナノ金属粒子の膜であってもよい。少なくとも 1 つの非限定的な実施例においては、膜はナノ銀粒子の膜であってもよい。上述のとおり、代替的には、1 つ以上の実施例に従って、裏当て層を除去し、積層前に自立型の膜、たとえば比較的より厚い膜を含むような膜、を製造してもよい。

#### 【0036】

1 つ以上の実施例に従うと、膜またはペーストなどの焼結材料の層はダイ側に堆積させてもよい。他の実施例においては、焼結材料の層を基板側に堆積させてもよい。いくつかの非限定的な実施例においては、焼結膜またはペーストは銀ナノ粒子などの銀粒子を含み得る。ナノ銀材料は、たとえば、約  $130^{\circ}\text{C}$  よりも高い温度で焼結させ始めてもよい。焼結材料は、たとえば基板とダイ、デバイスまたは他の物体などの要素との間に、非常に信頼性の高いボンドを作り出すよう機能し得る。圧力は、熱と同時に、または焼結温度にまで加熱する前に加えられてもよい。加熱後に圧力が加えられる場合、焼結材料の 1 つ以上の利点、たとえば、低圧での焼結、焼結時間の速いこと、または信頼性の高いボンドを形成する能力、が失われる可能性がある。少なくともいくつかの実施例においては、マルチチップデバイスの場合、チップの配置および焼結は 2 つの異なるプロセスステップにおいて行われてもよい。基板に焼結材料を適用することにより、単一ダイパッケージおよびマルチチップパッケージのためのプロセスが制限されてしまう可能性がある。たとえば、基板は、圧力および熱が加えられる前には焼結温度よりも低い温度に維持されなければならない。高速製造の場合には基板の急速加熱が望ましいかもしれない。基板が一般に最大の熱質量となる可能性のあることを考慮すると、これはプロセスのサイクル時間を遅くしてしまう可能性がある。1 つ以上の実施例に従うと、組立品のダイ側に焼結材料を適用することにより、基板を焼結温度にまで加熱することが可能となり、プロセスサイクル時間を減らすことができるかもしれない。基板が焼結温度である間に配置および焼結を 1 つのプロセスステップで実行してもよい。電子部品および非電子部品が 1 つ以上の実施例に従って取付けられてもよい。

#### 【0037】

1 つ以上の実施例に従うと、積層された構成要素が基板に接着され得るかまたは取付けられ得る。積層された構成要素は、たとえば、ダイ、デバイス、ウエハまたは他の要素であり得る。基板は、たとえば、DBC、リードフレーム、金属円板または他の要素であり得る。ボンディング中、積層された構成要素は、概して、組立品を形成するために基板と接触させてもよい。構成要素と基板との間にボンドを形成するために十分な期間にわたって熱および圧力を組立品に加えてもよい。ボンドは、概して、1 つ以上の所望の特徴、たとえば強度、均一性およびボンド線厚に関する特徴など、を有するはずである。いくつかの非限定的な実施例においては、加えられる熱および圧力は、約  $0.25$  秒 ~ 約 30 分にわたって維持されてもよい。このような期間は、いくつかの実施例においては、従来の焼結プロセスよりも 4 倍以上速いプロセス時間またはサイクル時間に関連付けられ得る。約  $0.5\text{ MPa} \sim 20\text{ MPa}$  の圧力が 1 つ以上の非限定的な実施例に加えられてもよい。いくつかの非限定的な実施例においては、約  $5\text{ MPa} \sim 10\text{ MPa}$  の焼結圧力が用いられてもよい。このような圧力は従来の焼結技術よりも 25 分の 1 ほど低い可能性があり、構成要素、基板およびプロセス機器に対する応力を有益に低減させる可能性がある。約  $175^{\circ}\text{C} \sim 400^{\circ}\text{C}$  の温度が 1 つ以上の非限定的な実施例に適用され得る。いくつかの非限定的な実施例においては、約  $230^{\circ}\text{C} \sim 260^{\circ}\text{C}$  の焼結温度が用いられてもよい。いくつかの実施例においては、構成要素を配置するか、保持するかまたは配置および保持するのに用いられる配置工具、錘、ばねまたは質量を加熱することによって熱が加えられてもよい。他の実施例においては、熱は、連続オープンもしくはバッチオープンによって、または基板の下方もしくは構成要素の上方に位置するプラテンを加熱することによ

って、加えられてもよい。いくつかの実施例においては、組立品の上方および/または下方に位置する配置工具およびプラテン、または複数のプラテンが加熱されてもよい。熱は、赤外線、誘導、伝導、対流、放射、超音波または他の技術によって加えられてもよい。複数の積層された構成要素は、一続きの手法で、または並行して行われる手法で、単一の基板または複数の基板に接着され得る。少なくとも1つの非限定的な実施例においては、焼結は約200°Cの温度で約15分にわたって行われてもよい。

#### 【0038】

1つ以上の実施例に従うと、構成要素は積層された基板に接着され得るかまたは取付けられ得る。構成要素は、たとえば、ダイ、デバイス、ウェハまたは他の要素であってもよい。積層された基板は、たとえばDBC、リードフレーム、金属円板または他の要素であってもよい。ボンディング中、構成要素は、概して、組立品を形成するために、積層された基板に接触させられてもよい。構成要素と基板との間にボンドを形成するために十分な期間にわたって熱および圧力が組立品に加えられてもよい。ボンドは、概して、1つ以上の所望の特徴、たとえば強度、均一性およびボンド線厚に関する特徴などを有するはずである。いくつかの非限定的な実施例においては、加えられる熱および圧力が、約0.25秒~約30分にわたって維持され得る。1つ以上の非限定的な実施例においては、約0.5MPa~約20MPaの圧力が加えられてもよい。いくつかの非限定的な実施例においては、約5MPa~約10MPaの焼結圧力が用いられてもよい。このような圧力は、従来の焼結技術よりも25分の1ほど低い可能性があり、構成要素、基板およびプロセス機器に対する応力を有益に低減させるかもしれない。約175°C~約400°Cの焼結温度が1つ以上の非限定的な実施例において適用され得る。いくつかの非限定的な実施例においては、約230°C~約260°Cの焼結温度が用いられてもよい。いくつかの実施例においては、構成要素を配置するか、保持するか、または配置および保持するために用いられる配置工具、錘、ばねまたは質量を加熱することによって熱が加えられてもよい。他の実施例においては、熱は、連続オープンもしくはバッチオープンによって、または基板の下方または構成要素の上方に位置するプラテンを加熱することによって、加えられてもよい。いくつかの実施例においては、組立品の上方および/または下方に位置する配置工具およびプラテンまたは複数のプラテンが加熱され得る。熱は、赤外線、誘導、伝導、対流、放射、超音波または他の技術によって加えられ得る。複数の構成要素は、一続きの手法で、または並行して行われる手法で、単一の積層基板または複数の積層基板に接着され得る。少なくとも1つの非限定的な実施例においては、焼結は、約200°Cの温度で約15分にわたって行われてもよい。

#### 【0039】

いくつかの実施例においては、複数の構成要素を取付けるための機器は、Carver Inc.によって製造されるような液圧プレスまたは空気圧プレスであってもよい。典型的なプレスは、多数の基板に適応するよう大型の加熱プラテンを有し得る。プラテンは、約200°C~約300°Cの熱を与え得る。プレスは、取付けられた構成要素上で約1MPa~約20MPaの圧力を生成するのに十分な力を与えることができるだろう。このようなプレスの一例として、Carver MH 3891プレスが挙げられる。単一のダイまたは構成要素を取付けるために、ESEC軟質はんだダイボンダSSI 2009などの機器が用いられてもよい。ボンダは、約100Nの結合力および約400°Cまでの熱を加えることができる可能性がある。

#### 【0040】

1つ以上の実施例に従うと、焼結プロセスは、焼結材料中の金属粒子をバルク金属に変化させ得る。如何なる特定の理論によっても制限されることは望まれておらず、焼結プロセスが開始されると、ナノ粒子がミクロン粒子に変化し、次いで、温度の上昇および時間の経過に伴って粒が成長し高密度化するのに応じてバルク金属に変化し得るが、圧力は加えられていない。バルク金属に相当する強度で高密度の金属膜が形成され得る。

#### 【0041】

1つ以上の実施例に従うと、上述の焼結プロセスのいずれかのプロセスの後、組立てら

10

20

30

40

50

れた部分がオープンで、たとえば約300°Cで約5～10分にわたって後処理されてもよい。このような後焼結処理により、結果として、組立品の接合部の強度が向上し得る。後焼結処理を用いることにより、全体的なプロセス焼結時間が最小限となり、焼結プレスのスループットが増大し得る。

#### 【0042】

1つ以上の実施例に従うと、結果として得られるボンドは高い熱伝導性および電導性を伴い得る。銀ボンド線についての非限定的な例は、約250 W/m・Kの範囲の熱伝導性を有し得る。銀ボンド線についてのいくつかの非限定的な例は、バルク銀の約85%～約95%の密度を有し得る。これらのボンドはまた、ダイボンドの長い耐用年数に寄与し得る高耐熱衝撃性に関連付けられる可能性がある。いくつかの実施例においては、ボンドは、220°Cでは2000回を上回るサイクルにわたって40 MPaを上回るボンド強度（ダイせん断力）を呈し得る。少なくともいくつかの実施例においては、220°Cで800回の熱衝撃サイクルを経た後でも層間剥離が起こらない可能性がある。

10

#### 【0043】

1つ以上の実施例に従うと、銀は、高い導電性および熱伝導性と、酸化しにくさと、高い動作温度に耐えるのに十分な融点とを有しているせいで、高温での実装用途に適しているかもしれない。いくつかの実施例においては、銀ボンドの方が、はんだよりも5倍以上も確実になり得る。

#### 【0044】

1つ以上の実施例に従うと、焼結材料および技術は、Si、SiC、GaNまたは他の半導体素子の取付けに有用であり得る。

20

#### 【0045】

1つ以上の非限定的な実施例に従うと、半導体素子などの構成要素は、膜ではなく金属ペーストを用いて基板に取付けられてもよい。図6は、低温および低圧力を用いてダイを取付けるための非限定的な一手法を概略的に示す。プロセスにおいては、金属ペーストが基板上に印刷され得る。さまざまなペーストが用いられてもよい。いくつかの非限定的な実施例においては、金属ペーストはナノ銀ペーストなどのナノ金属ペーストであってもよい。1つの非限定的な例においては、銀ナノ粉および有機ピヒクルを含有するような、Alpha Metals Inc. から市販されている銀ペーストが用いられてもよい。露出銅線リードフレーム、または、銀もしくは金メッキを含む銅リードフレームなどのさまざまな基板が用いられてもよい。セラミック基板およびDBCが用いられてもよい。シリコン、炭化ケイ素または他の任意のチップもしくはデバイスを含むようなさまざまなダイが用いられてもよい。

30

#### 【0046】

1つ以上の実施例に従うと、ダイ取付けプロセスは、リードフレームなどの基板上に印刷することを必要とするかもしれない。このような実施例においては、ステンシル/スクリーン印刷を含むさまざまな技術によって、または分配によって基板上にペーストが印刷され得る。基板は、任意の所望の材料、たとえば、銅ベースの材料または金属化セラミック、たとえばDBCなどであり得る。図6に示される取付けプロセスは、基板上にペーストを印刷し、たとえば130°Cでペーストを乾燥させ、印刷されたペーストにダイを配置し、加熱ステージにダイと基板との組立品を配置し、圧力を加え、温度を約250°C～約300°Cに上げ、約30秒～約90秒にわたって圧力および温度を保持するそれぞれの非限定的なステップを含み得る。

40

#### 【0047】

1つ以上の実施例に従うと、ダイ取付けプロセスは、標準的な軟質はんだダイボンダ機器を用いてもよい。ピックアップ工具は、ダイシングテープからダイをピックアップし、力を加えてこれを加熱済み基板上に配置し得る。銀ペーストなどのペーストが、基板上、もしくは個々のダイの裏面上、ウェハ全体に印刷され得るか、または膜として塗布され得る。堆積は印刷によって実行されてもよく、または積層によって膜として施されてもよい。1つ以上の実施例に従った非限定的なプロセスの例を図7Aおよび図7Bに概略的に示

50

す。図 7 A は基板上への印刷を示し、図 7 B は構成要素の裏面への印刷を示す。

【 0 0 4 8 】

1 つ以上の実施例に従うと、ダイ取付けプロセスでは、分配印刷によって基板上に印刷することが必要となるかもしれない。ナノ銀ペーストなどの銀ペーストがリードフレーム上に分配され、次いで、上述と同様の態様で取付けが行われてもよい。分配技術では、ステンシル印刷またはスクリーン印刷によって作製されるものに匹敵する実質的に平坦な面が作製されない可能性がある。さまざまな種類の分配機器が工業的用途および実験用途に利用可能である。

【 0 0 4 9 】

1 つ以上の実施例に従うと、ダイ取付けプロセスでは、ウェハなどのダイの裏面に印刷することが必要となる可能性がある。1 つ以上の実施例に従うと、ナノ銀ペーストなどのペーストは、さまざまな方法でウェハの裏面に塗布され得る。いくつかの実施例においては、ナノ銀ペーストはウェハ全体の裏面に塗布され、次いでウェハがダイシングされて個々のチップにされ得る。他の実施例においては、ウェハが最初にダイシングされて、次いで、ペーストが個々のチップの裏面に塗布されてもよい。

【 0 0 5 0 】

1 つ以上の実施例に従うと、ペーストはウェハ全体の裏面に塗布されてもよい。ペーストは塗布後に乾燥させられてもよい。いくつかの非限定的な実施例においては、ペーストは約 3 0 分 ~ 9 0 分にわたって約 1 3 0 ° C で乾燥させられてもよい。噴霧またはスピンコーティングなどによって補強溶液が塗布されてもよい。次いで、ウェハがダイシングテープ上に配置され、ダイシングされてもよい。テープ上のダイシングされたウェハは、軟質はんだダイボンダに差込まれ得る。個々のダイがピックアップされ、約 5 M P a ~ 1 0 M P a の圧力を作り出すのに十分となるような力で基板上に配置され得る。約 2 5 0 ° C ~ 4 0 0 ° C などの温度で熱が加えられてもよい。圧力は、約 0 . 5 秒 ~ 1 秒の間、焼結などのために保持され得る。約 1 0 分 ~ 3 0 分にわたって約 2 5 0 ° C ~ 3 0 0 ° C の温度などで焼結後処理が行われてもよい。

【 0 0 5 1 】

1 つ以上の実施例に従うと、取付けプロセスにおける重要な要因として、印刷されたペースト層が破損することなくダイシングおよびピックアッププロセスに耐えることができるという能力が挙げられる。焼結されない場合、印刷された銀層は、わずかに強固であるかもしれないが、ウェハの裏面へのその接着性は弱いかもしれない。適切な強度がない場合、銀層はダイシングによっておよび / またはダイのピックアップステップ中に破壊される可能性がある。印刷して乾燥させた後の銀層を補強するために、ポリマーまたは樹脂を含有する溶液が、銀層全体にわたって噴霧またはスピンコーティングされ得る。乾燥後、この保護塗膜により、銀層の強度およびウェハに対する接着性が確実にされ得る。焼結された銀層の特性に対する残留物の影響を最小限にするために、ポリマーおよび / または樹脂が後の焼結ステップ中に分解するであろうことが望ましい。使用され得るポリマーおよび樹脂の非限定的な例として、P M M A、P V P、J o n c r y l 6 8 2 および水素化ロジンが挙げられる。いくつかの実施例においては、いくつかの樹脂、たとえば水素化ロジンなどの材料は、銀ペーストの組成物に組込まれてもよい。このような材料がペースト調合物に組込まれるか否かに関わらず、補強溶液の使用は任意であり得る。

【 0 0 5 2 】

1 つ以上の実施例に従うと、銀は連続的な膜としてではなくバンブ形状に印刷されてもよい。バンピングは、従来から、メモリまたはプロセッサを含む半導体チップなどのさまざまなデバイスで用いられる。適用されるバンブは、典型的には、直径約 8 0 ミクロン ~ 1 5 0 ミクロンであり、はんだで作られている。1 つ以上の実施例に従うと、はんだは高い熱伝導性および熱放散を求めて銀と置換えられてもよい。

【 0 0 5 3 】

1 つ以上の実施例に従うと、ペーストは個々のダイの裏面に印刷されてもよい。このプロセスの非限定的な 1 つの実施例が図 8 に概略的に示される。ダイはダイシングテープか

10

20

30

40

50

ら抜取られて、ステンシルホルダに配置され得る。ステンシルホルダの厚さは、概して、ダイの厚さに印刷の厚さを加えたものに相当し得る。ホルダをひっくり返して、ダイの裏面を露出させてもよい。次いで、ナノ銀ペーストが裏面に印刷され得る。ペーストは、たとえば約30分間130°Cで乾燥させてもよい。次いで、ステンシルホルダをひっくり返してダイの上面を露出させ得る。次いで、ダイが個々にピックアップされ、基板上に配置され得る。基板は約400°Cまでの温度などで予め加熱され得る。いくつかの実施例においては、ダイは、約5MPa~20MPaの圧力を作り出すのに十分な力で配置され得る。少なくとも1つの実施例においては、圧力が約0.5秒~2秒間保持され得る。図9は、図8のプロセスによって取付けられたダイの例を示す。図10は取付けの断面図を示しており、十分に焼結された銀層がダイおよび金属性基板上で金属化部分に接続されていることが示される。

10

#### 【0054】

1つ以上の実施例に従うと、膜が作製され、ウェハ、ダイまたは基板に転写され得る。ナノ銀膜は、特別に調合されたナノ銀インク、ペーストまたは分散物を用いて作製されてもよい。このような調合物はナノ銀粉、溶剤およびバインダを含み得る。膜は、基板上に調合物を堆積させ、室温または高温で調合物を乾燥させることによって作製され得る。典型的な基板として、ポリマー、マイラ(mylar)、紙およびアルミ等のフォイルが含まれ得る。膜は、印刷、ドクターブレードまたは噴霧を用いて基板上に堆積させてもよい。膜は、連続的であってもよく、および/または、所望の幾何学的形状にパターン化されてもよい。膜は、可撓性があるかまたは剛性を有する担体上に堆積され得る。印刷された膜は、典型的には、オープンにおいて、約70°C~130°Cなどで約10分~40分にわたって乾燥させられてもよい。次いで、担体が除去され、自立型の膜が作製され得る。作製された膜は、熱および圧力を加えることによって、転写プロセスを用いて、ウェハ、ダイまたは基板に転写され得る。加えられる圧力は典型的には約0MPa~2MPa以上の範囲であってもよく、加えられる温度は室温~約150°Cの範囲であってもよい。ウェハ、ダイまたは基板は、次いで、上述の取付けプロセスを含む公知の如何なる焼結技術を用いて取付けられてもよい。ウェハ上に膜を転写するためのプロセスの非限定的な例が図11に概略的に示される。図12Aおよび図12Bは、印刷された膜の例を示し、図12Cは自立型のナノ膜を示す。

20

#### 【0055】

膜は、上述のプロセス条件下で個々のダイ、構成要素またはヒートスプレッド上に転写され得る。構成要素は、共通のピックアッププレイス工具によって連続的な膜またはパターン化された膜に取込まれ得る。膜は構成要素の裏面に接着され、これが、次いで、最終的な焼結プロセスに投入され得る。連続的な膜の場合、膜のうち転写される部分は構成要素の寸法と概ね等しくなるだろう。複数のダイを同時に焼結するために、塗布された膜を含むダイまたは構成要素は一時的に基板に仮留めされ、そして、上述のいずれかの方法によって焼結され得る。ナノ膜は、如何なるナノ金属粉を用いて形成されてもよい。ナノ膜は、所望の物理的および/または機械的特性を向上させるためにさまざまな機能性添加剤を含んでもよく、「合成」ナノ膜と見なされ得る。

30

#### 【0056】

1つ以上の実施例に従うと、ナノ銀および/または他の金属がダイの取付けに用いられてもよい。ペーストの連続的な膜はステンシル印刷またはスクリーン印刷され得る。スピコーティング、噴霧コーティング、ドクターブレードイングまたは鋳造が用いられてもよい。いくつかの実施例においては、銀が、50~200ミクロンサイズなどのバンプ形状で印刷され得る。膜またはバンプが転写され得る。ナノ銀ペーストの膜は、ダイシングの前にウェハ全体に施されてもよい。膜は、ダイシングにおける1ステップとして施され得るか、またはウェハ作製の完了後に施されてもよい。ペーストおよび粒子は、ウェハへの接着、ダイシング膜への接着および粒子間の凝集を促進させるように特別な組成物および特性で調合され得る。調合物はまた、乾燥および貯蔵を容易にし得るが、適用する際に必要な焼結プロセスおよびボンディングプロセスを阻害するものではない。ダイシングを

40

50

容易にするために、凝集を強めウェハへの接着性を高めるために、印刷されたナノ銀層に圧力が加えられてもよい。ダイシングは、のこ刃のためのダイシング切り口を作り出すためにステンシルを用いて、さらに、ダイシング中にダイシングテープへのダイの接着を強化することによって、可能となり得る。焼結は、対流、放射、誘導およびマイクロ波を含む如何なる形の熱を用いても可能となり得る。1分未満などの急速焼結が可能になり得る。低速焼結や、拡散と組合された焼結が用いられてもよい。ダイ側に銀ペーストを塗布することにより、ゴム側からの温度の制限がほとんどなくなり得るかまたは全くなり得、さらに、基板側からの温度の制限もほとんどなくなり得るかまたは全くなり得る。ダイ側に銀ペーストを塗布することによっても、硬質の工具によって取付けを行うことが可能となり、概してより広いプロセスウインドウをもたらし得る。いくつかの実施例においては、ウェハ間のボンディングが実行され得るのに加えて、ワイヤボンディング、リボンボンディング、気密封止、11d封止(11d sealing)、金属間ボンディング、金属-ガラス間ボンディング、一般的なボンディング、およびさまざまなポリマー材料へのボンディングを含む、他のボンディング応用例も実行され得る。

10

#### 【0057】

これらおよび他の実施例の機能および利点は、以下の例からより十分に理解されるだろう。これらの例は、本質的に例示を意図したものであり、この明細書中に記載される実施例の範囲を限定するものと見なされるべきではない。

#### 【0058】

##### 例1

20

図13は、100ミクロン厚のステンシルを用いてナノ銀ペーストで印刷されたリードフレームの例を示す。ステンシル厚によってボンド線厚が概ね規定され得る。印刷後、リードフレームをオーブンで130°Cで30分間乾燥させた。プロセスを例証するのに用いられる機器は、ESEC(スイス)から市販されている軟質はんだダイボンダであった。標準的な機器はピックアップアームに加熱用オプションを設けるよう変更された。図14は、リードフレームの温度が150°C未満で維持されているさまざまな区域において用いられた温度設定を示す。加熱区域1~6における温度は、ペーストを過熱したり予焼結したりしないように150°C未満に設定された。取付けプロセスが行なわれた区域7における温度は約300°C~約400°Cに設定され、区域8は同じ温度に設定された。印刷されたリードフレームを搭載した機械が、0.5秒~1秒のボンディング時間をもたらしような速度で、加熱区域を通じて、これらリードフレームを割出した。図15は、ダイが取付けられたリードフレームを示す。軟質はんだボンダにおいてダイを取付けた後、リードフレームのうちのいくらかをオーブンで300°Cで約10分間熱処理(後焼結)して、リードフレームに対するダイの接着性を高めた。典型的なダイせん断力は約20MPaであった。

30

#### 【0059】

図16は、作成された接合部の典型的な断面を示す。接合部の信頼性を液体間熱衝撃試験で試験した。温度設定は、6分のサイクル時間で-50°C~+125°Cであった。超音波顕微鏡画像は、図17に図示のとおり、接合部の形態の変化が全くないかまたは極わずかしかなことを示しており、ダイがリードフレームに良好かつ確実に接続されていることを示していた。

40

#### 【0060】

##### 例2

1つ以上の実施例に従うと、分配後にダイを取付けるためのプロセスは、ダイサイズおよび機器に応じて異なり得る。第1のプロセスにおいては、ペーストを分配し、さらに、テフロン(登録商標)パッドなどのこびりつかない表面を用いて平らにし得る。次いで、ペーストを、たとえば約130°Cで約30分にわたって乾燥させてもよい。次いで、ダイを配置し、約250°C~300°Cの温度などで焼結し得る。第2のプロセスにおいては、ペーストを分配し、ダイを最低限の力で湿潤表面に配置し得る。次いで、ペーストを、たとえば約130°Cで約20分~30分にわたって乾燥させ得る。次いで、ダイを

50



配置し、約 250 °C ~ 300 °C で焼結させ得る。図 18 は、この第 2 のプロセスによって取付けられたダイを示す。第 3 のプロセスにおいては、ペーストを分配し、次いで、ペーストを柔らかくしておくように部分的に乾燥させ得る。いくつかの非限定的な実施例においては、部分的な乾燥を約 70 °C で約 5 分にわたって行い得る。次いで、ダイを配置し、部分的に乾燥させた後、約 250 °C ~ 300 °C で焼結させ得る。図 19 は、この第 3 のプロセスによって取付けられたダイを示す。

#### 【0061】

##### 例 3

ウェハ積層プロセスを行なった。裏面が銀で金属被覆された円形のシリコンウェハをアルミニウム板に配置した。焼結膜の薄板をウェハ上に配置し、シリコンゴムパッドを焼結膜上に配置した。次いで、シリコンゴムパッドをテフロン（登録商標）フィルムで覆った。結果として得られる組立品を、予加熱されたプラテン（130 °C）間に配置し、約 1 MPa の圧力を約 3 分間加えた。積層後のウェハおよび膜を図 20 A に示す。次いで、この焼結膜の薄板を図 20 B に図示のとおりウェハから取外した。膜の円形部分をシリコンウェハに積層し、これにより、薄板上で裏当て層の一部を露出させ、焼結膜の残余部分は裏当て層に残した。積層されたウェハを図 20 C に示す。次いで、積層されたウェハを約 130 °C で約 1 時間焼成した。

#### 【0062】

##### 例 4

1 つ以上の実施例に従ってペースト状および膜状の同じ焼結材料を用いてダイを基板に焼結させた。ペーストおよび膜の両方で焼結させるためのプロセス条件は、空气中、10 MPa で約 250 °C であった。約 40 秒、60 秒および 80 秒の焼結時間にわたってデータを収集した。ペーストおよび膜の両方を用いて形成されて結果として生じるボンドに関して、ダイのせん断力試験を行った。結果を図 21 に示し、両方の構成での比較結果を反映させる。

#### 【0063】

##### 例 5

以下の機器パラメータのさまざまに組合せを用いて、小型ダイおよび大型ダイの両方について、1 つ以上の実施例に従った焼結膜を用いるピック・スタンピングプロセスを行った。

#### 【0064】

##### 【表 1】

##### 機器変数

ダイ	5 × 5
	12 × 12
裏当てフィルム	薄い (35 μm)
	厚い (75 μm)
スタンピング支持部	ステンレス鋼空隙フィルム
	80 ミクロン厚
	120 ミクロン厚
	180 ミクロン厚
	シリコンゴム
	PCB 基板

#### 【0065】

約 10 N ~ 約 50 N の力を加えて試験を行なった。ノズルによる加圧毎に 50 ミリ秒 ~ 1000 ミリ秒遅延させた。約 130 °C ~ 約 160 °C の温度を与えて試験を行った。

#### 【0066】

小型ダイの場合、薄い裏当てフィルムで、PCB 基板をスタンピング支持部として用いると最良の結果が得られた。大型ダイの場合、厚い裏当てフィルムで、120 ミクロン厚

のステンレス鋼空隙フォイルをスタンピング支持部として用いると、最良の結果が得られた。小型ダイのための最適な動作パラメータは、約 2 5 0 0 グラムの力、約 5 0 0 ミリ秒の遅延および約 1 4 5 ° C のノズル温度であった。ともに大型ダイである場合の最適な動作パラメータは、約 2 5 0 0 グラムの力、約 1 0 0 0 ミリ秒の遅延および約 1 5 0 ° C のノズル温度であった。小型ダイおよび大型ダイの両方で 2 つのダイ間の最小距離が 1 mm となった。

#### 【 0 0 6 7 】

##### 例 6

ダイを、1 つ以上の実施例に従って焼結膜で金基板および D B C 基板に取付けた。曲げ試験前の画像を図 2 2 A に示し、曲げ試験後の画像を図 2 2 B に示す。曲げ試験では、金表面および D B C 表面からのダイの分離は示されなかった。図 2 3 A は熱衝撃前の C S A M 画像を示す。図 2 3 B は、- 5 0 ° C ~ 1 6 5 ° C での 5 0 0 サイクルの液体間熱衝撃後の超音波顕微鏡画像を示す。層間剥離またはボンド劣化は示されず、ボンドが損なわれていないことが示された。

#### 【 0 0 6 8 】

この明細書中において説明された方法および装置の実施例についての適用が、以下の説明に記載されるかまたは添付の図面に図示される構造の詳細または構成要素の配置に限定されないことが認識されるはずである。方法および装置は、他の実施例において実現可能であり、さまざまな方法で実施または実行可能である。特定の實現例は、この明細書中においては単に例示を目的として提供されるものであり、限定するよう意図されたものではない。特に、任意の 1 つ以上の実施例に関連付けて説明される動作、要素および特徴は、他のいずれかの実施例における同様の役割から除外されるよう意図されたものではない。

#### 【 0 0 6 9 】

また、この明細書中において用いられる表現および用語は説明を目的としたものであり、限定するものとみなされるべきではない。この明細書中において単数形で言及されるシステムおよび方法の実施例または要素または動作について言及する場合いずれも、これらの複数の要素を含む実施例を包含し得るものであり、この明細書中におけるいずれかの実施例または要素または動作を複数形で言及する場合も、単一の要素しか含まない実施例を包含し得るものとする。この明細書中で用いられる「含む (including)」、「含む (comprising)」、「有する (having)」、「含有する (containing)」、「伴う (involving)」、およびこれらの変形例は、以降に列挙される要素、その同等例ならびに付加的な要素を包含することを意味している。「または」と言及する場合、「または」を用いて記載されるいずれの用語も単一の要素、2 つ以上の要素および記載された用語のすべてを示し得るように、包括的なものとして解釈され得る。前、後ろ、左、右、上、下、上方、下方、垂直、水平と言及する場合、説明の便宜上、本発明のシステムおよび方法またはそれらの構成要素をいずれか 1 つの位置方位または空間方位に限定するよう意図されたものではない。

#### 【 0 0 7 0 】

少なくとも 1 つの実施例のいくつかの局面を上述してきたが、さまざまな変形例、変更例および改善例が当業者に容易に想到され得ることが認識されるはずである。このような変形例、変更例および改善例は、この開示の一部をなすよう意図されたものであり、本発明の範囲内に収まるよう意図されたものである。したがって、上述の説明および図面はほんの一例に過ぎない。

【図 1 A】

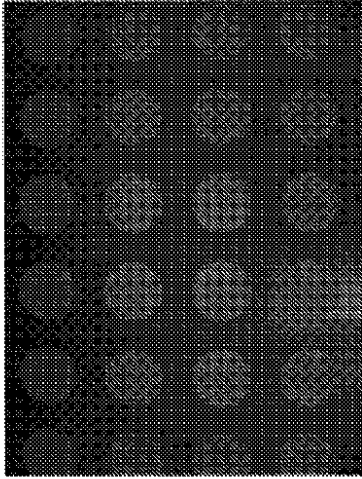


FIG. 1A

【図 1 B】

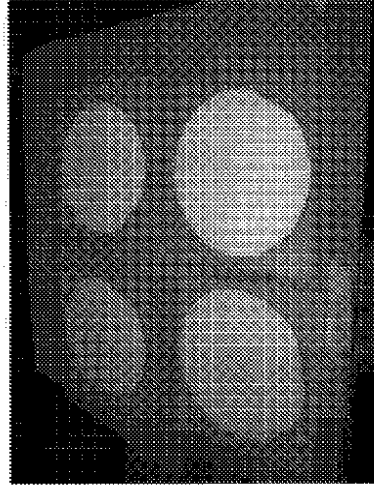


FIG. 1B

【図 1 C】

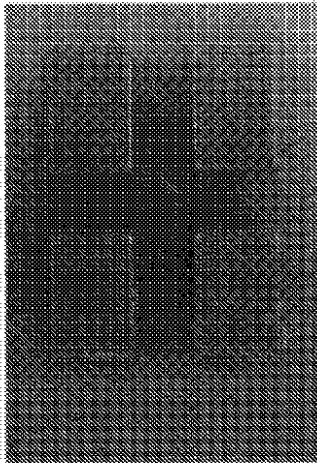


FIG. 1C

【図 1 D】

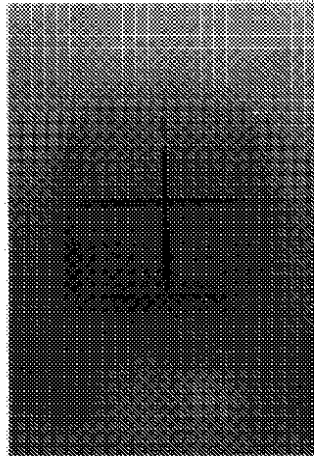


FIG. 1D

【図 2】

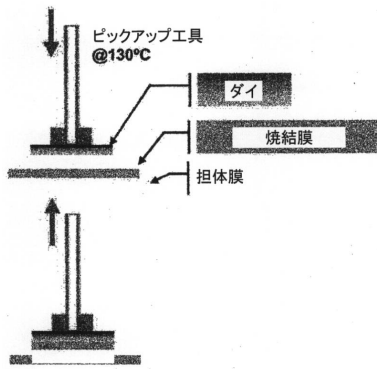


FIG. 2

【図 3】



FIG. 3

【図 4】

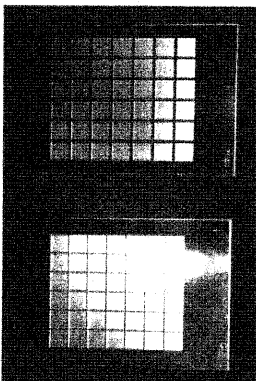


FIG. 4

【図 6】

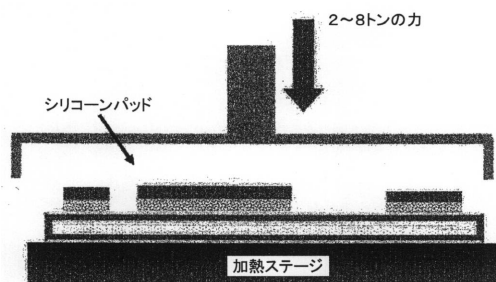


FIG. 6

【図 5】



FIG. 5

【図 7 A】

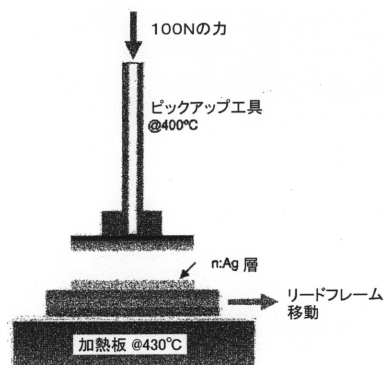


FIG. 7A

【 図 7 B 】

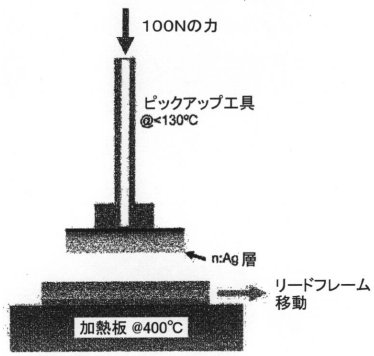
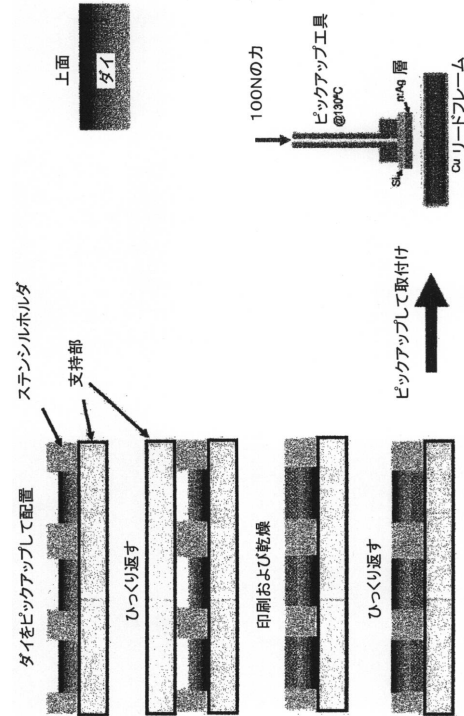


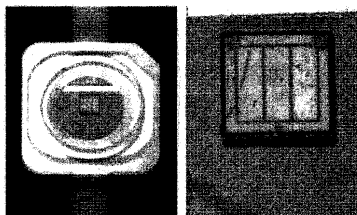
FIG. 7B

【 図 8 】



**FIG. 8**

【圖 9】



**FIG. 9**

【 図 1 0 】

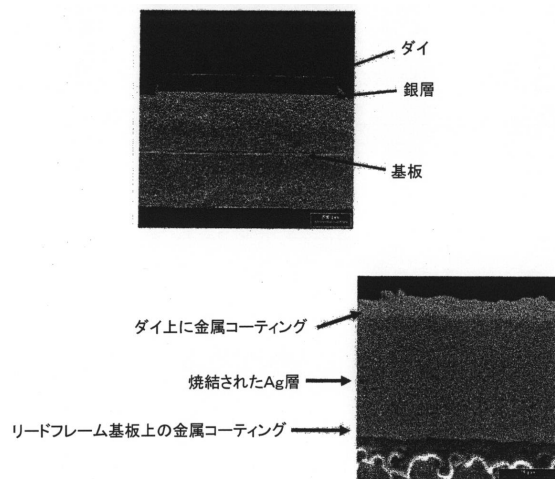


FIG. 10

【 図 1 1 】



FIG. 11

【図 12 A】

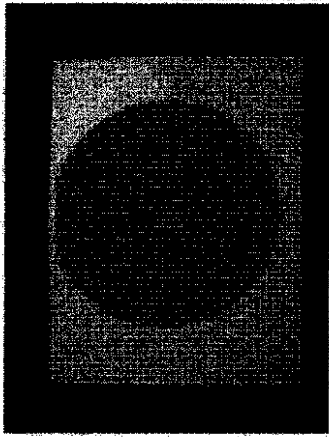


FIG. 12A

【図 12 B】

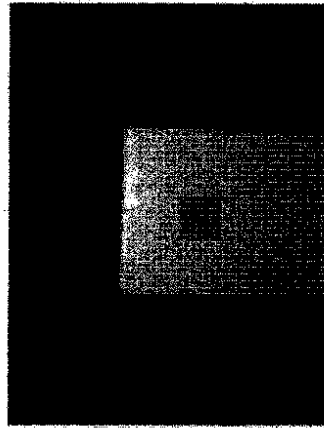


FIG. 12B

【図 12 C】

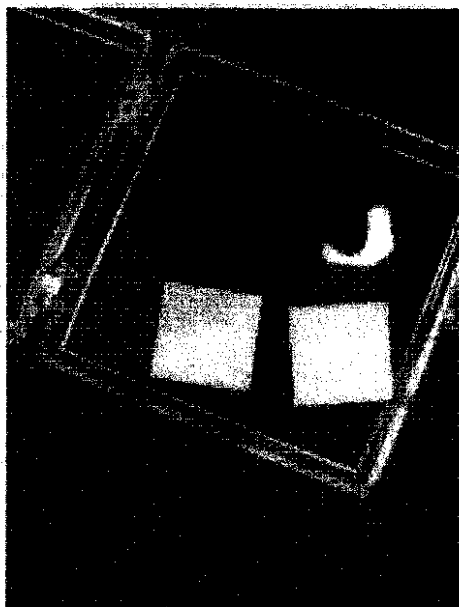


FIG. 12C

【図 13】



FIG. 13

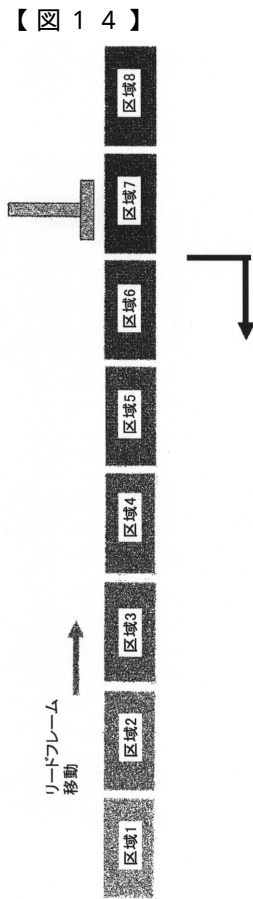


FIG. 14

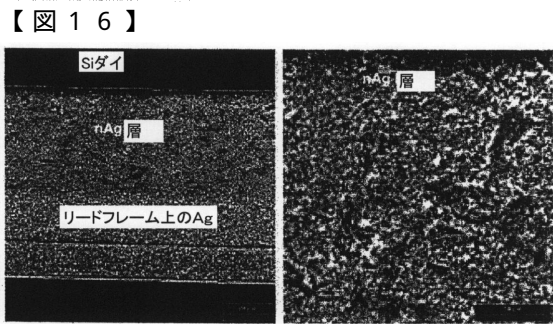
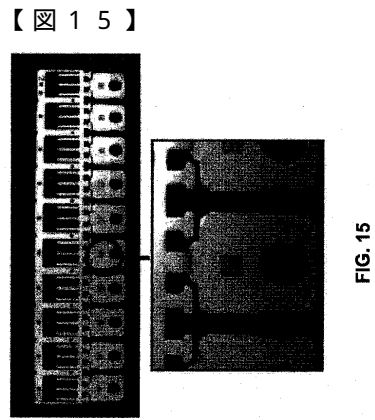


FIG. 16

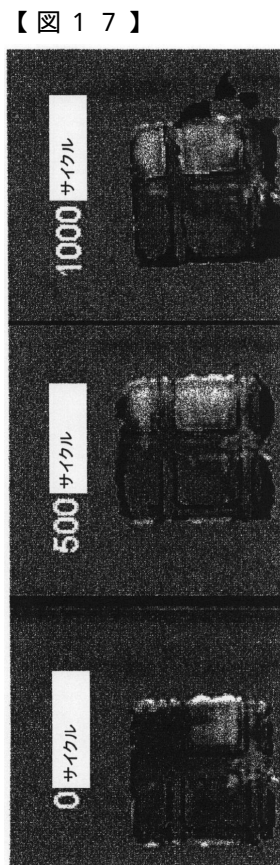


FIG. 17

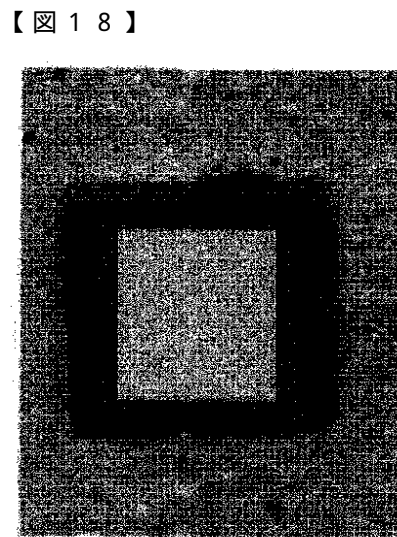


FIG. 18

【図 19】

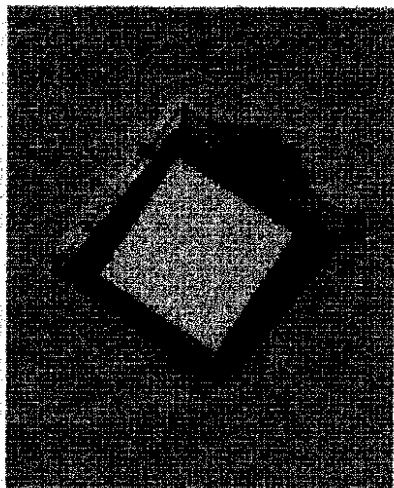


FIG. 19

【図 20 A】

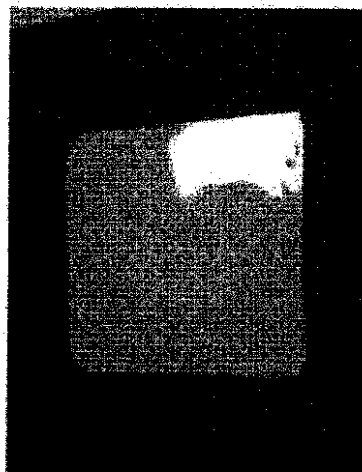


FIG. 20A

【図 20 B】

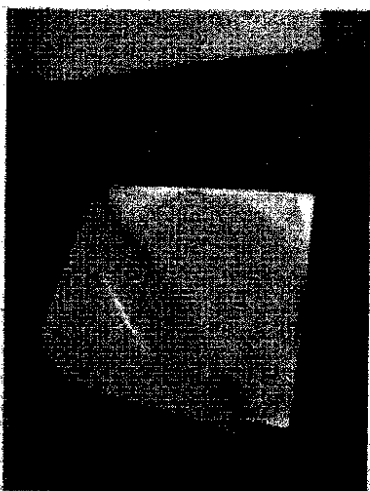


FIG. 20B

【図 20 C】

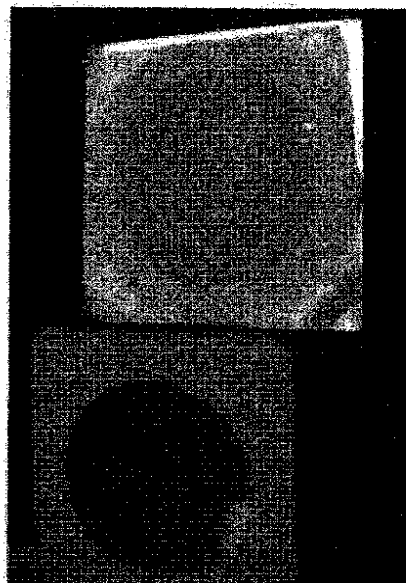


FIG. 20C



【図 2 1】

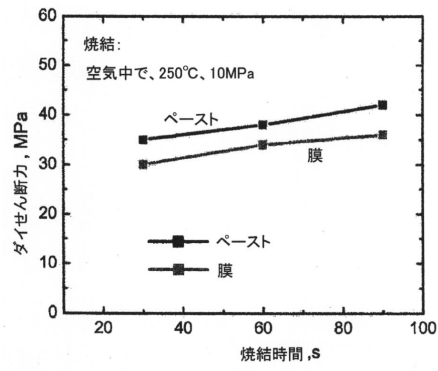


FIG. 21

【図 2 2 A】

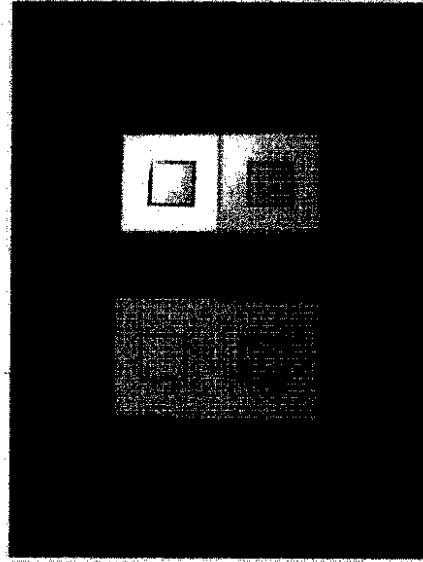


FIG. 22A

【図 2 2 B】

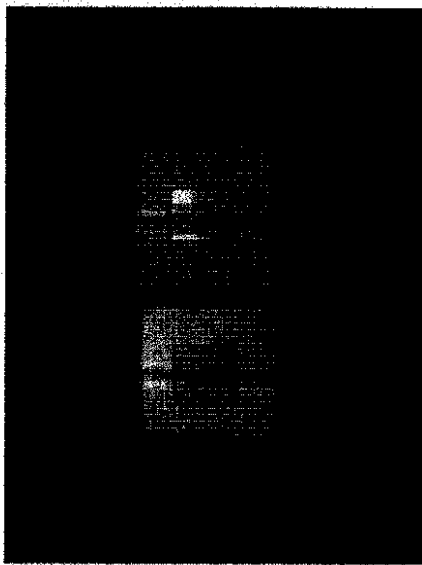


FIG. 22B

【図 2 3 A】

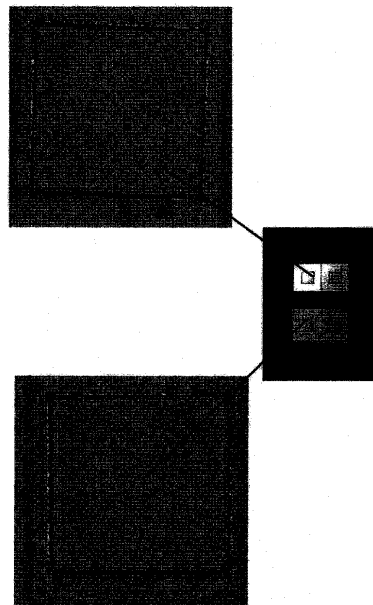



FIG. 23A

【 2 3 B】

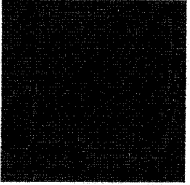
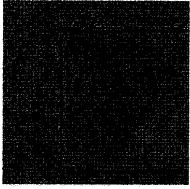


FIG. 23B

---

 フロントページの続き

- (51)Int.Cl. F I  
                   H 0 1 L 21/52 D  
                   H 0 1 L 21/52 E
- (72)発明者 シン, パーワ  
               アメリカ合衆国、0 8 0 4 3 ニュー・ジャージー州、ボールヒーズ、ホワイト・ドライブ、1 2
- (72)発明者 モー, ピン  
               アメリカ合衆国、0 8 8 1 6 ニュー・ジャージー州、イースト・ブランズウィック、サウザーラ  
               ンド・ドライブ、1 1
- (72)発明者 マルジ, マイケル・ティ  
               アメリカ合衆国、0 7 9 3 0 ニュー・ジャージー州、チェスター、ワインディング・ウェイ、1  
               0
- (72)発明者 ボレグダ, モニール  
               アメリカ合衆国、1 8 3 0 1 ペンシルベニア州、イースト・ストラウスバーグ、ローン・ドライ  
               ブ、3

合議体

審判長 板谷 一弘

審判官 長谷山 健

審判官 辻 弘輔

(56)参考文献 特開2 0 0 8 - 2 3 5 1 9 8 ( J P , A )

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

H01B 1/22, 5/14, 13/00