

(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2007-160927

(P2007-160927A)

(43) 公開日 平成19年6月28日(2007.6.28)

(51) Int.CI.	F 1	テーマコード (参考)
B41J 2/16 (2006.01)	B 41 J 3/04	2 C 05 7
H01L 21/306 (2006.01)	H 01 L 21/306	B 5 F 04 3

審査請求 未請求 請求項の数 17 O L (全 19 頁)

(21) 出願番号	特願2006-282750 (P2006-282750)	(71) 出願人	390019839 三星電子株式会社 Samsung Electronics Co., Ltd. 大韓民国京畿道水原市靈通区梅灘洞 416
(22) 出願日	平成18年10月17日 (2006.10.17)	(74) 代理人	100072349 弁理士 八田 幹雄
(31) 優先権主張番号	10-2005-0121124	(74) 代理人	100110995 弁理士 奈良 泰男
(32) 優先日	平成17年12月9日 (2005.12.9)	(74) 代理人	100114649 弁理士 宇谷 勝幸
(33) 優先権主張国	韓国 (KR)	(74) 代理人	100129126 弁理士 藤田 健
		(74) 代理人	100130971 弁理士 都祭 正則

最終頁に続く

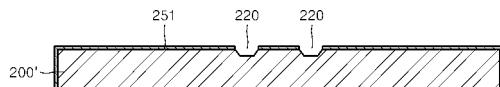
(54) 【発明の名称】パリレンマスクを用いたシリコン湿式エッチング方法及びこの方法を用いたインクジェットプリントヘッドのノズルプレートの製造方法

(57) 【要約】

【課題】パリレンマスクを用いたシリコン湿式エッチング方法を提供する。

【解決手段】シリコン基板の表面にパリレンからなる1次エッチングマスクを形成する段階と、1次エッチングマスクを用いてシリコン基板を1次湿式エッチングすることによって、第1要素を形成する段階と、シリコン基板の表面にシリコン酸化膜からなる2次エッチングマスクを形成する段階と、2次エッチングマスクを用いてシリコン基板を2次湿式エッチングすることによって、第2要素を形成する段階とを含む。

【選択図】図3



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

少なくとも 2 回の湿式エッティング工程によってシリコン基板に異なる形状を有する少なくとも二つの要素を形成するシリコン湿式エッティング方法において、

前記シリコン基板の表面にパリレンからなる 1 次エッティングマスクを形成する段階と、

前記 1 次エッティングマスクを用いて前記シリコン基板を 1 次湿式エッティングすることによって、第 1 要素を形成する段階と、

前記シリコン基板の表面にシリコン酸化膜からなる 2 次エッティングマスクを形成する段階と、

前記 2 次エッティングマスクを用いて前記シリコン基板を 2 次湿式エッティングすることによって、第 2 要素を形成する段階と、

を含むことを特徴とするシリコン湿式エッティング方法。

【請求項 2】

前記 1 次エッティングマスクの形成段階は、

前記シリコン基板の表面にパリレンを蒸着してパリレン膜を形成する段階と、

前記パリレン膜の表面に第 1 フォトレジストを塗布した後、前記第 1 フォトレジストをパターニングして前記第 1 要素を形成するための第 1 開口部を形成する段階と、

前記第 1 開口部を介して露出された部位の前記パリレン膜を除去して、前記シリコン基板の表面を部分的に露出させる段階と、

前記第 1 フォトレジストを除去する段階と、

を含むことを特徴とする請求項 1 に記載のシリコン湿式エッティング方法。

【請求項 3】

前記パリレン膜の部分的な除去は、反応性イオンエッティング (R I E) または O₂ アッシングによって行われることを特徴とする請求項 2 に記載のシリコン湿式エッティング方法。

【請求項 4】

前記シリコン基板に対する 1 次湿式エッティングと 2 次湿式エッティングとにおいて、シリコン用のエッティング液として、水酸化テトラメチルアンモニウム (T M A H) または水酸化カリウム (K O H) が使われることを特徴とする請求項 1 に記載のシリコン湿式エッティング方法。

【請求項 5】

前記 2 次エッティングマスクの形成段階は、

前記シリコン基板の表面にシリコン酸化膜を形成する段階と、

前記シリコン酸化膜の表面に第 2 フォトレジストを塗布した後、前記第 2 フォトレジストをパターニングして前記第 2 要素を形成するための第 2 開口部を形成する段階と、

前記第 2 開口部を介して露出された部位の前記シリコン酸化膜をエッティングして、前記シリコン基板の表面を部分的に露出させる段階と、

前記第 2 フォトレジストを除去する段階と、

を含むことを特徴とする請求項 1 に記載のシリコン湿式エッティング方法。

【請求項 6】

前記シリコン酸化膜は、前記シリコン基板を熱酸化させることによって形成されることを特徴とする請求項 5 に記載のシリコン湿式エッティング方法。

【請求項 7】

前記シリコン酸化膜に対するエッティングは、 R I E または B O E (B u f f e r e d O x i d e E t c h a n t) を使用した湿式エッティング方法によって行われることを特徴とする請求項 5 に記載のシリコン湿式エッティング方法。

【請求項 8】

複数のリストリクターと複数のノズルとを有するインクジェットプリントヘッドのノズルプレートの製造方法において、

シリコン基板を準備する段階と、

10

20

30

40

50

前記シリコン基板の上面にパリレンからなる1次エッチングマスクを形成する段階と、前記1次エッチングマスクを用いて前記シリコン基板の上面を1次湿式エッチングすることによって、前記複数のリストリクターを形成する段階と、

前記シリコン基板の上面にシリコン酸化膜からなる2次エッチングマスクを形成する段階と、

前記2次エッチングマスクを用いて前記シリコン基板の上面を2次湿式エッチングすることによって、前記複数のノズルのそれぞれのダンパーを形成する段階と、

前記シリコン基板の底面にシリコン酸化膜からなる3次エッチングマスクを形成する段階と、

前記3次エッチングマスクを用いて前記シリコン基板の底面を乾式エッチングすることによって、前記複数のノズルのそれぞれのインク吐出口を前記ダンパーと連通されるように形成する段階と、

を含むことを特徴とするインクジェットプリントヘッドのノズルプレートの製造方法。

【請求項9】

前記1次エッチングマスクの形成段階は、

前記シリコン基板の上面にパリレンを蒸着してパリレン膜を形成する段階と、

前記パリレン膜の表面に第1フォトレジストを塗布した後、前記第1フォトレジストをパターニングして前記複数のリストリクターを形成するための複数の第1開口部を形成する段階と、

前記複数の第1開口部を介して露出された部位の前記パリレン膜を除去して、前記シリコン基板の上面を部分的に露出させる段階と、

前記第1フォトレジストを除去する段階と、

を含むことを特徴とする請求項8に記載のインクジェットプリントヘッドのノズルプレートの製造方法。

【請求項10】

前記パリレン膜の部分的な除去は、R I EまたはO₂アッシングによって行われることを特徴とする請求項9に記載のインクジェットプリントヘッドのノズルプレートの製造方法。

【請求項11】

前記シリコン基板に対する1次湿式エッチングと2次湿式エッチングとにおいて、シリコン用のエッチング液として、T M A HまたはK O Hが使われることを特徴とする請求項8に記載のインクジェットプリントヘッドのノズルプレートの製造方法。

【請求項12】

前記複数のリストリクターのそれぞれの角部は、ラウンド状に形成されることを特徴とする請求項8に記載のインクジェットプリントヘッドのノズルプレートの製造方法。

【請求項13】

前記2次エッチングマスクの形成段階は、

前記シリコン基板の上面にシリコン酸化膜を形成する段階と、

前記シリコン基板の上面に形成された前記シリコン酸化膜の上面に第2フォトレジストを塗布した後、前記第2フォトレジストをパターニングして前記複数のダンパーを形成するための複数の第2開口部を形成する段階と、

前記複数の第2開口部を介して露出された部位の前記シリコン酸化膜をエッチングして、前記シリコン基板の上面を部分的に露出させる段階と、

前記第2フォトレジストを除去する段階と、

を含むことを特徴とする請求項8に記載のインクジェットプリントヘッドのノズルプレートの製造方法。

【請求項14】

前記シリコン酸化膜は、前記シリコン基板を熱酸化させることによって形成されることを特徴とする請求項13に記載のインクジェットプリントヘッドのノズルプレートの製造方法。

10

20

30

40

50

【請求項 15】

前記シリコン酸化膜に対するエッティングは、R I E または B O E を使用した湿式エッティング方法によって行われることを特徴とする請求項13に記載のインクジェットプリントヘッドのノズルプレートの製造方法。

【請求項 16】

前記3次エッティングマスクの形成段階は、
前記シリコン基板の底面にシリコン酸化膜を形成する段階と、
前記シリコン基板の底面に形成された前記シリコン酸化膜の底面に第3フォトレジストを塗布した後、前記第3フォトレジストをパターニングして前記複数のインク吐出口を形成するための複数の第3開口部を形成する段階と、
前記複数の第3開口部を介して露出された部位の前記シリコン酸化膜をエッティングして、前記シリコン基板の底面を部分的に露出させる段階と、
前記第3フォトレジストを除去する段階と、
を含むことを特徴とする請求項8に記載のインクジェットプリントヘッドのノズルプレートの製造方法。

【請求項 17】

前記シリコン基板に対する乾式エッティングは、I C P R I E 法によって行われることを特徴とする請求項8に記載のインクジェットプリントヘッドのノズルプレートの製造方法。

【発明の詳細な説明】

20

【技術分野】**【0001】**

本発明は、シリコン湿式エッティング方法に係り、さらに詳細には、パリレンマスクを用いてシリコン基板を湿式エッティングする方法と、この方法を用いてインクジェットプリントヘッドのノズルプレートを製造する方法に関する。

【背景技術】**【0002】**

一般的に、シリコン基板を湿式エッティングする時には、エッティングマスクとしてシリコン酸化膜を使用している。前記シリコン酸化膜は、一般的にシリコン基板を約1000で熱酸化させることで、シリコン基板の表面に所定厚さに形成される。次いで、フォトレジストを用いて、シリコン酸化膜を所定パターンにパターニングしてエッティングマスクを形成する。このようにシリコン酸化膜からなるエッティングマスクを用いてシリコン用のエッティング液、例えば、水酸化テトラメチルアンモニウム (TMAH : Tetramethylammonium hydroxide) または水酸化カリウム (KOH) でシリコン基板をエッティングする。

30

【0003】

前記の湿式エッティング工程によって、シリコン基板に溝、トレンチ及びホールのような要素を二つ以上形成する場合がある。この場合、前記要素の縦横比または深さが異なる場合には、2回またはそれ以上の湿式エッティング工程を繰り返して行い、これに必要なエッティングマスクも2回以上形成されなければならない。これにより、エッティングマスクとしてシリコン酸化膜を形成するために、シリコン基板は、反復される熱酸化工程を経るようになる。

40

【0004】

ところが、シリコン基板に対する熱酸化工程が繰り返されるほど、シリコン基板には、酸素原子の内部浸透による熱的欠陥が発生する可能性が高くなる。このように、シリコン基板の内部に欠陥が発生する場合には、初回以後に形成される要素に対する湿式エッティング工程で、前記欠陥が発生する部位とその付近でのエッティング均一度が低下し、これにより、その部位に形成される要素の形状均一度が低下するという問題点が発生する。

【発明の開示】**【発明が解決しようとする課題】**

50

【 0 0 0 5 】

本発明は、前記従来技術の問題点を解決するために創出されたものであって、特に、常温で蒸着できるパリレンを使用してエッティングマスクを形成することによって、シリコン基板に対する熱的欠陥を防止して、エッティング均一性を向上させうるシリコン湿式エッティング方法を提供するところにその目的がある。

【 0 0 0 6 】

また、本発明は、前記したシリコン湿式エッティング方法を用いて、インクジェットプリントヘッドのノズルプレートを製造する方法を提供するところに他の目的がある。

【課題を解決するための手段】**【 0 0 0 7 】**

前記の技術的課題を達成するための本発明によるシリコン湿式エッティング方法は、少なくとも2回の湿式エッティング工程によってシリコン基板に異なる形状を有する少なくとも二つの要素を形成するシリコン湿式エッティング方法において、前記シリコン基板の表面にパリレンからなる1次エッティングマスクを形成する段階と、前記1次エッティングマスクを用いて前記シリコン基板を1次湿式エッティングすることによって、第1要素を形成する段階と、前記シリコン基板の表面にシリコン酸化膜からなる2次エッティングマスクを形成する段階と、前記2次エッティングマスクを用いて前記シリコン基板を2次湿式エッティングすることによって、第2要素を形成する段階とを含むことを特徴とする。

【 0 0 0 8 】

本発明において、前記1次エッティングマスクの形成段階は、前記シリコン基板の表面にパリレンを蒸着してパリレン膜を形成する段階と、前記パリレン膜の表面に第1フォトレジストを塗布した後、前記第1フォトレジストをパターニングして前記第1要素を形成するための第1開口部を形成する段階と、前記第1開口部を介して露出された部位の前記パリレン膜を除去して、前記シリコン基板の表面を部分的に露出させる段階と、前記第1フォトレジストを除去する段階とを含みうる。

前記パリレン膜の部分的な除去は、反応性イオンエッティング(RIE)またはO₂アッシングによって行われる。

【 0 0 0 9 】

前記シリコン基板に対する1次湿式エッティングと2次湿式エッティングとにおいて、シリコン用のエッティング液として、TMAHまたはKOHが使用されうる。

【 0 0 1 0 】

本発明において、前記2次エッティングマスクの形成段階は、前記シリコン基板の表面にシリコン酸化膜を形成する段階と、前記シリコン酸化膜の表面に第2フォトレジストを塗布した後、前記第2フォトレジストをパターニングして前記第2要素を形成するための第2開口部を形成する段階と、前記第2開口部を介して露出された部位の前記シリコン酸化膜をエッティングして、前記シリコン基板の表面を部分的に露出させる段階と、前記第2フォトレジストを除去する段階とを含みうる。

【 0 0 1 1 】

前記シリコン酸化膜は、前記シリコン基板を熱酸化させることによって形成されうる。

【 0 0 1 2 】

前記シリコン酸化膜に対するエッティングは、RIEまたはBOE(Buffed Oxide Etchant)を使用した湿式エッティング方法によって行われる。

【 0 0 1 3 】

そして、前記技術的課題を達成するための本発明によるインクジェットプリントヘッドのノズルプレートの製造方法は、複数のリストリクターと複数のノズルとを有するインクジェットプリントヘッドのノズルプレートの製造方法において、シリコン基板を準備する段階と、前記シリコン基板の上面にパリレンからなる1次エッティングマスクを形成する段階と、前記1次エッティングマスクを用いて前記シリコン基板の上面を1次湿式エッティングすることによって、前記複数のリストリクターを形成する段階と、前記シリコン基板の上面にシリコン酸化膜からなる2次エッティングマスクを形成する段階と、前記2次エッキン

グマスクを用いて前記シリコン基板の上面を2次湿式エッチングすることによって、前記複数のノズルのそれぞれのダンパーを形成する段階と、前記シリコン基板の底面にシリコン酸化膜からなる3次エッチングマスクを形成する段階と、前記3次エッチングマスクを用いて前記シリコン基板の底面を乾式エッチングすることによって、前記複数のノズルのそれぞれのインク吐出口を前記ダンパーと連通されるように形成する段階とを含むことを特徴とする。

【0014】

本発明において、前記1次エッチングマスクの形成段階は、前記シリコン基板の上面にパリレンを蒸着してパリレン膜を形成する段階と、前記パリレン膜の表面に第1フォトレジストを塗布した後、前記第1フォトレジストをパターニングして前記複数のリストリクターを形成するための複数の第1開口部を形成する段階と、前記複数の第1開口部を介して露出された部位の前記パリレン膜を除去して、前記シリコン基板の上面を部分的に露出させる段階と、前記第1フォトレジストを除去する段階とを含みうる。10

【0015】

本発明において、前記複数のリストリクターのそれぞれの角部は、ラウンド状に形成されることが望ましい。

【0016】

本発明において、前記2次エッチングマスクの形成段階は、前記シリコン基板の上面にシリコン酸化膜を形成する段階と、前記シリコン基板の上面に形成された前記シリコン酸化膜の上面に第2フォトレジストを塗布した後、前記第2フォトレジストをパターニングして前記複数のダンパーを形成するための複数の第2開口部を形成する段階と、前記複数の第2開口部を介して露出された部位の前記シリコン酸化膜をエッチングして、前記シリコン基板の上面を部分的に露出させる段階と、前記第2フォトレジストを除去する段階とを含みうる。20

【0017】

本発明において、前記3次エッチングマスクの形成段階は、前記シリコン基板の底面にシリコン酸化膜を形成する段階と、前記シリコン基板の底面に形成された前記シリコン酸化膜の底面に第3フォトレジストを塗布した後、前記第3フォトレジストをパターニングして、前記複数のインク吐出口を形成するための複数の第3開口部を形成する段階と、前記複数の第3開口部を介して露出された部位の前記シリコン酸化膜をエッチングして、前記シリコン基板の底面を部分的に露出させる段階と、前記第3フォトレジストを除去する段階とを含みうる。30

【0018】

本発明において、前記シリコン基板に対する乾式エッチングは、ICP (Inductive Coupled Plasma) RIE法によって行われる。

【発明の効果】

【0019】

本発明によるシリコン湿式エッチング方法においては、常温で蒸着できるパリレンマスクを用いて1次湿式エッチング工程を行うので、シリコン基板に対する熱酸化工程の回数が減り、熱酸化工程によって発生しうるシリコン基板内部の熱的欠陥が最小化されうる。したがって、湿式エッチング工程によって形成される要素の形状均一度が向上する。40

【0020】

そして、パリレンマスクを用いてノズルプレートの表面にリストリクターを形成すれば、リストリクターの角部がラウンド状に形成されうる。したがって、インクがリストリクターを通過する時にバブルがその角部にトラップされるという問題点が解消される。

【発明を実施するための最良の形態】

【0021】

以下、添付された図面を参照しつつ、本発明の望ましい実施形態を詳細に説明する。以下の図面で同じ参照符号は同じ構成要素を表し、図面上で各構成要素のサイズは、説明の明瞭性及び便宜上誇張している。

【 0 0 2 2 】

そして、本発明によるシリコン湿式エッチング方法についての説明を容易にするために、圧電方式のインクジェットプリントヘッドのノズルプレートを例として挙げて本発明を説明する。

【 0 0 2 3 】

一般的に、インクジェットプリントヘッドは、印刷用インクの微小な液滴を記録媒体上の所望の位置に吐出させて所定の色相の画像に印刷する装置である。このようなインクジェットプリントヘッドは、インク吐出方式によって二つに大別される。その一つは、熱源を用いてインクにバブルを発生させてそのバブルの膨張力によってインクを吐出させる熱駆動方式のインクジェットプリントヘッドであり、他の一つは、圧電体を使用してその圧電体の変形によってインクに加えられる圧力によって、インクを吐出させる圧電方式のインクジェットプリントヘッドである。

【 0 0 2 4 】

しかし、本発明は、以下で図示されて説明される具体的な実施形態に限定されず、シリコン基板に溝、トレチ、及びホールなどを含む多様な形状の要素を少なくとも二つ以上形成する場合にも適用されうる。

【 0 0 2 5 】

図1Aは、本発明によるシリコン湿式エッチング方法が具体的に適用された圧電方式のインクジェットプリントヘッドを部分切断して示す分解斜視図であり、図1Bは、図1Aに示されたA-A'線に沿ったプリントヘッドの垂直断面図であり、図1Cは、図1Bに示されたB-B'線に沿ったプリントヘッドの垂直断面図である。

【 0 0 2 6 】

図1Aないし図1Cを共に参照すれば、圧電方式のインクジェットプリントヘッドは、二枚の基板、すなわち上部基板100と下部基板200とを接合してなりうる。そして、前記上部基板100と下部基板200とには、インク流路が形成され、上部基板100の上面には、インクの吐出のための駆動力を発生させる圧電アクチュエータ190が設けられうる。

【 0 0 2 7 】

前記二枚の基板100、200は、いずれも単結晶シリコンウェーハからなる。これによって、フォトリソグラフィのエッチングのような微細加工技術を用いて、二枚の基板100、200にインク流路をなす構成要素をさらに微細なサイズで精密且つ容易に形成することができる。特に、前記上部基板100は、SOI(Silicon-On-Siliconulator)ウェーハからなりうる。SOIウェーハは、一般的に第1シリコン層101と、第1シリコン層101上に形成された中間酸化膜102と、中間酸化膜102上に接着される第2シリコン層103との積層構造である。

【 0 0 2 8 】

前記したインク流路は、インクストレージ(図示せず)からインクが流入されるインクインレット110と、吐出されるインクが満たされ、インクを吐出させるための圧力変化を発生させる複数の圧力チャンバ130と、前記インクインレット110を通じて流入されたインクを複数の圧力チャンバ130に供給する共通流路であるマニホールド120と、前記マニホールド120からそれぞれの圧力チャンバ130にインクを供給するための個別流路であるリストリクター220と、前記圧力チャンバ130からインクが吐出されるノズル210とを備える。かかるインク流路を形成する構成要素は、前記のように二枚の基板100、200に分けられて配置される。

【 0 0 2 9 】

具体的に、上部基板100には、前記インクインレット110、マニホールド120、及び複数の圧力チャンバ130が形成される。前記マニホールド120は、上部基板100の底面に所定の深さに形成され、一方向に長く伸びた形状を有する。前記インクインレット110は、上部基板100を垂直に貫通して形成されて、前記マニホールド120の一端部に連結される。前記複数の圧力チャンバ130は、上部基板100の底面に所定の

深さに形成され、前記マニホールド 120 の両側に 2 列に配列される。そして、前記マニホールド 120 の内部には、前記マニホールド 120 を左右に分離させて、圧力チャンバ 130 相互間のクロストーク (cross-talk) を防止するための隔壁 125 がその長手方向に長く形成されうる。

【0030】

前記上部基板 100 上には、圧電アクチュエータ 190 が形成される。そして、上部基板 100 と圧電アクチュエータ 190 との間には、絶縁膜としてシリコン酸化膜 180 が形成されうる。前記圧電アクチュエータ 190 は、共通電極の役割を担う下部電極 191 と、電圧の印加によって変形される圧電膜 192 と、駆動電極の役割を担う上部電極 193 とを備える。10

【0031】

前記下部基板 200、すなわちノズルプレートには、前記マニホールド 120 と複数の圧力チャンバ 130 のそれぞれの一端部とを連結する個別流路である複数のリストリクター 220 と、インクを吐出するための複数のノズル 210 とが形成される。前記下部基板 200 は、半導体集積回路の製造に広く使われる単結晶シリコンウェーハからなり、数百 μm の厚さ、例えば、約 245 μm の厚さを有する。20

【0032】

前記複数のリストリクター 220 のそれぞれは、前記下部基板 200 の上面に所定の深さ、例えば、20 μm ~ 40 μm の深さに形成され、その一端はマニホールド 120 に連結され、その他端は圧力チャンバ 130 に連結される。このようなリストリクター 220 は、マニホールド 120 から圧力チャンバ 130 に適正量のインクを供給する役割だけでなく、インクが吐出される時に圧力チャンバ 130 からマニホールド 120 側にインクが逆流することを抑制する役割も担う。20

【0033】

前記複数のノズル 210 のそれぞれは、前記複数の圧力チャンバ 130 のそれぞの他端部に対応する位置に前記下部基板 200 を垂直に貫通するように形成される。前記ノズル 210 は、下部基板 200 の上部に形成されたダンパー 211 と、下部基板 200 の下部に形成されてインクが吐出されるインク吐出口 212 とからなる。前記インク吐出口 212 は、一定の直径を有する垂直ホールの形状に形成され、前記ダンパー 211 は、圧力チャンバ 130 からインク吐出口 212 側に行くほどその断面積が狭くなるピラミッド形状に形成されうる。30

【0034】

前記のように形成された二枚の基板 100、200 は、前述したように積層されて互いに接合されることにより、本発明による圧電方式のインクジェットプリントヘッドを構成する。そして、二枚の基板 100、200 の内部には、インクインレット 110、マニホールド 120、リストリクター 220、圧力チャンバ 130、及びノズル 210 が順次に連結されてなるインク流路が形成される。30

【0035】

以下では、前記した構成を有するインクジェットプリントヘッドのノズルプレートを本発明によるシリコン湿式エッチング方法によって製造する方法を説明する。40

【0036】

図 2A ないし図 2D は、シリコン基板の表面にシリコン湿式エッチング用マスクとしてパリレンマスクを形成する段階を説明するための図面である。

【0037】

図 2A を参照すれば、インクジェットプリントヘッドの下部基板（図 1A の 200、以下、ノズルプレートという）は、単結晶シリコン基板からなる。まず、約 650 μm 厚さのシリコン基板 200' を準備する。次いで、シリコン基板 200' を化学的 - 機械的研磨 (C M P : C h e m i c a l - M e c h a n i c a l P o l i s h i n g) によってその厚さを約 245 μm に縮小させた後、シリコン基板 200' 全体をクリーニングする。この際、シリコン基板 200' のクリーニングにはアセトン及びイソプロピルアルコール50

ル(I P A)などを使用した有機クリーニング方法と、硫酸と B O E (B u f f e r e d O x i d e E t c h a n t)などを使用した酸クリーニング方法と、 S C (S t a n d a r d C l e a n i n g) 1クリーニング方法とが使用されうる。

【 0 0 3 8 】

このようにクリーニングされたシリコン基板 2 0 0 ' の表面に所定厚さのパリレン膜 2 5 1を形成する。前記パリレンは、半導体産業分野でコーティング物質として広く使われる化学物質であり、常温でシリコン基板 2 0 0 ' の表面に容易に蒸着される長所がある。

【 0 0 3 9 】

次に、図 2 B に示すように、シリコン基板 2 0 0 ' の上面に形成されたパリレン膜 2 5 1の表面に第 1 フォトレジスト P R₁ を塗布する。次いで、塗布された第 1 フォトレジスト P R₁ をパターニングすることで、シリコン基板 2 0 0 ' の上面に複数のリストリクター(図 1 A の 2 2 0)を形成するための複数の第 1 開口部 2 2 0 ' を形成する。この時、第 1 フォトレジスト P R₁ のパターニングは、露光と現像とを含む公知のフォトリソグラフィ法によって行われ、以下で説明される他のフォトレジストのパターニングもこれと同じ方法で行われる。

【 0 0 4 0 】

次に、図 2 C に示すように、前記複数の第 1 開口部 2 2 0 ' を介して露出された部位のパリレン膜 2 5 1を第 1 フォトレジスト P R₁ をエッチングマスクとして、反応性イオンエッチング(R I E : R e a c t i v e I o n E t c h i n g)またはO₂ アッシングによってエッチングすることで、シリコン基板 2 0 0 ' の上面を部分的に露出させる。次いで、前記した有機クリーニング方法又は酸クリーニング方法によって、前記第 1 フォトレジスト P R₁ を除去する。この際、前記第 1 フォトレジスト P R₁ は、アッシングによって除去されてもよい。このような第 1 フォトレジスト P R₁ の除去方法は、以下で説明される他のフォトレジストの除去にも用いられる。前記のような段階を経ると、図 2 D に示すように、シリコン基板 2 0 0 ' の上面にパリレン膜 2 5 1からなる 1 次エッチングマスクが形成される。

【 0 0 4 1 】

図 3 は、パリレンマスクを使用してシリコン基板を 1 次湿式エッチングする段階を説明するための図面である。

【 0 0 4 2 】

図 3 を参照すれば、パリレン膜 2 5 1を 1 次エッチングマスクとして、露出された部位のシリコン基板 2 0 0 ' の上面を 1 次湿式エッチングすることによって、複数のリストリクター 2 2 0 を所定の深さを有する溝状に形成する。この時、シリコン基板 2 0 0 ' に対する湿式エッチングは、シリコン用のエッチング液として、例えば水酸化テトラメチルアンモニウム(T M A H)または水酸化カリウム(K O H)を使用できる。この時、前記複数のリストリクター 2 2 0 のそれぞれの側面は傾斜して形成され、その角は丸く形成されるが、これについては、図 7 A ないし図 7 D を参照してさらに後述する。

【 0 0 4 3 】

シリコン基板 2 0 0 ' に対する 1 次湿式エッチングが完了すれば、前記パリレン膜 2 5 1を除去する。この時、パリレン膜 2 5 1は、R I E またはO₂ アッシングによって除去されうる。

【 0 0 4 4 】

図 4 A ないし図 4 D は、シリコン基板の表面にシリコン酸化膜からなるエッチングマスクを形成する段階を説明するための図面である。

【 0 0 4 5 】

図 4 A を参照すれば、前記のような複数のリストリクター 2 2 0 が形成されたシリコン基板 2 0 0 ' の表面に所定の厚さのシリコン酸化膜 2 5 2を形成する。前記シリコン酸化膜 2 5 2 は、シリコン基板 2 0 0 ' を約 1 0 0 0 °で熱酸化させることによって形成されうる。

【 0 0 4 6 】

10

20

30

40

50

次に、図4Bに示すように、シリコン基板200'の上面に形成されたシリコン酸化膜252の表面に第2フォトレジストPR₂を塗布する。次いで、塗布された第2フォトレジストPR₂をパターニングすることで、シリコン基板200'の上面にノズル(図1Aの210)のダンパー(図1Aの211)を形成するための複数の第2開口部211'を形成する。

【0047】

次に、図4Cに示すように、第2フォトレジストPR₂をエッチングマスクとして、前記複数の第2開口部211'を介して露出された部位のシリコン酸化膜252をエッチングすることによって、シリコン基板200'の上面を部分的に露出させる。この時、シリコン酸化膜252に対するエッチングは、RIEのような乾式エッチング方法またはBOEを使用した湿式エッチング方法によって行われる。次いで、前記した有機クリーニング方法又は酸クリーニング方法によって前記第2フォトレジストPR₂を除去できる。この時、前記第2フォトレジストPR₂は、アッシングによって除去されてもよい。

【0048】

前記のような段階を経ると、図4Dに示すように、シリコン基板200'の上面にシリコン酸化膜252からなる2次エッチングマスクが形成される。

【0049】

図5は、シリコン酸化膜マスクを使用して、シリコン基板を2次湿式エッチングする段階を説明するための図面である。

【0050】

図5を参照すれば、シリコン酸化膜252を2次エッチングマスクとして、露出された部位のシリコン基板200'の上面を所定の厚さ、例えば、約230μm～235μmの深さに2次湿式エッチングすることで、複数のノズル210のそれぞれのダンパー211を形成する。この時、シリコン基板200'に対する湿式エッチングは、シリコン用のエッチング液として、例えば、水酸化テトラメチルアンモニウム(TMAH)または水酸化カリウム(KOH)を使用できる。これにより、シリコン基板200'の内部の結晶面による異方性湿式エッチング特性によって、図1Aに示すようにピラミッド形態のダンパー211が形成されうる。

【0051】

図6Aないし図6Cは、シリコン基板の底面にノズルのインク吐出口を形成する段階を説明するための図面である。

【0052】

図6Aを参照すれば、シリコン基板200'の底面に形成されたシリコン酸化膜252の表面に第3フォトレジストPR₃を塗布する。次いで、塗布された第3フォトレジストPR₃をパターニングして、シリコン基板200'の底面にノズル210のインク吐出口(図1Aの212)を形成するための第3開口部212'を形成する。

【0053】

次に、図6Bに示すように、前記第3開口部212'を介して露出された部位のシリコン酸化膜252を、第3フォトレジストPR₃をエッチングマスクとして湿式エッチングまたは乾式エッチングして除去することによって、シリコン基板200'の底面を部分的に露出させた後、前記第3フォトレジストPR₃を除去する。

【0054】

次には、図6Cに示すように、シリコン基板220'の底面に形成されたシリコン酸化膜252を3次エッチングマスクとして、露出された部位のシリコン基板200'を貫通するようにエッチングすることによって、前記ダンパー211と連通されるインク吐出口212を形成する。この時、シリコン基板200'のエッチングは、ICP RIE法を用いた乾式エッチングによって行われる。

【0055】

これにより、シリコン基板200'の上面に形成された複数のリストリクター220と、シリコン基板200'を貫通して形成された複数のノズル210とを有するノズルプレ

10

20

30

40

50

ート 200 が完成される。

【0056】

前記したように、本発明によるシリコン湿式エッチング方法では、パリレンマスクを用いて1次湿式エッチング工程を行うので、シリコン基板200'に対する熱酸化工程の回数が減る。したがって、熱酸化工程によって発生しうるシリコン基板200'内部の熱的欠陥が防止されるか、または減少されるので、2次湿式エッチングによって形成されるダンパー211の形状均一度が向上する。また、ダンパー211の形状均一度が向上すれば、これによってインク吐出口212の長さも均一に形成されうるので、インク吐出性能が向上する。これについては、図8を参照してさらに後述する。

【0057】

図7Aないし図7Dは、本発明によって図3に示された段階で形成されたリストリクターの形状と、従来の方法によって形成されたリストリクターの形状とを比較して示す図面である。

【0058】

図7A及び図7Bは、本発明によってパリレンマスクを利用する湿式エッチング工程によって形成されたリストリクターの平面形状と断面形状とを示し、図7C及び図7Dは、従来技術によってシリコン酸化膜マスクを利用する湿式エッチング工程によって形成されたリストリクターの平面形状と断面形状とを示す。

【0059】

シリコン基板内部の結晶面による異方性湿式エッチング特性により、リストリクターの側面は傾斜面に形成される。具体的に、リストリクターの底面は、結晶面に対するミラー指数が(100)であり、リストリクターの側面は、そのミラー指数が(110)である。

【0060】

ところが、従来技術において、シリコン酸化膜は、シリコン基板との接合性が非常に優れて、湿式エッチング時にシリコン酸化膜の下部における水平方向エッチングが非常に少なくなされる。したがって、図7C及び図7Dに示すように、リストリクターの長手方向の側面と幅方向の側面とがほぼ直角に合って、リストリクターの平面形状が長方形となる。この場合、インクがリストリクターを通過する時に、リストリクターの尖った角部にバブルがトラップされるという問題点がある。

【0061】

しかし、本発明においては、シリコン基板に対するパリレン膜の接合性がシリコン酸化膜に比べて弱いので、パリレン膜の下部における水平方向エッチングがさらに容易になされる。これにより、図7A及び図7Bに示すように、リストリクターの角部がラウンド状となる。この場合、インクがリストリクターを通過する時に、バブルがその角部にトラップされる現象が最小化されうる。

【0062】

図8は、本発明によって形成されたダンパーの均一度と、従来の方法によって形成されたダンパーの均一度とを比較して示すグラフである。

【0063】

図8を参照すれば、従来技術によって形成されたダンパーの幅と長さとの数値に対する均一度が、約0.7~0.8%と比較的に高い数値を表す一方、本発明によって形成されたダンパーの幅と長さとの数値に対する均一度は、約0.2~0.3%と非常に低い数値を表すということが分かる。ここで、均一度は、標準偏差/平均によって定義されるので、均一度の数値が低いほどダンパーの均一度はさらに優れるということを示す。したがって、本発明によって形成されたダンパーの均一度が従来技術によって形成されたダンパーの均一度に比べて、はるかに優れているということが分かる。

【0064】

以上、本発明の望ましい実施形態を詳細に説明したが、これは例示的なものに過ぎず、当業者ならば、これから多様な変形及び均等な他の実施形態が可能であるという点を理解

できるであろう。図示され、説明された圧電方式のインクジェットプリントヘッドは、本発明を容易に説明するために例示したものであって、本発明の範囲がこれに限定されるものではない。すなわち、本発明は、多様な種類のインクジェットプリントヘッドのノズルプレートに適用されうる。また、本発明は、シリコン基板にリストリクターのような溝とノズルのようなホールだけでなく、トレンチなどを含む多様な形状の要素を少なくとも2回の湿式エッティング工程によって形成する場合にも適用されうる。したがって、本発明の真の技術的保護範囲は、特許請求の範囲によって決定されなければならない。

【産業上の利用可能性】

【0065】

本発明は、例えば、インクジェットプリンタ関連の技術分野に効果的に適用可能である 10
。

【図面の簡単な説明】

【0066】

【図1A】本発明によるシリコン湿式エッティング方法が具体的に適用された圧電方式のインクジェットプリントヘッドを部分切断して示す分解斜視図である。

【図1B】図1Aに示されたA-A'線に沿ったプリントヘッドの垂直断面図である。

【図1C】図1Bに示されたB-B'線に沿ったプリントヘッドの垂直断面図である。

【図2A】シリコン基板の表面にシリコン湿式エッティング用マスクとして、パリレンマスクを形成する段階を説明するための図面である。

【図2B】シリコン基板の表面にシリコン湿式エッティング用マスクとして、パリレンマスクを形成する段階を説明するための図面である 20

【図2C】シリコン基板の表面にシリコン湿式エッティング用マスクとして、パリレンマスクを形成する段階を説明するための図面である。

【図2D】シリコン基板の表面にシリコン湿式エッティング用マスクとして、パリレンマスクを形成する段階を説明するための図面である。

【図3】パリレンマスクを使用してシリコン基板を1次湿式エッティングする段階を説明するための図面である。

【図4A】シリコン基板の表面にシリコン酸化膜からなるエッティングマスクを形成する段階を説明するための図面である。

【図4B】シリコン基板の表面にシリコン酸化膜からなるエッティングマスクを形成する段階を説明するための図面である 30

【図4C】シリコン基板の表面にシリコン酸化膜からなるエッティングマスクを形成する段階を説明するための図面である。

【図4D】シリコン基板の表面にシリコン酸化膜からなるエッティングマスクを形成する段階を説明するための図面である。

【図5】シリコン酸化膜マスクを使用してシリコン基板を2次湿式エッティングする段階を説明するための図面である。

【図6A】シリコン基板の底面にノズルのインク吐出口を形成する段階を説明するための図面である。

【図6B】シリコン基板の底面にノズルのインク吐出口を形成する段階を説明するための図面である 40

【図6C】シリコン基板の底面にノズルのインク吐出口を形成する段階を説明するための図面である。

【図7A】本発明によって図3に示す段階で形成されたリストリクターの形状と従来の方法により形成されたリストリクターの形状とを比較して示す図面である。

【図7B】本発明によって図3に示す段階で形成されたリストリクターの形状と従来の方法により形成されたリストリクターの形状とを比較して示す図面である。

【図7C】本発明によって図3に示す段階で形成されたリストリクターの形状と従来の方法により形成されたリストリクターの形状とを比較して示す図面である。

【図7D】本発明によって図3に示す段階で形成されたリストリクターの形状と従来の方 50

法により形成されたリストリクターの形状とを比較して示す図面である。

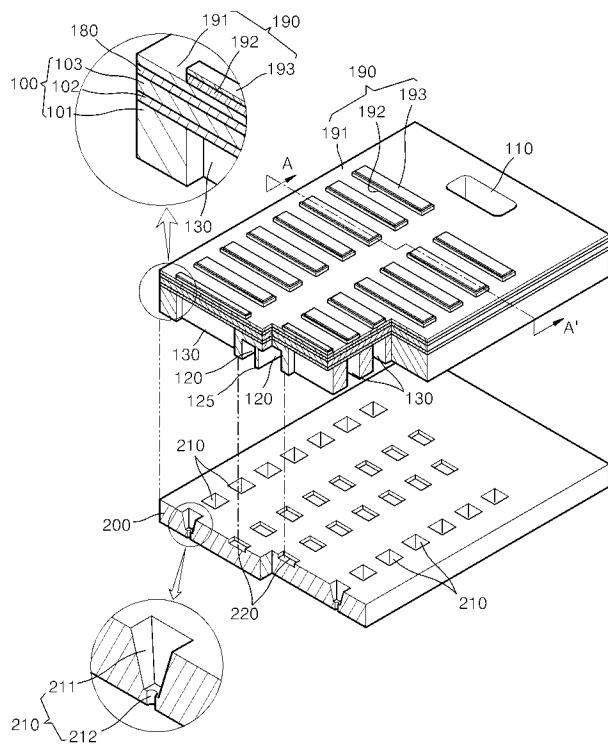
【図8】本発明によって形成されたダンパーの均一度と従来の方法により形成されたダンパーの均一度とを比較して示すグラフである。

【符号の説明】

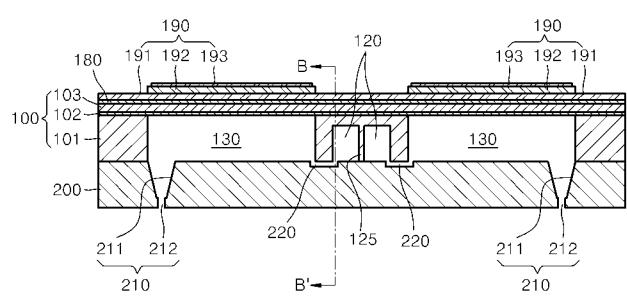
【0067】

100	上部基板	10
101	第1シリコン層	
102	中間酸化膜	
103	第2シリコン層	
110	インクインレット	
120	マニホールド	
125	隔壁	
130	圧力チャンバ	
180、252	シリコン酸化膜	
190	圧電アクチュエータ	
191	下部電極	
192	圧電膜	
193	上部電極	
200	下部基板(ノズルプレート)	
200'	シリコン基板	20
210	ノズル	
211	ダンパー	
211'	第2開口部	
212	インク吐出口	
212'	第3開口部	
220	リストリクター	
220'	第1開口部	
251	パリレン膜	
P R ₁	第1フォトレジスト	
P R ₂	第2フォトレジスト	30
P R ₃	第3フォトレジスト	

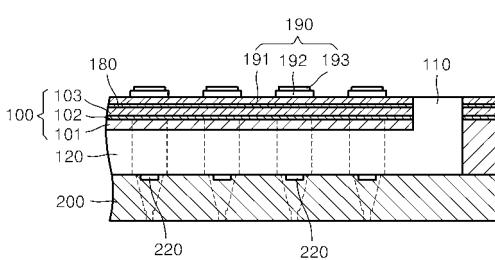
【図 1 A】



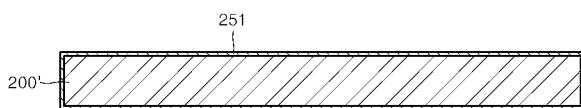
【図 1 B】



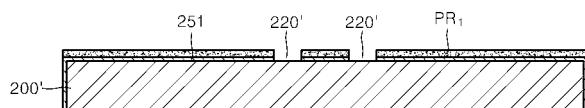
【図 1 C】



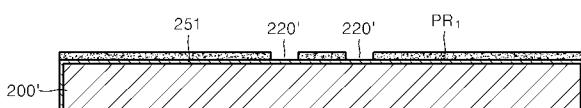
【図 2 A】



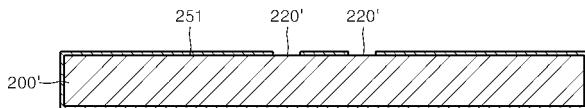
【図 2 C】



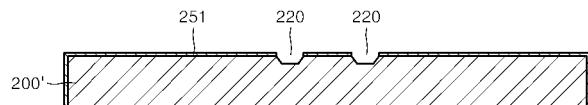
【図 2 B】



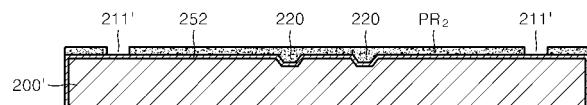
【図 2 D】



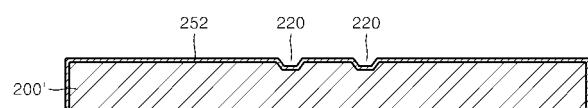
【図3】



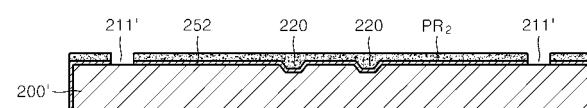
【図4B】



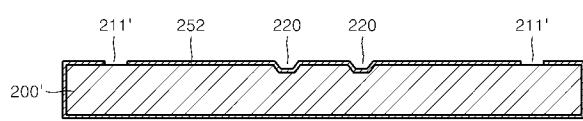
【図4A】



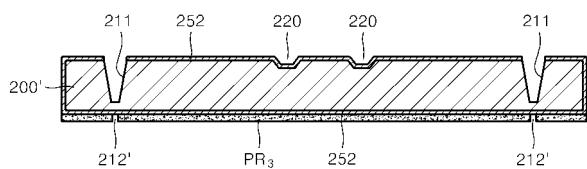
【図4C】



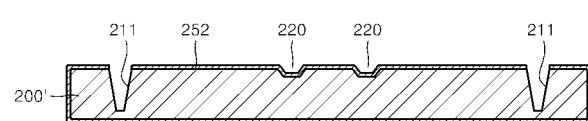
【図4D】



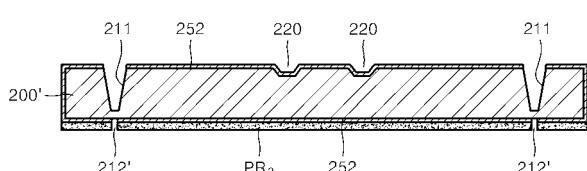
【図6A】



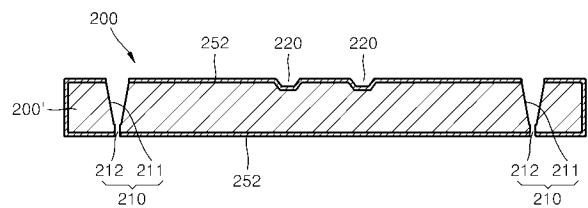
【図5】



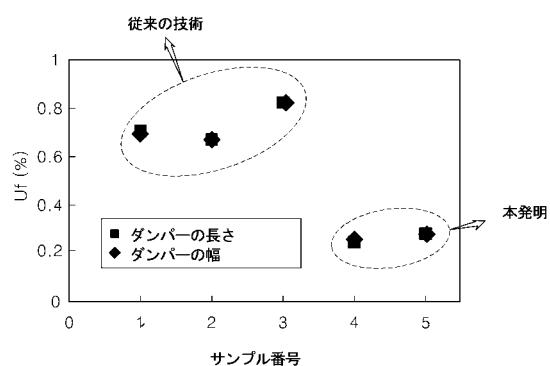
【図6B】



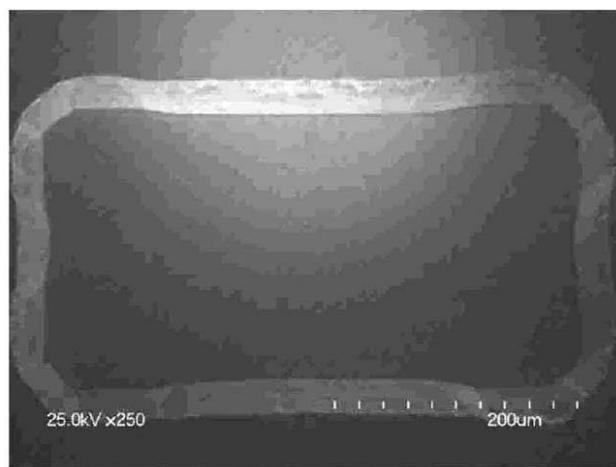
【図6C】



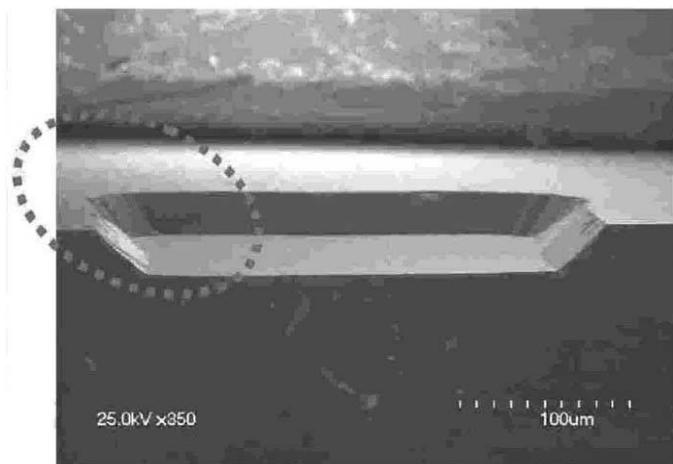
【図8】



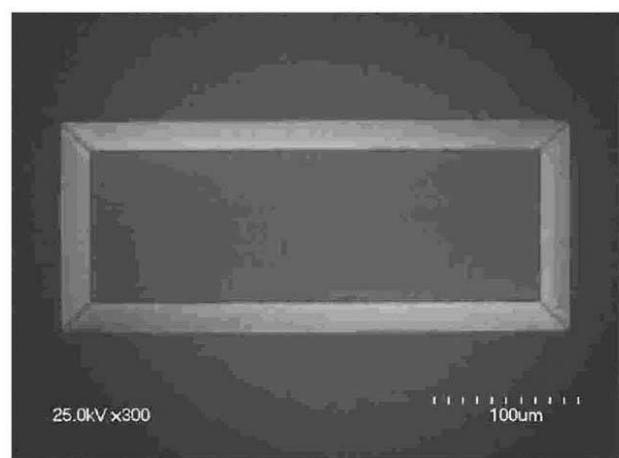
【図7A】



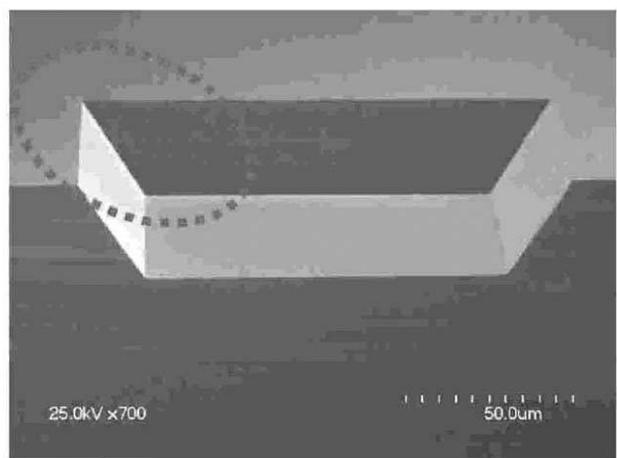
【図7B】



【図7C】



【図7D】



フロントページの続き

(74)代理人 100134348

弁理士 長谷川 俊弘

(72)発明者 李 在 昌

大韓民国京畿道龍仁市器興区農書洞山14-1番地 三星綜合技術院内

(72)発明者 李 昌 承

大韓民国京畿道龍仁市器興区農書洞山14-1番地 三星綜合技術院内

(72)発明者 鄭 在 祐

大韓民国京畿道龍仁市器興区農書洞山14-1番地 三星綜合技術院内

(72)発明者 金 德 洙

大韓民国京畿道龍仁市器興区農書洞山14-1番地 三星綜合技術院内

(72)発明者 李 きょう 烈

大韓民国京畿道龍仁市器興区農書洞山14-1番地 三星綜合技術院内

F ターム(参考) 2C057 AF93 AP13 AP32 AP33 AP51 AP56 AQ02 BA04 BA14

5F043 AA02 BB02 FF01