(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第3579464号
(P3579464)
(45)発行日　平成16年10月20日(2004.10.20)　(24)登録日　平成16年7月23日(2004.7.23)

(51)Int.Cl.[7]	F I		
H01J 37/073	H01J	37/073	
H01J 1/30	H01J	9/02	B
H01J 9/02	H01J	1/30	Z

請求項の数 7　(全 29 頁)

(21)出願番号　特願平6-243214
(22)出願日　平成6年10月6日(1994.10.6)
(65)公開番号　特開平8-111196
(43)公開日　平成8年4月30日(1996.4.30)
審査請求日　平成13年8月8日(2001.8.8)

(73)特許権者　000005223
富士通株式会社
神奈川県川崎市中原区上小田中４丁目１番１号
(74)代理人　100083839
弁理士　石川　泰男
(72)発明者　遠藤　康浩
神奈川県川崎市中原区上小田中１０１５番地　富士通株式会社内
(72)発明者　後藤　俊治
神奈川県川崎市中原区上小田中１０１５番地　富士通株式会社内
(72)発明者　本荘　一郎
神奈川県川崎市中原区上小田中１０１５番地　富士通株式会社内
最終頁に続く

(54)【発明の名称】マイクロ電子銃及びその製造方法

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
基板と、
前記基板上に形成された複数のエミッタと、
前記基板上に形成され、前記エミッタからの電子を通過させるための第１の貫通孔を有する第１の絶縁層と、
前記第１の絶縁層上に形成され、前記電子を通過させるための第１の開口部を有し、ゲート電圧が供給されるゲート電極を形成するゲート電極層と、
前記ゲート電極上に形成されるとともに、前記電子を通過させるための第２の貫通孔であって、前記複数のエミッタの配置位置全体に対応して設けられた第２の貫通孔を有し、膜厚が１０μｍよりも厚い第２の絶縁層と、
前記第２の絶縁層上に形成され、前記電子を通過させるための第２の開口部を有し、該電子を加速するための加速電圧が供給される加速電極層と、を備え、
前記第２の絶縁層はガラス板で構成されるとともに、前記加速電極層に設けられた前記第２の開口部は前記複数のエミッタの各々に対応して設けられ、各々、エミッタの配置位置に対応する位置に形成されていることを特徴とするマイクロ電子銃。
【請求項２】
前記ゲート電極は、前記複数のエミッタの各々に対応付けて、複数設けられていることを特徴とする請求項１に記載のマイクロ電子銃。
【請求項３】

基板と、
前記基板上に形成され、電子ビームを放出する複数のエミッタと、
第１の面において前記基板に陽極接合法により接合され、前記複数のエミッタの配置位置全体に対応して設けられた第２の貫通孔を有する絶縁体板と、
前記複数のエミッタが形成された基板上に配設され、前記基板と前記絶縁体板とを接合する際に接合用電圧が印加される複数の電極パッドと、
前記絶縁体板の前記第１の面とは反対側の第２の面に形成されるとともに、前記複数のエミッタの各々の配置位置に対応する位置に複数設けられた開口部を有し、前記電子ビームを加速する加速電極層と、
を備えたマイクロ電子銃であって、
前記絶縁体板と前記加速電極層は前記電子ビームを通過させるとともに、
前記電極パッドはゲート電極として作用することを特徴とするマイクロ電子銃。
【請求項４】
複数のエミッタおよびゲート電圧を供給するためのゲート電極、接合用電極を有するマイクロフィールドエミッタチップと、該接合用電極に接合用電圧を印可するための電極パッドと、を第１のウェハ上に形成するエミッタチップ形成工程と、
第２のウェハ上に前記エミッタから放出された電子を加速するための加速電極であって、前記複数のエミッタの各々の配置位置に対応する位置に複数の開口部が設けられた加速電極を形成する加速電極形成工程と、
前記電子を通過させるための開口部若しくは切り欠き部であって、前記複数のエミッタの配置位置全体に対応して設けられた開口部若しくは切り欠き部を有する絶縁体を形成する絶縁体形成工程と、
陽極接合法により前記第１のウェハと前記絶縁体とを接合する第１接合工程と、
陽極接合法により前記第２のウェハと前記絶縁体とを接合する第２接合工程と、
個々のマイクロ電子銃モジュールチップに分離する切出工程と、
を含むことを特徴とするマイクロ電子銃の製造方法。
【請求項５】
導電性ウェハ上に複数のエミッタおよびゲート電圧が供給されるゲート電極、接合用電極を有するマイクロフィールドエミッタチップを形成するエミッタチップ形成工程と、
ウェハ上に前記エミッタから放出された電子を加速するための加速電極であって、前記複数のエミッタの各々の配置位置に対応する位置に複数の開口部が設けられた加速電極を形成する加速電極形成工程と、
前記電子を通過させるための開口部若しくは切り欠き部であって、前記複数のエミッタの配置位置全体に対応して設けられた開口部若しくは切り欠き部を有する絶縁体を形成する絶縁体形成工程と、
陽極接合法により前記導電性ウェハと前記絶縁体とを接合する第１接合工程と、
陽極接合法により前記ウェハと前記絶縁体とを接合する第２接合工程と、
個々のマイクロ電子銃モジュールチップに分離する切出工程と、
を含むことを特徴とするマイクロ電子銃の製造方法。
【請求項６】
複数のエミッタおよびゲート電圧を供給するためのゲート電極として作用する接合用電極を有するマイクロフィールドエミッタチップと、該接合用電極に接合用電圧を印可するための電極パッドと、を第１のウェハ上に形成するエミッタチップ形成工程と、
第２のウェハ上に前記エミッタから放出された電子を加速するための加速電極であって、前記複数のエミッタの各々の配置位置に対応する位置に複数の開口部が設けられた加速電極を形成する加速電極形成工程と、
前記電子を通過させるための開口部若しくは切り欠き部であって、前記複数のエミッタの配置位置全体に対応して設けられた開口部若しくは切り欠き部を有する絶縁体を形成する絶縁体形成工程と、
陽極接合法により前記第１のウェハと前記絶縁体とを接合する第１接合工程と、

陽極接合法により前記第２のウェハと前記絶縁体とを接合する第２接合工程と、
個々のマイクロ電子銃モジュールチップに分離する切出工程と、
を含むことを特徴とするマイクロ電子銃の製造方法。
【請求項７】
導電性ウェハ上に複数のエミッタおよびゲート電圧が供給されるゲート電極として作用する接合用電極を有するマイクロフィールドエミッタチップを形成するエミッタチップ形成工程と、
ウェハ上に前記エミッタから放出された電子を加速するための加速電極であって、前記複数のエミッタの各々の配置位置に対応する位置に複数の開口部が設けられた加速電極を形成する加速電極形成工程と、
前記電子を通過させるための開口部若しくは切り欠き部であって、前記複数のエミッタの配置位置全体に対応して設けられた開口部若しくは切り欠き部を有する絶縁体を形成する絶縁体形成工程と、
陽極接合法により前記導電性ウェハと前記絶縁体とを接合する第１接合工程と、
陽極接合法により前記ウェハと前記絶縁体とを接合する第２接合工程と、
個々のマイクロ電子銃モジュールチップに分離する切出工程と、
を含むことを特徴とするマイクロ電子銃の製造方法。
【発明の詳細な説明】
【０００１】
【産業上の利用分野】
本発明は、マイクロ電子銃及びその製造方法に係り、特に微小冷陰極をエミッタとして用いたマイクロ電子銃（微小電界放射電子銃）及びその製造方法に関する。
【０００２】
近年、固体素子の速度限界を克服するため、半導体の微細加工技術を応用して微小な真空管を作る試みに端を発し、微小な冷陰極を多数配列、集積化したフラットディスプレイや微小な電子鏡筒の開発が進められている。
【０００３】
一方、微小冷陰極をマイクロ電子銃としてＳＥＭ（Ｓｃａｎｎｉｎｎｇ　Ｅｌｅｃｔｒｏｎ　Ｍｉｃｒｏｓｃｏｐｅ　）等の分析装置や検査装置に適用する場合には、数ｋｅＶといった高いエネルギーを有する電子を放出できることが望ましい。
【０００４】
そこで、そのような高エネルギーの電子を放出することが可能で、一度に多数製造することが可能なマイクロ電子銃及びその製造方法の開発が要望されている。
【０００５】
【従来の技術】
微小冷陰極をマイクロ電子銃としてＳＥＭ等の分析装置や検査装置に適用する場合には、マイクロ電子銃から放出される電子は数ｋｅＶといった高いエネルギーをもっていることが望まれる。
【０００６】
ところで、従来においては、半導体の微細加工技術だけを用いて数ｋｅＶのエネルギーを有するマイクロ電子銃を構成することは困難であった。
【０００７】
【発明が解決しようとする課題】
そこで、マイクロ電子銃のうちエミッタからゲート電極まで（低エネルギーの電子を放出する部分）を半導体微細加工技術を応用して形成し、さらに別体として、放出された電子を加速するための加速電極及びエミッタからゲート電極までと加速電極とを絶縁するための絶縁体を用意し、それらを接合して一体に形成することによりマイクロ電子銃を製造することが考えられる。
【０００８】
このような場合に、生産性やコスト等の観点からは、一度に多数のマイクロ電子銃を製造

できることが望ましい。
しかしながら現状においては、多数のマイクロ電子銃を一度に製造することは困難である。
【０００９】
より具体的には、多数のマイクロ電子銃を一度に製造する場合、マイクロフィールドエミッタチップ、絶縁体及び加速電極をウェハ状態で接合することが必要となるが、一個のマイクロ電子銃を製造する場合と同様な加工形状や接合方法を適用することができない。
【００１０】
これは、マイクロフィールドエミッタチップ、絶縁体及び加速電極の接合において位置ずれ等を起こさないようにするとともに、全ての接合を確実に行わなければならないからである。
【００１１】
さらにマイクロ電子銃として切出すためのダイシング方法等も新たに考慮しなければならない。
そこで、本発明の目的は、一度に多数製造することが可能なマイクロ電子銃及びその製造方法を提供することにある。
【００１２】
【課題を解決するための手段】
上記課題を解決するため、請求項１記載の発明は、基板と、前記基板上に形成された複数のエミッタと、前記基板上に形成され、前記エミッタからの電子を通過させるための第１の貫通孔を有する第１の絶縁層と、前記第１の絶縁層上に形成され、前記電子を通過させるための第１の開口部を有し、ゲート電圧が供給されるゲート電極を形成するゲート電極層と、前記ゲート電極上に形成されるとともに、前記電子を通過させるための第２の貫通孔であって、前記複数のエミッタの配置位置全体に対応して設けられた第２の貫通孔を有し、膜厚が１０μｍよりも厚い第２の絶縁層と、前記第２の絶縁層上に形成され、前記電子を通過させるための第２の開口部を有し、該電子を加速するための加速電圧が供給される加速電極層と、を備え、前記第２の絶縁層はガラス板で構成されるとともに、前記加速電極層に設けられた前記第２の開口部は前記複数のエミッタの各々に対応して設けられ、各々、エミッタの配置位置に対応する位置に形成されている構成を有している。
【００１３】
請求項２記載の発明は、前記ゲート電極が前記複数のエミッタの各々に対応付けて、複数設けられた構成となっている。
【００１４】
請求項３記載の発明は、基板と、前記基板上に形成され、電子ビームを放出する複数のエミッタと、第１の面において前記基板に陽極接合法により接合され、前記複数のエミッタの配置位置全体に対応して設けられた第２の貫通孔を有する絶縁体板と、前記複数のエミッタが形成された基板上に配設され、前記基板と前記絶縁体板とを接合する際に接合用電圧が印加される複数の電極パッドと、前記絶縁体板の前記第１の面とは反対側の第２の面に形成されるとともに、前記複数のエミッタの各々の配置位置に対応する位置に複数設けられた開口部を有し、前記電子ビームを加速する加速電極層と、を備えたマイクロ電子銃であって、前記絶縁体板と前記加速電極層は前記電子ビームを通過させるとともに、前記電極パッドはゲート電極として作用する構成を有している。
【００１５】
請求項４に記載の発明は、複数のエミッタおよびゲート電圧を供給するためのゲート電極、接合用電極を有するマイクロフィールドエミッタチップと、該接合用電極に接合用電圧を印可するための電極パッドと、を第１のウェハ上に形成するエミッタチップ形成工程と、第２のウェハ上に前記エミッタから放出された電子を加速するための加速電極であって、前記複数のエミッタの各々の配置位置に対応する位置に複数の開口部が設けられた加速電極を形成する加速電極形成工程と、前記電子を通過させるための開口部若しくは切り欠き部であって、前記複数のエミッタの配置位置全体に対応して設けられた開口部若しくは

切り欠き部を有する絶縁体を形成する絶縁体形成工程と、陽極接合法により前記第１のウェハと前記絶縁体とを接合する第１接合工程と、陽極接合法により前記第２のウェハと前記絶縁体とを接合する第２接合工程と、個々のマイクロ電子銃モジュールチップに分離する切出工程と、を含む構成を有している。

【００１６】

請求項５記載の発明は、導電性ウェハ上に複数のエミッタおよびゲート電圧が供給されるゲート電極、接合用電極を有するマイクロフィールドエミッタチップを形成するエミッタチップ形成工程と、ウェハ上に前記エミッタから放出された電子を加速するための加速電極であって、前記複数のエミッタの各々の配置位置に対応する位置に複数の開口部が設けられた加速電極を形成する加速電極形成工程と、前記電子を通過させるための開口部若しくは切り欠き部であって、前記複数のエミッタの配置位置全体に対応して設けられた開口部若しくは切り欠き部を有する絶縁体を形成する絶縁体形成工程と、陽極接合法により前記導電性ウェハと前記絶縁体とを接合する第１接合工程と、陽極接合法により前記ウェハと前記絶縁体とを接合する第２接合工程と、個々のマイクロ電子銃モジュールチップに分離する切出工程と、を含む構成を有している。

【００１７】

請求項６に記載の発明は、複数のエミッタおよびゲート電圧を供給するためのゲート電極として作用する接合用電極を有するマイクロフィールドエミッタチップと、該接合用電極に接合用電圧を印可するための電極パッドと、を第１のウェハ上に形成するエミッタチップ形成工程と、第２のウェハ上に前記エミッタから放出された電子を加速するための加速電極であって、前記複数のエミッタの各々の配置位置に対応する位置に複数の開口部が設けられた加速電極を形成する加速電極形成工程と、前記電子を通過させるための開口部若しくは切り欠き部であって、前記複数のエミッタの配置位置全体に対応して設けられた開口部若しくは切り欠き部を有する絶縁体を形成する絶縁体形成工程と、陽極接合法により前記第１のウェハと前記絶縁体とを接合する第１接合工程と、陽極接合法により前記第２のウェハと前記絶縁体とを接合する第２接合工程と、個々のマイクロ電子銃モジュールチップに分離する切出工程と、を含む構成を有している。

【００１８】

請求項７に記載の発明は、導電性ウェハ上に複数のエミッタおよびゲート電圧が供給されるゲート電極として作用する接合用電極を有するマイクロフィールドエミッタチップを形成するエミッタチップ形成工程と、ウェハ上に前記エミッタから放出された電子を加速するための加速電極であって、前記複数のエミッタの各々の配置位置に対応する位置に複数の開口部が設けられた加速電極を形成する加速電極形成工程と、前記電子を通過させるための開口部若しくは切り欠き部であって、前記複数のエミッタの配置位置全体に対応して設けられた開口部若しくは切り欠き部を有する絶縁体を形成する絶縁体形成工程と、陽極接合法により前記導電性ウェハと前記絶縁体とを接合する第１接合工程と、陽極接合法により前記ウェハと前記絶縁体とを接合する第２接合工程と、個々のマイクロ電子銃モジュールチップに分離する切出工程と、を含む構成を有している。

【００２２】

【作用】

請求項１に記載の発明によれば、複数のエミッタを有する基板上に絶縁層、ゲート電圧層を備え、さらにゲート電圧層の上に、絶縁層と加速電極層を備えた構造を有している。これにより、大量生産が容易になるとともに、充分な加速電圧を得ることができる。また、電極にゲート電極を用いているので、構造が簡略化される。更に、基板に接合される第２の絶縁層には、上記複数のエミッタの配置位置全体に対応して設けられた第２の貫通孔が設けられるとともに、加速電極層に設けられた第２の開口部は複数のエミッタの各々に対応して設けられ、各々、エミッタの配置位置に対応する位置に形成されている。このため、各エミッタから射出されるビームのビーム径を絞り込むことが可能となるとともに、排気コンダクタンスの向上を図ることが可能となる。

【００２３】

請求項２に記載の発明によれば、各エミッタに対応してゲート電極が設けられているため、各エミッタに対して個別にゲート電圧を印可することが可能となり、もって、各エミッタを個別に駆動することが可能となる。

【００２４】

請求項３に記載の発明によれば、エミッタを有する基板上にゲート電極として使用する電極パッドを備え、当該基板と加速電極との間に絶縁体板が接合された構造を有している。これにより、大量生産が容易になるとともに、充分な加速電圧を得ることができる。また、電極パッドにゲート電極を用いているので、構造が簡略化される。更に、基板上に接合される絶縁体板には、上記複数のエミッタの配置位置全体に対応して設けられた第２の貫通孔が設けられるとともに、加速電極層には複数のエミッタの各々に対応して開口部が設けられ、各々、エミッタの配置位置に対応する位置に形成されている。このため、各エミッタから射出されるビームのビーム径を絞り込むことが可能となるとともに、排気コンダクタンスの向上を図ることが可能となる。

【００２５】

請求項４に記載の発明によれば、エミッタチップ形成工程によって複数のエミッタおよびゲート電圧を供給するためのゲート電極、接合用電極を有するマイクロフィールドエミッタチップと、該接合用電極に接合用電圧を印可するための電極パッドと、第１のウェハ上に形成し、加速電極形成工程によって第２のウェハ上に加速電極を形成するとともに、絶縁体形成工程によって開口部若しくは切り欠き部を有する絶縁体を形成し、第１接合工程によって第１のウェハと前記絶縁体とを、第２接合工程によって第２のウェハと絶縁体とをそれぞれ接合し、切出工程によって個々のマイクロ電子銃モジュールチップに分離する。

【００２６】

この結果、マイクロフィールドエミッタチップと絶縁体およびこの絶縁体と加速電極が接合されたマイクロ電子銃を製造することができるので、大量生産が容易になるとともに、充分な加速電圧を得ることができるマイクロ電子銃を製造することができる。また、切出工程によって個々のマイクロ電子銃モジュールチップに分離する。ので、個々のマイクロ電子銃モジュールチップを製造することができるので、生産性を向上させることができる。更に、当該マイクロ電子銃は、基板上に接合される絶縁体に上記複数のエミッタの配置位置全体に対応して開口部若しくは切り欠き部が設けられるとともに、加速電極には複数のエミッタの各々に対応して開口部が設けられ、各々、エミッタの配置位置に対応する位置に形成されるため、各エミッタから射出されるビームのビーム径を絞り込むことが可能となるとともに、排気コンダクタンスの向上を図ることが可能となる。

【００２７】

請求項５に記載の発明によれば、エミッタチップ形成工程によって導電性ウェハ上にマイクロフィールドエミッタチップを形成し、加速電極形成工程によってウェハ上に加速電極を形成するとともに、絶縁体形成工程によって開口部若しくは切り欠き部を有する絶縁体を形成し、第１接合工程によって導電性ウェハと前絶縁体とを、第２接合工程によってウェハと絶縁体とをそれぞれ接合し、切出工程によって個々のマイクロ電子銃モジュールチップに分離する。

【００２８】

この結果、マイクロフィールドエミッタチップと絶縁体およびこの絶縁体と加速電極が接合されたマイクロ電子銃を製造することができるので、大量生産が容易になるとともに、充分な加速電圧を得ることができるマイクロ電子銃を製造することができる。また、切出工程によって個々のマイクロ電子銃モジュールチップに分離する。ので、個々のマイクロ電子銃モジュールチップを製造することができるので、生産性を向上させることができる。更に、当該マイクロ電子銃は、基板上に接合される絶縁体に上記複数のエミッタの配置位置全体に対応して開口部若しくは切り欠き部が設けられるとともに、加速電極には複数のエミッタの各々に対応して開口部が設けられ、各々、エミッタの配置位置に対応する位置に形成されるため、各エミッタから射出されるビームのビーム径を絞り込むことが可

能となるとともに、排気コンダクタンスの向上を図ることが可能となる。

【００２９】

請求項６に記載の発明によれば、エミッタチップ形成工程によって複数のエミッタおよびゲート電圧を供給するためのゲート電極として作用する接合用電極を有するマイクロフィールドエミッタチップと、該接合用電極に接合用電圧を印可するための電極パッドと、第１のウェハ上に形成し、加速電極形成工程によって第２のウェハ上に加速電極を形成するとともに、絶縁体形成工程によって開口部若しくは切り欠き部を有する絶縁体を形成し、第１接合工程によって第１のウェハと前記絶縁体とを、第２接合工程によって第２のウェハと絶縁体とをそれぞれ接合し、切出工程によって個々のマイクロ電子銃モジュールチップに分離する。

【００３０】

請求項７に記載の発明によれば、エミッタチップ形成工程によって導電性ウェハ上にマイクロフィールドエミッタチップを形成し、加速電極形成工程によってウェハ上に加速電極を形成するとともに、絶縁体形成工程によって開口部若しくは切り欠き部を有する絶縁体を形成し、第１接合工程によって導電性ウェハと前絶縁体とを、第２接合工程によってウェハと絶縁体とをそれぞれ接合し、切出工程によって個々のマイクロ電子銃モジュールチップに分離する。

【００４０】

【実施例】

次に図面を参照して本発明の好適な実施例を説明する。

第１実施例

本第１実施例はゲート電極を接合用電極とし、接合時にウェハ上の２点（給電パッド）から給電する場合の実施例である。

【００４１】

ａ）マイクロフィールドエミッタチップの作製（図４０ステップＳ１相当）

マイクロフィールドエミッタチップは、半導体微細加工技術を用いて作製する。

【００４２】

図１に４個のエミッタを有するマイクロフィールドエミッタチップを多数形成したシリコン（Ｓｉ）ウェハの外観斜視図を示す。

シリコンウェハ１上には、多数のマイクロフィールドエミッタチップ２、接合用の電流を流すための第１給電パッド３、第２給電パッド４及び接合時の位置合せを行うための第１位置合せマーク５、第２位置合せマーク６が形成されており、各マイクロフィールドエミッタチップ２及び第１給電パッド３あるいは第２給電パッド４のいずれか一方に給電パターン７を介して接続されている。この場合において、シリコンウェハ１としては、例えば径３インチ、厚さ５００μｍのものを用いている。

【００４３】

各マイクロフィールドエミッタチップ２（約３×３ｍｍ角）は、図２及び図３に示すようにシリコン基板上におよそ５００μｍ間隔で形成された４個のエミッタ１０とシリコン基板上に絶縁体としての酸化シリコン（ＳｉＯ）１２を介してゲート電極１１が設けられている。

【００４４】

エミッタ１０としては、シリコン（Ｓｉ）製に限られず、タングステン（Ｗ）製、ニッケル（Ｎｉ）製、金（Ａｕ）製等のスピント型のエミッタを用いることも可能である。

【００４５】

図１に示すように、第１位置合せマーク５は、シリコンウェハ１の中心から３０～３５ｍｍの位置に形成され、第２位置合せマーク６は、シリコンウェハ１の中心から２０～２５ｍｍの位置に形成される。形成方法としては、エミッタチップ用マスクの露光時に同時にパターニングすることにより行う。

【００４６】

また、シリコンウェハ１の裏面側にはＡｌ膜を形成しておく。

全てのマイクロフィールドエミッタチップ２の各ゲート電極１１には、第１給電パッド３あるいは第２給電パッド４のいずれか一方が給電パターン７を介して接続されているが、最終工程において各チップ単位に切出す際に、各ゲート電極１１と、当該ゲート電極１１に接続されていたいずれかの給電パッドと、は分離されるような構造となっている。

【００４７】

エミッタ１０としては、シリコン（Ｓｉ）製に限られず、タングステン（W）製、ニッケル（Ｎｉ）製、金（Ａｕ）製等のスピント型のエミッタを用いることも可能である。

【００４８】

ｂ）絶縁層ガラス板の作製（図４０ステップＳ２相当）

絶縁層ガラス板についても半導体微細加工技術を応用して行う。

図４に絶縁体としての絶縁層ガラス板を多数形成したガラス板の外観斜視図を示す。

【００４９】

ガラス板２０上には多数の絶縁層ガラス板２１及び第３位置合せマーク２２が形成されている。この第３位置合わせマーク２２は、第２位置合わせマーク６に対応する位置に形成されている。

【００５０】

さらにガラス板２０上には、図５に示すように、マイクロ電子銃の完成時にエミッタから放出された電子を通過させるための第１開口部２３と、マイクロ電子銃の完成時に各マイクロフィールドエミッタチップのゲート電極１１と給電ワイヤとを接続可能な状態とすべく切り欠き部となる第２開口部２４と、が形成されている。

【００５１】

このガラス板２０の大きさとしては、マイクロフィールドエミッタチップ２が形成されているシリコンウェハの接合面であるゲート電極給電用の給電パッドを覆うことなく、シリコンウェハと後述の加速電極とを位置合わせするための第１位置合わせマーク５を覆うことがない大きさに設定している。例えば、５０ｍｍ×５０ｍｍで厚さ１００μｍのものを用いる。

【００５２】

上記第３位置合わせマーク２２、第１開口部２３及び第２開口部２４はサンドブラスト加工により形成する。

図６に絶縁層ガラス板２１の外観斜視図を示す。

【００５３】

絶縁層ガラス板２１は、矩形状の第１開口部２３と、第２開口部２４（図５参照）から形成される切り欠き部２５と、を備えている。

ｃ）加速電極の作製（図４０ステップＳ３相当）

加速電極の作製は、マイクロフィールドエミッタチップの作製と同様に半導体微細加工技術を用いて行う。

【００５４】

図７に加速電極用シリコンウェハの非接合面側の外観斜視図を示す。

加速電極用シリコンウェハ３０は、多数の加速電極３１と、個々の加速電極３１に切断し分離する際に用いるスクライブ用ライン３２と、接合用電流を供給する接合用電極を挿入するための第３開口部３３と、接合時の位置合せを行うための第４位置合せマーク３４と、接合用電流を供給する接合用電極を挿入するための第４開口部３５と、接合時の位置合せを行うための第５位置合せマーク３６と、を備えている。この場合において、シリコンウェハ３０としては、例えば径３インチ、厚さ２００μｍのものを用いている。

【００５５】

各加速電極３１（約３×３ｍｍ角）は、図８及び図９に示すように、マイクロフィールドエミッタチップ２に設けた４個のエミッタ１０（図２及び図３参照）のそれぞれに対応して設けられ、加速した電子を通過させる４個の第６開口部３８と、マイクロ電子銃の完成時に各マイクロフィールドエミッタチップのゲート電極１１と給電ワイヤとを接続可能な状態とすべく第２切り欠き部３９（図９参照）となる第５開口部３７と、を備えている。

【００５６】
図１０に加速電極用シリコンウェハの接合面側の外観斜視図を示す。
加速電極用シリコンウェハ３０は、接合用電流を供給する接合用電極を挿入するための第３開口部３３と、接合時の位置合せを行うための第６位置合せマーク４０と、接合用電流を供給する接合用電極を挿入するための第４開口部３５と、接合時の位置合せを行うための第７位置合せマーク４１と、を備えている。
【００５７】
ここで、加速電極をシリコンウェハに形成する方法について説明する。
まず、両面マスクアライナを用いてシリコンウェハの一方の面に第４位置合わせマーク３４、第５位置合わせマーク３６及びスクライブ用ライン３２を形成し、他方の面に第６位置合わせマーク４０及び第７位置合わせマーク４１を形成する（図１１（ａ）参照）。
【００５８】
この場合において、第４位置合わせマーク３４及び第７位置合わせマーク４１はシリコンウェハを挟んで対応する位置に形成され、第５位置合わせマーク３６及び第６位置合わせマーク４０はシリコンウェハを挟んで対応する位置に形成される。
【００５９】
次に第４位置合わせマーク３４及び第５位置合わせマーク３６を用いて当該位置合わせマーク３４、３６が設けられた面側にSiO_2　のエッチングマスクを形成し、第６位置合わせマーク４０及び第７位置合わせマーク４１を用いて当該位置合わせマーク４０、４１が設けられた面側にSiO_2　のエッチングマスクを形成する（図１１（ｂ）参照）。
【００６０】
つづいて、ＫＯＨ等のアルカリ性エッチング溶液を用いて、Ｓｉをエッチングすることにより、第３開口部３３、第４開口部３５、第５開口部３７および第６開口部３８を形成する（図１１（ｃ）参照）。
【００６１】
そしてＨＦ緩衝液を用いてSiO_2　のエッチングマスクを除去し、加速電極の形成を終了する（図１１（ｄ）参照）。
ところで、加速電極材料としてはシリコンに限られることなく、たとえば、Ｍｏ、Ｃｒ、Ｔａ、Ｔｉ、ｋｏｖａｒ、Ｇｅ、ＧａＡｓ等のウェハあるいは板材でもよい。
【００６２】
ｄ）マイクロフィールドエミッタチップ（シリコンウェハ）と絶縁層ガラス板（ガラス板）の接合（図４０ステップＳ４相当）
次にマイクロフィールドエミッタチップと絶縁層ガラス板の接合について図１２を参照して説明する。
【００６３】
マイクロフィールドエミッタチップと絶縁層ガラス板の接合は、陽極接合法を用いて行う。
まず、シリコンウェハ１の第２位置合わせマーク６とガラス板２０の第３位置合わせマーク２２を用いて位置合わせを行う。
【００６４】
つづいて、真空ポンプにより1×10^{-5} Ｔｏｒｒ程度に真空排気し、シリコンウェハ１とガラス板２０の接合面が３００℃程度になるようにヒータ５１により加熱しつつ、シリコンウェハ１上の第１給電パッド３及び第２給電パッド４を直流電源５０の陽極に接続し、ガラス板を陰極に接続して３００ボルト程度の電圧を１０分程度印加する。
【００６５】
これによりシリコンウェハ１上のゲート電極１１と絶縁層ガラス板２１の接合が行われる。
図１３に接合後のマイクロフィールドエミッタチップ／絶縁層ガラス板の外観斜視図を示す。
【００６６】

ｅ）マイクロフィールドエミッタチップ／絶縁層ガラス板と加速電極（シリコンウェハ）の接合（図４０ステップＳ５相当）

次にマイクロフィールドエミッタチップ／絶縁層ガラス板と加速電極の接合について図１４を参照して説明する。

【００６７】

マイクロフィールドエミッタチップ／絶縁層ガラス板と加速電極の接合は陽極接合法を用いて行う。

まず、シリコンウェハ１の第１位置合わせマーク６と加速電極用シリコンウェハ３０の第４位置合わせマーク３４を用いて位置合わせを行う。

【００６８】

つづいて、真空ポンプにより1×10^{-5}Ｔｏｒｒ程度に真空排気し、シリコンウェハ１とガラス板２０の接合面が３００℃程度になるように加熱し、シリコンウェハ１上の第１給電パッド３及び第２給電パッド４を第３開口部３３及び第４開口部３５を介して直流電源５０の陽極に接続し、ガラス板を陰極に接続して３００ボルト程度の電圧を１０分程度印加する。

【００６９】

これにより加速電極３１と絶縁層ガラス板２１の接合が行われる。

図１５に接合後のマイクロフィールドエミッタチップ／絶縁層ガラス板／加速電極の外観斜視図を示す。

【００７０】

ｆ）マイクロ電子銃モジュールチップの切出し（図４０ステップＳ６相当）

マイクロフィールドエミッタチップ／絶縁層ガラス板／加速電極の接合が終了すると、加速電極用シリコンウェハ３０上のスクライブ用ライン３２を用いて図１６に示すようなマイクロ電子銃モジュールチップ１００としてカッティング（スクライビング）する。

【００７１】

ｇ）マイクロ電子銃パッケージへの接合（図４０ステップＳ７相当）

次に切出されたマイクロ電子銃モジュールチップ１００の組み立てについて図１７を参照して説明する。

【００７２】

マイクロ電子銃のパッケージとしては、例えば、「ＴＯ－５」型の金属パッケージを用いる。

まず、「ＴＯ－５」型の金属パッケージの表面に金（Ａｕ）をコーティングし、切出されたマイクロ電子銃モジュール１００をコーティング面に載置させ、マイクロフィールドエミッタチップのシリコン基板の裏面に形成したＡｌ膜の接合面の温度が６００℃になるように加熱する。

【００７３】

この結果、ＡｌとＡｕの共晶が形成され、接合される。

ｈ）給電ワイヤの接続（図４０ステップＳ８相当）

次に加速電極３１、４個のゲート電極１１のそれぞれと「ＴＯ－５」型の金属パッケージの端子を給電ワイヤ５２により接続する。

【００７４】

以上の様な工程によりマイクロ電子銃を一度に多量に製造することが可能となる。

本第１実施例のマイクロ電子銃によれば、放出電子に充分な加速電圧を与えることが可能であり、取扱も容易となる。さらに生産性が高く製造コストを低減することができる。

【００７５】

上記第１実施例においては、第３開口部３３及び第４開口部３５を介して直流電源５０の陽極を接続していたが、これらの開口部に代えて、加速電極用シリコンウェハに切り欠き部を設け、同様に直流電源５０の陽極を接続するように構成することも可能である。

第２実施例

本第２実施例はゲート電極とは別に接合用電極を設け、接合時にウェハの裏面から給電す

る場合の実施例である。

【００７６】

ａ）マイクロフィールドエミッタチップの作製（図４０ステップＳ１相当）

図１８に４個のエミッタを有するマイクロフィールドエミッタチップを多数形成したシリコン（Ｓｉ）ウェハの外観斜視図を示す。

【００７７】

シリコンウェハ６０上には、多数のマイクロフィールドエミッタチップ６１、接合時の位置合せを行うための第１位置合せマーク６２、第２位置合せマーク６３、接合用の電流を流すための第１シリコン露出面６４及第２シリコン露出面６５が形成されており、各マイクロフィールドエミッタチップ２及び第１シリコン露出面６４あるいは第２シリコン露出面６５のいずれか一方に給電パターン６６を介して接続されている。この場合において、シリコンウェハ６０としては、例えば径３インチ、厚さ５００μｍのものを用いている。

【００７８】

各マイクロフィールドエミッタチップ６１（約３×３ｍｍ角）は、図１９及び図２０に示すようにシリコン基板上におよそ５００μｍ間隔で形成された４個のエミッタ７０とシリコン基板上に絶縁体としての酸化シリコン（ＳｉＯ）７３を介してゲート電極７１及び接合用電極７２が設けられている。

【００７９】

エミッタ７０としては、シリコン（Ｓｉ）製に限られず、タングステン（Ｗ）製、ニッケル（Ｎｉ）製、金（Ａｕ）製等のスピント型のエミッタを用いることも可能である。

【００８０】

第１位置合せマーク６２は、シリコンウェハ６０の中心から３０～３５ｍｍの位置に形成され、第２位置合せマーク６３は、シリコンウェハ６０の中心から２０～２５ｍｍの位置に形成される。形成方法としては、エミッタチップ用マスクの露光時に同時にパターニングすることにより行う。

【００８１】

また、シリコン基板の裏面側にはＡｌ膜を形成しておく。

全てのマイクロフィールドエミッタチップ６１の各ゲート電極７１及び接合用電極７２には、第１シリコン露出面６４あるいは第２シリコン露出面６５のいずれか一方に給電パターン６６を介して接続されているが、最終工程において各チップ単位に切出す際に、各ゲート電極７１あるいは各接合用電極７２と、当該ゲート電極７１あるいは当該接合用電極７２に接続されていたいずれか一方のシリコン露出面と、は分離されるような構造となっている。

【００８２】

エミッタ７０としては、シリコン（Ｓｉ）製に限られず、タングステン（Ｗ）製、ニッケル（Ｎｉ）製、金（Ａｕ）製等のスピント型のエミッタを用いることも可能である。

【００８３】

図２１にマイクロフィールドエミッタチップ６１の第１シリコン露出面６４近傍の断面図を示す。

図２１に示すように、シリコン基板６０Ａの第１シリコン露出面６４には接点６６Ａを介して給電パターン６６が接続され、給電パターンの他端には接合用電極７２が接続されている。

【００８４】

ｂ）絶縁層ガラス板の作製（図４０ステップＳ２相当）

図２２に絶縁体としての絶縁層ガラス板を多数形成したガラス板の外観斜視図を示す。

【００８５】

ガラス板８０上には多数の絶縁層ガラス板８１及び第３位置合せマーク８２が形成されている。この第３位置合わせマーク８２は、第２位置合わせマーク６３に対応する位置に形成されている。

【００８６】

さらにガラス板８０上には、図２３に示すように、マイクロ電子銃の完成時にエミッタから放出された電子を通過させるための第１切り欠き部８５（図２４参照）を構成するための第１開口部８３と、マイクロ電子銃の完成時に各マイクロフィールドエミッタチップのゲート電極７１と給電ワイヤとを接続可能な状態とすべく第２切り欠き部８６（図２４参照）となる第２開口部８４と、が形成されている。

【００８７】

この場合において、第１実施例の第１開口部２３（図６）に代えて第１切り欠き部８５を設けることにより、すなわち、エミッタ７０周囲を絶縁層である絶縁層ガラス板８１が完全に取り囲むことがないような絶縁層ガラス板８１の形状としているので、エミッタ７０の排気コンダクタンスを向上させることができる。

【００８８】

上記第３位置合わせマーク８２、第１開口部８３及び第２開口部８４はサンドブラスト加工により形成する。

このガラス板８０の大きさとしては、マイクロフィールドエミッタチップ６１が形成されているシリコンウェハの接合面であるゲート電極給電用の給電パッドを覆うことなく、シリコンウェハと後述の加速電極とを位置合わせするための第１位置合わせマーク６２を覆うことがない大きさに設定している。例えば、５０ｍｍ×５０ｍｍで厚さ１００μｍのものを用いる。

【００８９】

図２４に示すように、絶縁層ガラス板８１は、第１切り欠き部８５と、第２切り欠き部８６と、を備えている。

ｃ）加速電極の作製（図４０ステップＳ３相当）

図２５に加速電極用シリコンウェハの非接合面側の外観斜視図を示す。

【００９０】

加速電極用シリコンウェハ９０は、多数の加速電極９１と、個々の加速電極９１に切断し分離する際に用いるスクライブ用ライン９２と、接合時の位置合せを行うための第４位置合せマーク９３と、接合時の位置合せを行うための第５位置合せマーク９４と、を備えている。この場合において、加速電極用シリコンウェハ９０としては、例えば径３インチ、厚さ２００μｍのものを用いている。

【００９１】

各加速電極３１（約３×３ｍｍ角）は、図２６及び図２７に示すように、マイクロフィールドエミッタチップ６１に設けた４個のエミッタ７０（図１９及び図２０参照）のそれぞれに対応して設けられ、加速した電子を通過させる４個の第３開口部９５と、マイクロ電子銃の完成時に各マイクロフィールドエミッタチップ６１のゲート電極７１と給電ワイヤとを接続可能な状態とすべく第３切り欠き部９８（図２７参照）となる第４開口部９６と、マイクロ電子銃の完成時に第４切り欠き部９９となる（図２７参照）第５開口部９７と、を備えている。

【００９２】

図２８に加速電極用シリコンウェハの接合面側の外観斜視図を示す。

加速電極用シリコンウェハ９０は、接合時の位置合せを行うための第６位置合せマーク１１０と、接合時の位置合せを行うための第７位置合せマーク１１１と、を備えている。

【００９３】

ここで、加速電極をシリコンウェハに形成する方法について説明する。

まず、両面マスクアライナを用いてシリコンウェハの一方の面に第４位置合わせマーク９３、第５位置合わせマーク９４及びスクライブ用ライン９２（図２９には図示せず）を形成し、他方の面に第６位置合わせマーク１１０及び第７位置合わせマーク１１１を形成する（図２９（ａ）参照）。

【００９４】

この場合において、第４位置合わせマーク９３及び第７位置合わせマーク１１１はシリコンウェハを挟んで対応する位置に形成され、第５位置合わせマーク９４及び第６位置合わ

せマーク１１０はシリコンウェハを挟んで対応する位置に形成される。
【００９５】
次に第４位置合わせマーク９３及び第５位置合わせマーク９４を用いて当該位置合わせマーク９３、９４が設けられた面側にSiO_2 のエッチングマスクを形成し、第６位置合わせマーク１１０及び第７位置合わせマーク１１１を用いて当該位置合わせマーク１１０、１１１が設けられた面側にSiO_2 のエッチングマスクを形成する（図２９（ｂ）参照）。
【００９６】
つづいて、ＫＯＨ等のアルカリ性エッチング溶液を用いて、Ｓｉをエッチングすることにより、第３開口部９５、第４開口部９６及び第５開口部９７を形成する（図２９（ｃ）参照）。
【００９７】
そしてＨＦ緩衝液を用いてSiO_2 のエッチングマスクを除去し、加速電極の形成を終了する（図２９（ｄ）参照）。
ところで、加速電極材料としてはシリコンに限られることなく、たとえば、Ｍｏ、Ｃｒ、Ｔａ、Ｔｉ、ｋｏｖａｒ、Ｇｅ、ＧａＡｓ等のウェハあるいは板材でもよい。
【００９８】
ｄ）マイクロフィールドエミッタチップ（シリコンウェハ）と絶縁層ガラス板（ガラス板）の接合（図４０ステップＳ４相当）
次にマイクロフィールドエミッタチップと絶縁層ガラス板の接合について図３０を参照して説明する。
【００９９】
マイクロフィールドエミッタチップと絶縁層ガラス板の接合は、陽極接合法を用いて行う。
まず、シリコンウェハ６０の第２位置合わせマーク６３とガラス板８０の第３位置合わせマーク８２を用いて位置合わせを行う。
つづいて、真空ポンプにより1×10^{-5} Ｔｏｒｒ程度に真空排気し、シリコンウェハ６０とガラス板８０の接合面が３００℃程度になるようにヒータ１２１により加熱しつつ、シリコンウェハ６０の裏面（Ａｌ膜形成面）を直流電源１２０の陽極に接続し、ガラス板を陰極に接続して３００ボルト程度の電圧を１０分程度印加する。
【０１００】
これによりシリコンウェハ６０上のゲート電極７１と絶縁層ガラス板８０の接合が行われる。
図３１に接合後のマイクロフィールドエミッタチップ／絶縁層ガラス板の外観斜視図を示す。
ｅ）マイクロフィールドエミッタチップ／絶縁層ガラス板と加速電極（シリコンウェハ）の接合（図４０ステップＳ５相当）
次にマイクロフィールドエミッタチップ／絶縁層ガラス板と加速電極の接合について図３２を参照して説明する。
【０１０１】
マイクロフィールドエミッタチップ／絶縁層ガラス板と加速電極の接合は陽極接合法を用いて行う。
まず、シリコンウェハ６０の第１位置合わせマーク９３と加速電極用シリコンウェハ９０の第４位置合わせマーク９３及び第５位置合わせマーク９４を用いて位置合わせを行う。
【０１０２】
つづいて、真空ポンプにより1×10^{-5} Ｔｏｒｒ程度に真空排気し、シリコンウェハ６０とガラス板８０の接合面が３００℃程度になるように加熱し、シリコンウェハ６０の裏面（Ａｌ膜形成面）を直流電源５０の陽極に接続し、加速電極用シリコンウェハ９０を陰極に接続して３００ボルト程度の電圧を１０分程度印加する。
【０１０３】

これにより加速電極９１と絶縁層ガラス板８１の接合が行われる。
図３３に接合後のシリコンウェハ６０／ガラス板８０／加速電極用シリコンウェハ９０（マイクロフィールドエミッタチップ／絶縁層ガラス板／加速電極）の外観斜視図を示す。
【０１０４】
ｆ）マイクロ電子銃モジュールチップの切出し（図４０ステップＳ６相当）
シリコンウェハ６０／ガラス板８０／加速電極用シリコンウェハ９０の接合（マイクロフィールドエミッタチップ／絶縁層ガラス板／加速電極の接合）が終了すると、加速電極用シリコンウェハ９０上のスクライブ用ライン９２を用いて図３４に示すようなマイクロ電子銃モジュールチップ２００としてカッティング（スクライビング）する。
【０１０５】
ｇ）マイクロ電子銃のパーケージへの接合（図４０ステップＳ７相当）
次に切出されたマイクロ電子銃モジュールチップ２００の組み立てについて図１７を参照して説明する。
【０１０６】
マイクロ電子銃のパッケージとしては、例えば、「ＴＯ－５」型の金属パッケージを用いる。
まず、「ＴＯ－５」型の金属パッケージの表面に金（Ａｕ）をコーティングし、切出されたマイクロ電子銃モジュール２００をコーティング面に載置させ、マイクロフィールドエミッタチップのシリコン基板の裏面に形成したＡｌ膜の接合面の温度が６００℃になるように加熱する。
【０１０７】
この結果、ＡｌとＡｕの共晶が形成され、接合される。
ｈ）給電ワイヤの接続（図４０ステップＳ８相当）
次に加速電極３１、４個のゲート電極７１のそれぞれと「ＴＯ－５」型の金属パッケージの端子を給電ワイヤ１１２により接続する。
【０１０８】
以上の様な工程によりマイクロ電子銃を一度に多量に製造することが可能となる。
本第２実施例のマイクロ電子銃によれば、放出電子に充分な加速電圧を与えることが可能であり、取扱も容易となる。さらに生産性が高く製造コストを低減することができる。さらにエミッタ周囲を絶縁層ガラス板８１により完全に取り囲んでしまわないので、排気コンダクタンスを向上させることができる。
第３実施例
本第３実施例は接合用電極として基板の露出面を用い、接合時にウェハの裏面から給電する場合の実施例である。
【０１０９】
ａ）マイクロフィールドエミッタチップの作製（図４０ステップＳ１相当）
図３６に４個のエミッタを有するマイクロフィールドエミッタチップを多数形成したシリコン（Ｓｉ）ウェハの外観斜視図を示す。
【０１１０】
シリコンウェハ１３０上には、多数のマイクロフィールドエミッタチップ１３１、接合時の位置合せを行うための第１位置合せマーク１３２、第２位置合せマーク１３３、が形成されている。この場合において、シリコンウェハ１３０としては、例えば径３インチ、厚さ５００μｍのものを用いている。
【０１１１】
各マイクロフィールドエミッタチップ１３１（約３×３ｍｍ角）は、図３７及び図３８に示すようにシリコン基板上におよそ５００μｍ間隔で形成された４個のエミッタ１３４とシリコン基板上に絶縁体としての酸化シリコン（ＳｉＯ）１３５を介してゲート電極１３６及び接合面としてのシリコン露出面１３７が設けられている。
【０１１２】
第１位置合せマーク１３２は、シリコンウェハ１３０の中心から３０～３５ｍｍの位置に

形成され、第２位置合せマーク１３３は、シリコンウェハ１３０の中心から２０～２５ｍｍの位置に形成される。形成方法としては、エミッタチップ用マスクの露光時に同時にパターニングすることにより行う。

【０１１３】

また、シリコン露出面１３７は、後述の図３９に示すように、予め１．５μｍ程度の段差をもつように形成し、マスク用のＳｉＯ$_2$　膜、絶縁層としてのＳｉＯ膜、ゲート電極等が除去されるように処理を行い、シリコン基板１３０Ａがそのまま露出するような構造となっている。したがって、シリコンウェハ１３０の裏面に給電することにより接合用電極として機能することとなる。

【０１１４】

また、シリコン基板の裏面側にはＡｌ膜を形成しておく。

図３７に示すように、隣接する２個のマイクロフィールドエミッタチップ、例えば、マイクロフィールドエミッタチップ１３１$_{-1}$及び１３１$_{-2}$の各ゲート電極１３６はそれぞれ互いに接続されているが、最終工程において各チップ単位に切出す際に、各マイクロフィールドエミッタチップ１３１$_{-1}$、１３１$_{-2}$の各ゲート電極１３６は互いに分離されるような構造となっている。

【０１１５】

エミッタ１３４としては、シリコン（Ｓｉ）製に限られず、タングステン（Ｗ）製、ニッケル（Ｎｉ）製、金（Ａｕ）製等のスピント型のエミッタを用いることも可能である。

【０１１６】

図３９にマイクロフィールドエミッタチップ１３１のシリコン露出面１３７近傍の断面図を示す。

本第３実施例のマイクロフィールドエミッタチップ１３１は、構造が簡単であり、より生産性を向上させることができる。

【０１１７】

絶縁層ガラス板及び加速電極の製造方法、それらとの接合方法及び組立方法については、第１実施例あるいは第２実施例の方法が適用できるので、本題３実施例においては説明を省略する。

【０１１８】

本第３実施例のマイクロ電子銃によれば、第１実施例のマイクロ電子銃あるいは第２実施例のマイクロ電子銃の効果に加えて、マイクロフィールドエミッタチップの構造を簡略化することができ、より生産性を向上させることができる。

【０１１９】

【発明の効果】

請求項１に記載の発明によれば、マイクロ電子銃の大量生産が容易になるとともに、充分な加速電圧を得ることができるマイクロ電子銃を製造することができる。また、電極にゲート電極を用いているので、構造が簡略化される。また、各エミッタから射出されるビームのビーム径を絞り込むことが可能となるとともに、排気コンダクタンスの向上を図ることが可能となる。

【０１２０】

請求項２に記載の発明によれば、各エミッタに対して個別にゲート電圧を印可することが可能となり、もって、各エミッタを個別に駆動することが可能となる。

【０１２１】

請求項３に記載の発明によれば、マイクロ電子銃の大量生産が容易になるとともに、充分な加速電圧を得ることができるマイクロ電子銃を製造することができる。また、電極パッドにゲート電極を用いているので、構造が簡略化される。また、各エミッタから射出されるビームのビーム径を絞り込むことが可能となるとともに、排気コンダクタンスの向上を図ることが可能となる。

【０１２２】

請求項４に記載の発明によれば、マイクロ電子銃の大量生産が容易になるとともに、充

分な加速電圧を得ることができるマイクロ電子銃を製造することができる。また、個々のマイクロ電子銃モジュールチップを製造することができ、生産性を向上させることができる。また、各エミッタから射出されるビームのビーム径を絞り込むことが可能となるとともに、排気コンダクタンスの向上を図ることが可能となる。

【０１２３】

請求項５に記載の発明によれば、マイクロ電子銃の大量生産が容易になるとともに、充分な加速電圧を得ることができるマイクロ電子銃を製造することができる。また、個々のマイクロ電子銃モジュールチップを製造することができ、生産性を向上させることができる。また、各エミッタから射出されるビームのビーム径を絞り込むことが可能となるとともに、排気コンダクタンスの向上を図ることが可能となる。

【０１２４】

請求項６に記載の発明によれば、マイクロ電子銃の大量生産が容易になるとともに、充分な加速電圧を得ることができるマイクロ電子銃を製造することができる。また、個々のマイクロ電子銃モジュールチップを製造することができ、生産性を向上させることができる。また、各エミッタから射出されるビームのビーム径を絞り込むことが可能となるとともに、排気コンダクタンスの向上を図ることが可能となる。

【０１２５】

請求項７に記載の発明によれば、マイクロ電子銃の大量生産が容易になるとともに、充分な加速電圧を得ることができるマイクロ電子銃を製造することができる。また、個々のマイクロ電子銃モジュールチップを製造することができ、生産性を向上させることができる。また、各エミッタから射出されるビームのビーム径を絞り込むことが可能となるとともに、排気コンダクタンスの向上を図ることが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図１】第１実施例のマイクロフィールドエミッタチップ用シリコンウェハの外観斜視図である。

【図２】図１のシリコンウェハの部分拡大斜視図である。

【図３】第１実施例のマイクロフィールドエミッタチップの外観斜視図である。

【図４】第１実施例の絶縁層ガラス板用ガラス板の外観斜視図である。

【図５】図４のガラス板の部分拡大斜視図である。

【図６】第１実施例の絶縁層ガラス板の外観斜視図である。

【図７】第１実施例の加速電極用シリコンウェハの外観斜視図である。

【図８】図７の加速電極用シリコンウェハの部分拡大斜視図である。

【図９】第１実施例の加速電極の外観斜視図である。

【図１０】図７の加速電極用シリコンウェハ裏面の外観斜視図である。

【図１１】第１実施例の加速電極の製造工程説明図である。

【図１２】第１実施例のマイクロフィールドエミッタチップ用シリコンウェハと絶縁層ガラス板用ガラス板の接合説明図である。

【図１３】第１実施例のマイクロフィールドエミッタチップ用シリコンウェハと絶縁層ガラス板用ガラス板の接合状態説明図である。

【図１４】第１実施例の絶縁層ガラス板用ガラス板と加速電極用シリコンウェハの接合説明図である。

【図１５】第１実施例のウェハとガラス板の接合状態説明図である。

【図１６】第１実施例のマイクロ電子銃モジュールチップの外観斜視図である。

【図１７】第１実施例のマイクロ電子銃組立説明図である。

【図１８】第２実施例のマイクロフィールドエミッタチップ用シリコンウェハの外観斜視図である。

【図１９】図１８のシリコンウェハの部分拡大斜視図である。

【図２０】第２実施例のマイクロフィールドエミッタチップの外観斜視図である。

【図２１】第２実施例のマイクロフィールドエミッタチップの断面図である。

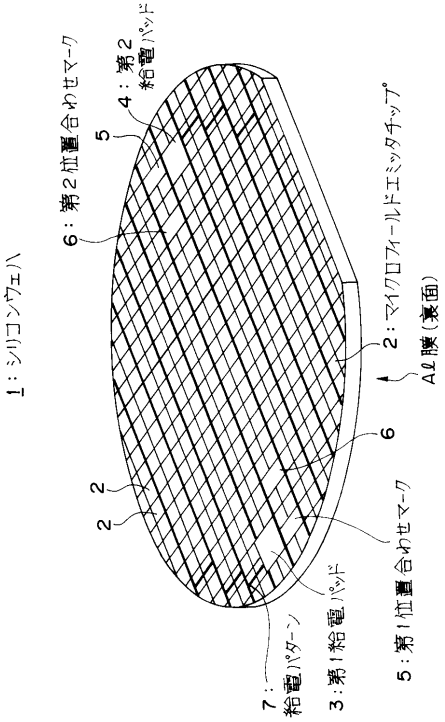
【図２２】第２実施例の絶縁層ガラス板用ガラス板の外観斜視図である。

【図２３】図２２のガラス板の部分拡大斜視図である。
【図２４】第２実施例の絶縁層ガラス板の外観斜視図である。
【図２５】第２実施例の加速電極用シリコンウェハの外観斜視図である。
【図２６】図２５の加速電極用シリコンウェハの部分拡大斜視図である。
【図２７】第２実施例の加速電極の外観斜視図である。
【図２８】図２５の加速電極用シリコンウェハ裏面の外観斜視図である。
【図２９】第２実施例の加速電極の製造工程説明図である。
【図３０】第２実施例のマイクロフィールドエミッタチップ用シリコンウェハと絶縁層ガラス板用ガラス板の接合説明図である。
【図３１】第２実施例のマイクロフィールドエミッタチップ用シリコンウェハと絶縁層ガラス板用ガラス板の接合状態説明図である。
【図３２】第２実施例の絶縁層ガラス板用ガラス板と加速電極用シリコンウェハの接合説明図である。
【図３３】第２実施例のウェハとガラス板の接合状態説明図である。
【図３４】第２実施例のマイクロ電子銃モジュールチップの外観斜視図である。
【図３５】第２実施例のマイクロ電子銃組立説明図である。
【図３６】第３実施例のマイクロフィールドエミッタチップ用シリコンウェハの外観斜視図である。
【図３７】図３６のシリコンウェハの部分拡大斜視図である。
【図３８】第３実施例のマイクロフィールドエミッタチップの外観斜視図である。
【図３９】第３実施例のマイクロフィールドエミッタチップの断面図である。
【図４０】マイクロ電子銃の製造フローチャートである。
【符号の説明】
１…シリコンウェハ
２…マイクロフィールドエミッタチップ
３…第１給電パッド
４…第２給電パッド
５…第１位置合せマーク
６…第２位置合せマーク
７…給電パターン
１０…エミッタ
１１…ゲート電極
１２…酸化シリコン（ＳｉＯ）
２０…ガラス板
２１…絶縁層ガラス板
２２…第３位置合せマーク
２３…第１開口部
２４…第２開口部
２５…切り欠き部
３０…加速電極用シリコンウェハ
３１…加速電極
３２…スクライブ用ライン
３３…第３開口部
３４…第４位置合せマーク
３５…第４開口部
３６…第５位置合せマーク
３７…第５開口部
３８…第６開口部
３９…第２切り欠き部
４０…第６位置合せマーク

４１…第７位置合せマーク
５０…直流電源
５１…ヒータ
５２…給電ワイヤ
６０…シリコンウェハ
６１…マイクロフィールドエミッタチップ
６２…第１位置合せマーク
６３…第２位置合せマーク
６４…第１シリコン露出面
６５…第２シリコン露出面
６６…給電パターン
６６Ａ…接点
７０…エミッタ
７１…ゲート電極
７２…接合用電極
７３…酸化シリコン（ＳｉＯ）
８０…ガラス板
８１…絶縁層ガラス板
８２…第３位置合せマーク
８３…第１開口部
８４…第２開口部
８５…第１切り欠き部
８６…第２切り欠き部
９０…加速電極用シリコンウェハ
９１…加速電極
９２…スクライブ用ライン
９３…第４位置合せマーク
９４…第５位置合せマーク
９５…第３開口部
９６…第４開口部
９７…第５開口部
９８…第３切り欠き部
９９…第４切り欠き部
１００、２００…マイクロ電子銃モジュールチップ
１１０…第６位置合せマーク
１１１…第７位置合せマーク
１２２…給電ワイヤ
１２０…直流電源
１２１…ヒータ
１３０…シリコンウェハ
１３１、１３１$_{-1}$、１３１$_{-2}$…マイクロフィールドエミッタチップ
１３２…第１位置合せマーク
１３３…第２位置合せマーク
１３５…酸化シリコン（ＳｉＯ）
１３６…ゲート電極
１３７…シリコン露出面

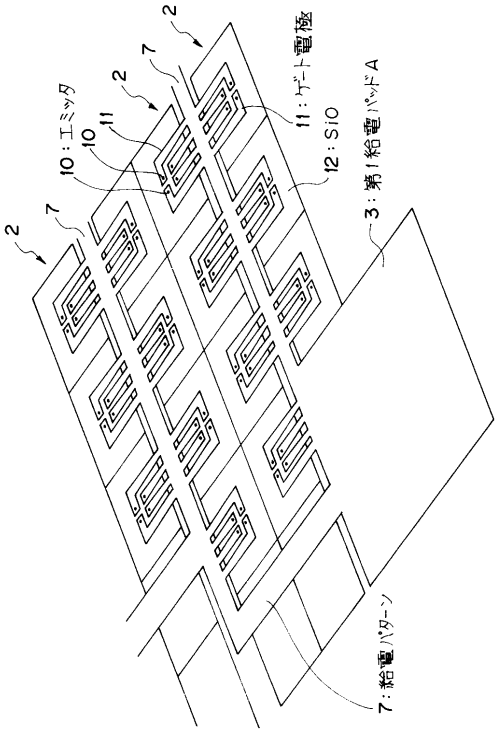
【図１】

第１実施例のマイクロフィールドエミッタチップ用シリコンウェハの外観斜視図



【図２】

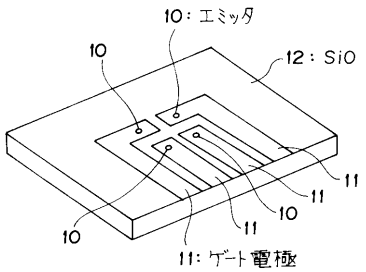
図１のシリコンウェハの部分拡大斜視図



【図３】

第１実施例のマイクロフィールドエミッタチップの外観斜視図

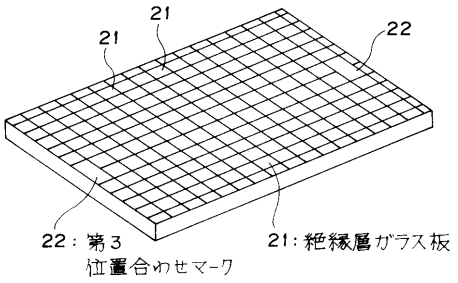
2：マイクロフィールドエミッタチップ



【図４】

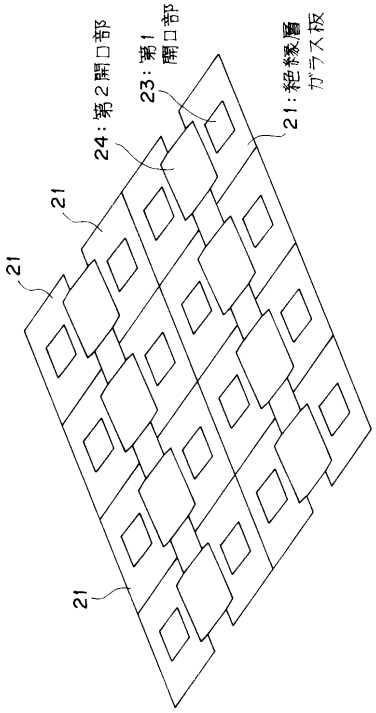
第１実施例の絶縁層ガラス板用ガラス板の外観斜視図

20：ガラス板



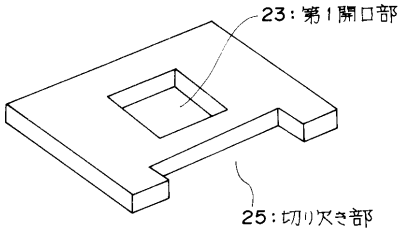
【図５】

図４のガラス板の部分拡大斜視図



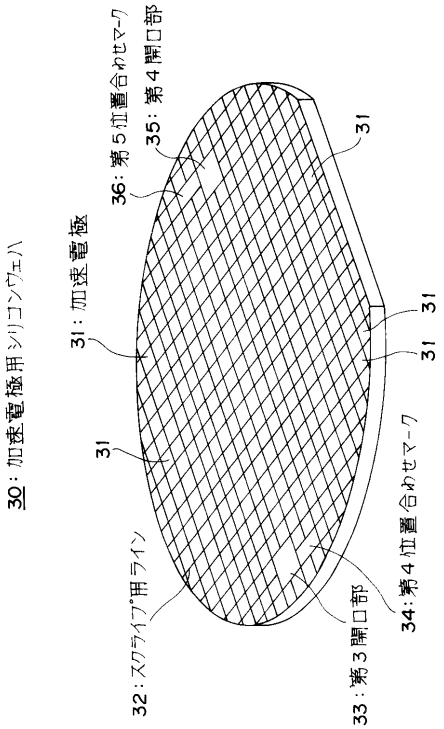
【図６】

第１実施例の絶縁層ガラス板の外観斜視図



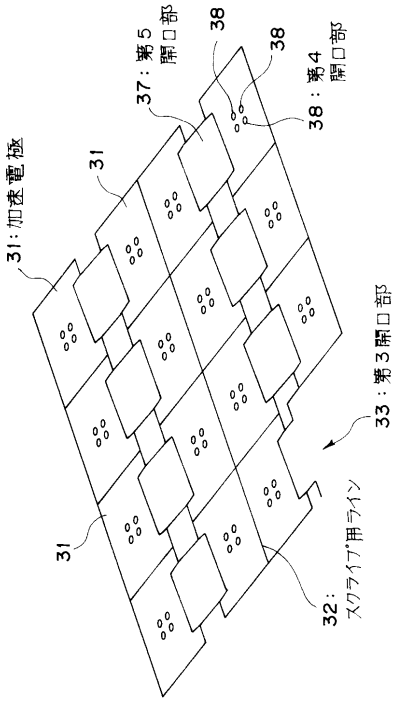
【図７】

第１実施例の加速電極用シリコンウェハの外観斜視図



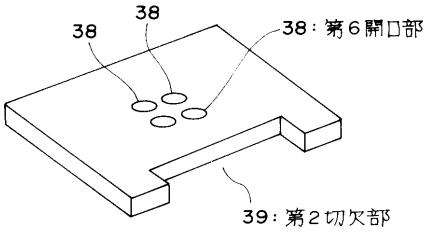
【図８】

図７の加速電極用シリコンウェハの部分拡大斜視図



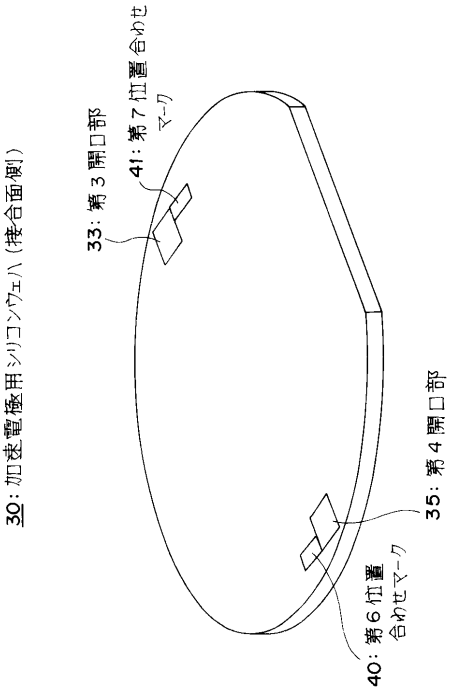
【図９】

第１実施例の加速電極の外観斜視図



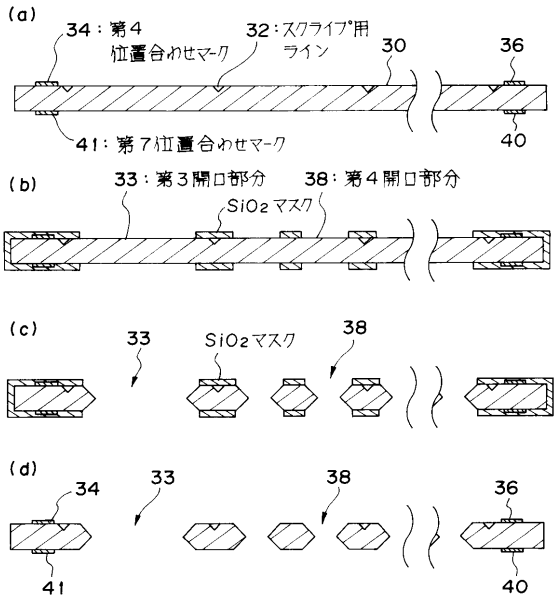
【図１０】

図７の加速電極用シリコンウェハ裏面の外観斜視図



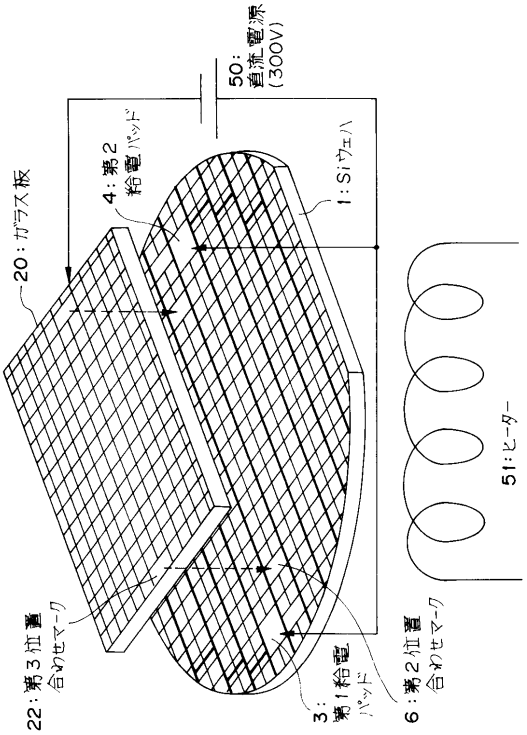
【図１１】

第１実施例の加速電極の製造工程説明図



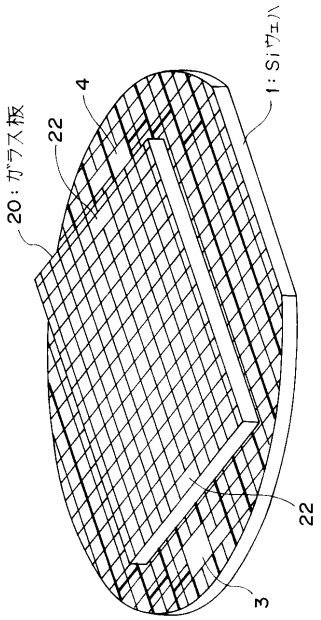
【図１２】

第１実施例のマイクロフィールドエミッタチップ用シリコンウェハと絶縁層ガラス板用ガラス板の接合説明図



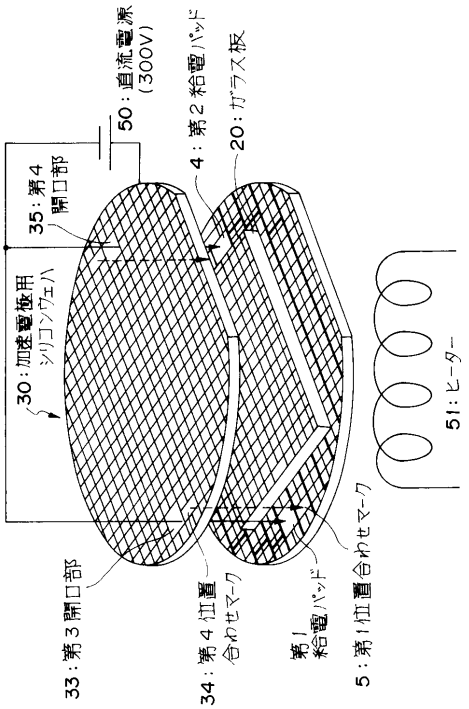
【図１３】

第1実施例のマイクロフィールドエミッタチップ用シリコンウェハと絶縁層ガラス板用ガラス板の接合状態説明図



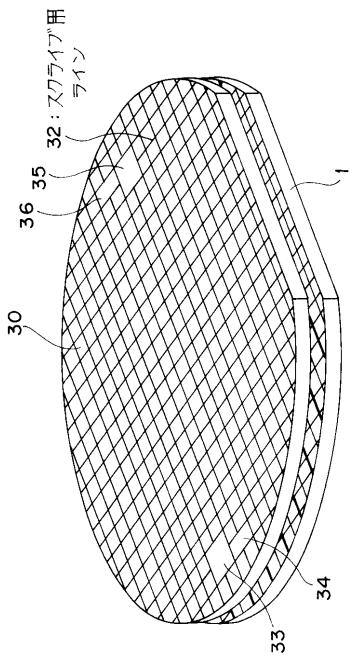
【図１４】

第1実施例の絶縁層ガラス板用ガラス板と加速電極用シリコンウェハの接合説明図



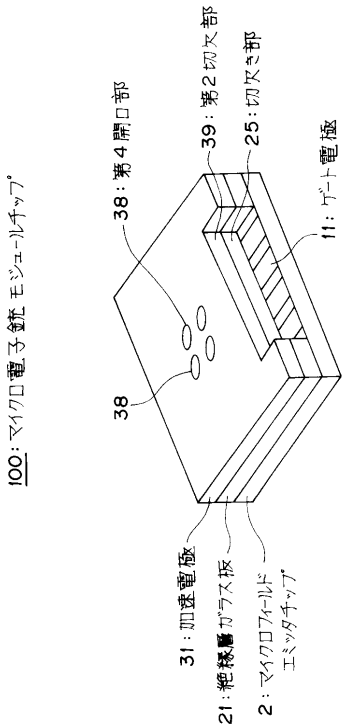
【図１５】

第1実施例のウェハ及びガラス板の接合状態説明図



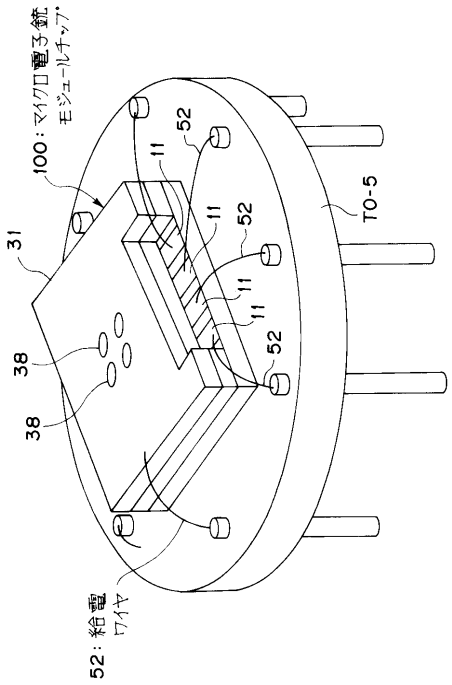
【図１６】

第1実施例のマイクロ電子銃モジュールチップの外観斜視図



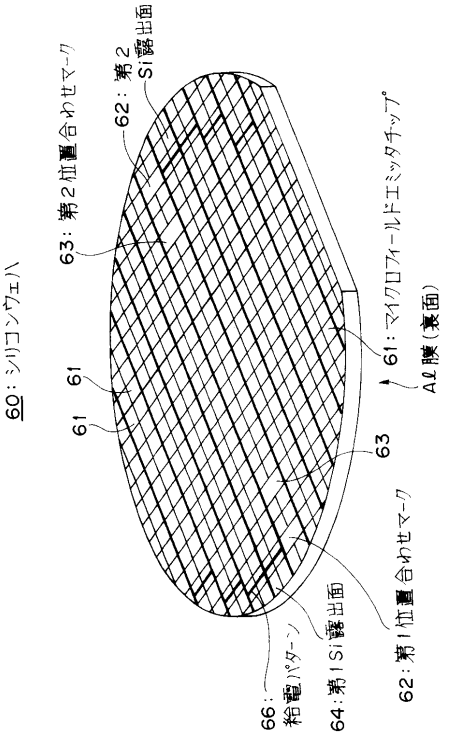
【図１７】

第１実施例のマイクロ電子銃組立説明図



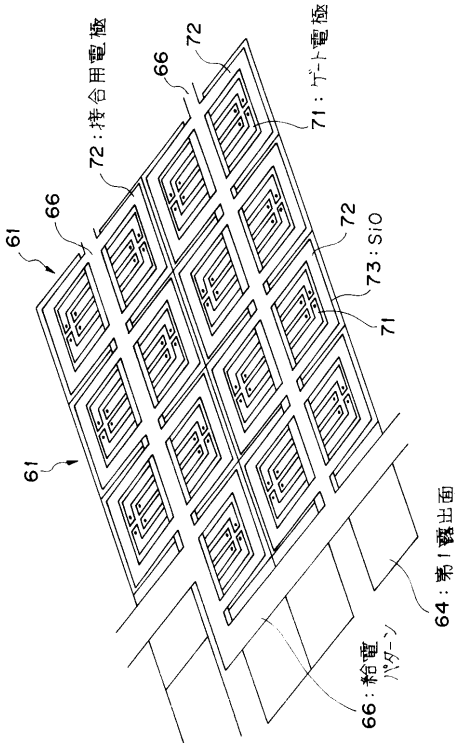
【図１８】

第２実施例のマイクロフィールドエミッタチップ用
シリコンウェハの外観斜視図



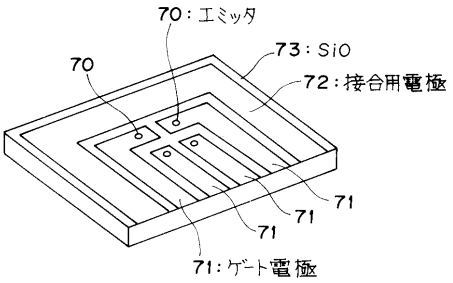
【図１９】

図18のシリコンウェハの部分拡大斜視図



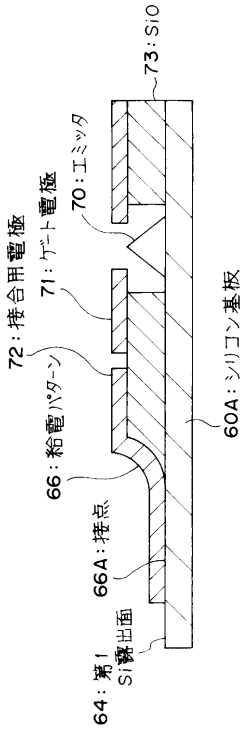
【図２０】

第２実施例のマイクロフィールドエミッタチップの
外観斜視図



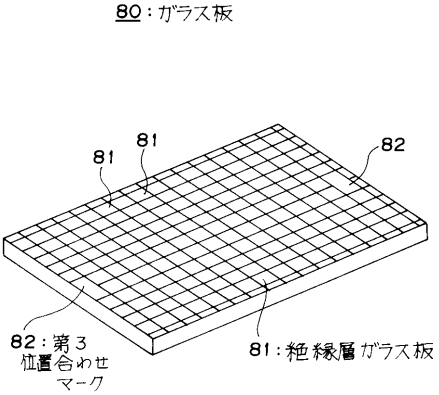
【図２１】

第２実施例のマイクロフィールドエミッターチップの断面図



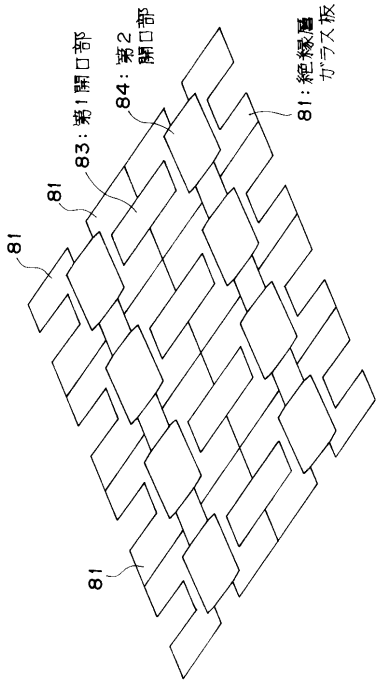
【図２２】

第２実施例の絶縁層ガラス板用ガラス板の外観斜視図



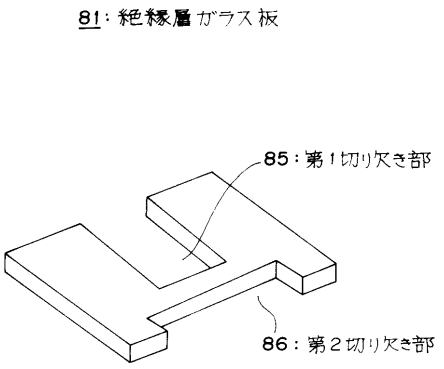
【図２３】

図22のガラス板の部分拡大斜視図



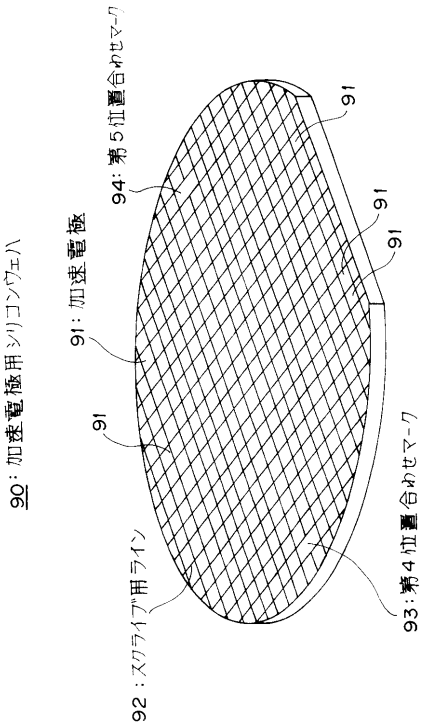
【図２４】

第２実施例の絶縁層ガラス板の外観斜視図



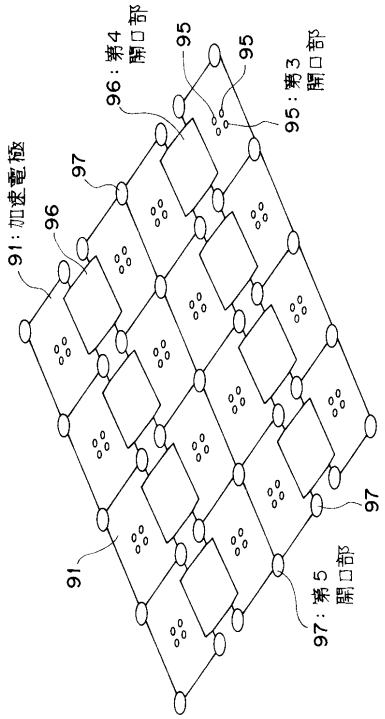
【図２５】

第２実施例の加速電極用シリコンウェハの外観斜視図



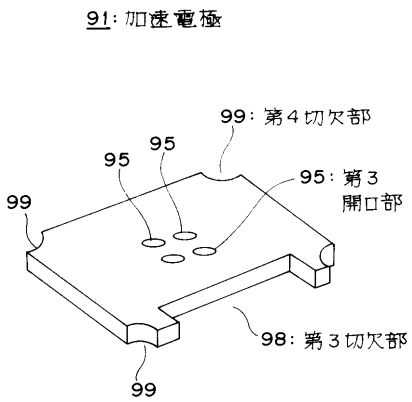
【図２６】

第２５の加速電極用シリコンウェハの部分拡大斜視図



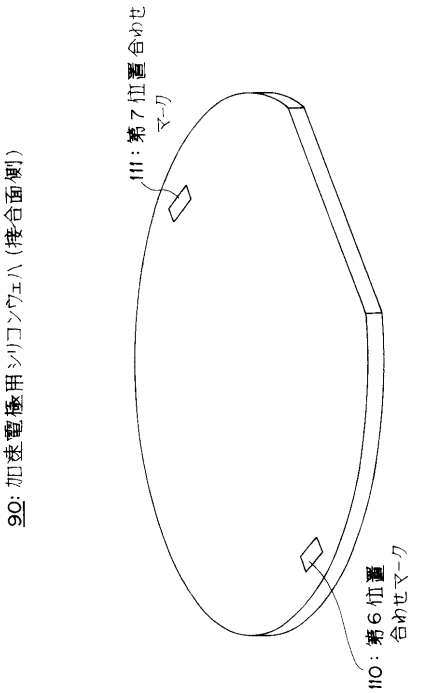
【図２７】

第２実施例の加速電極の外観斜視図



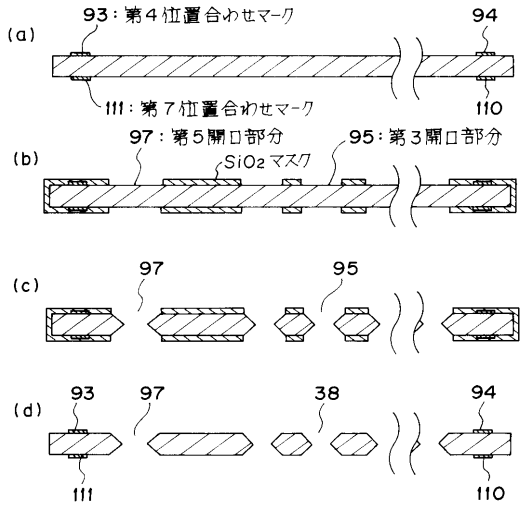
【図２８】

図２５の加速電極用シリコンウェハ裏面の外観斜視図



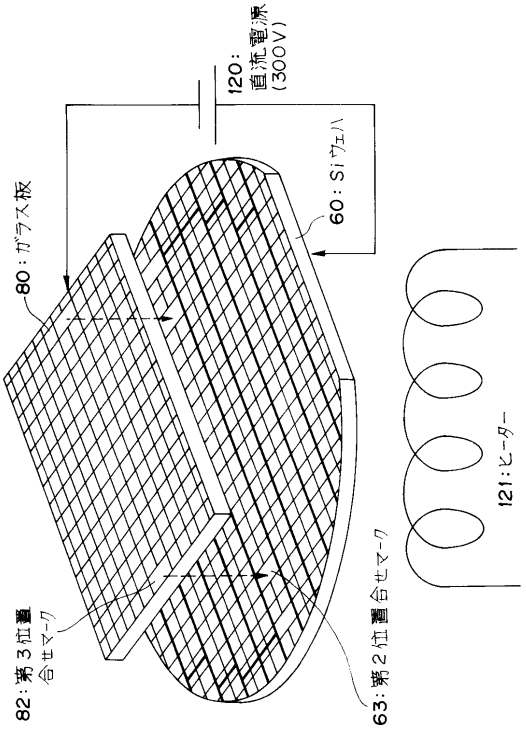
【図２９】

第２実施例の加速電極の製造工程説明図



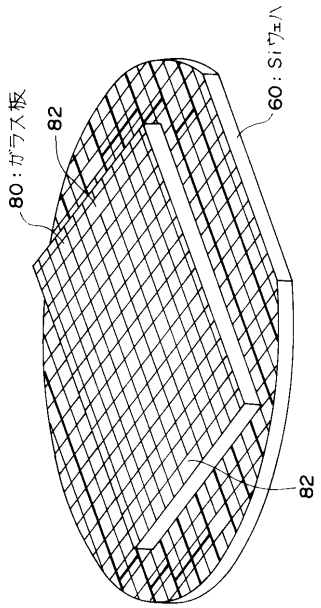
【図３０】

第２実施例のマイクロフィールドエミッタチップ用シリコンウェハと絶縁層ガラス板用ガラス板の接合説明図



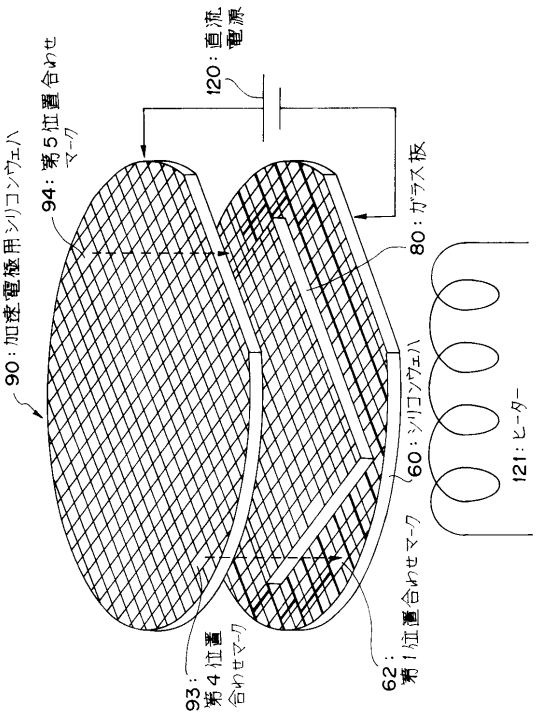
【図３１】

第２実施例のマイクロフィールドエミッタチップ用シリコンウェハと絶縁層ガラス板用ガラス板の接合状態説明図



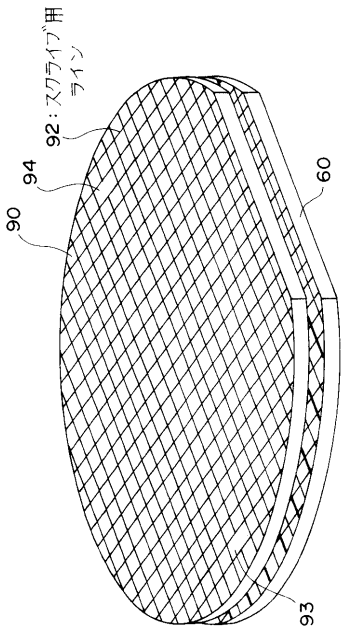
【図３２】

第２実施例の絶縁層ガラス板用ガラス板と加速電極用シリコンウェハの接合説明図



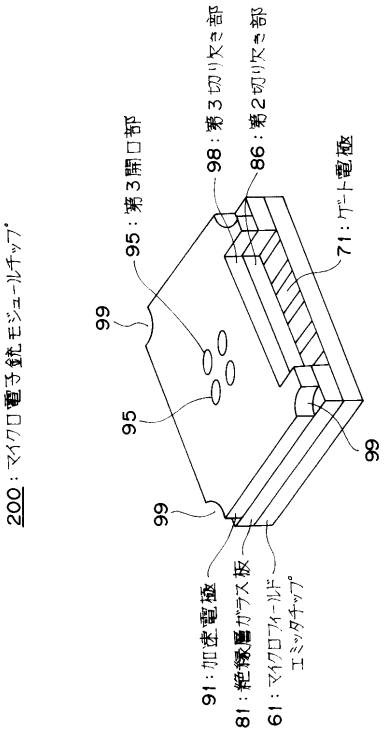
【図３３】

第2実施例の接合状態説明図



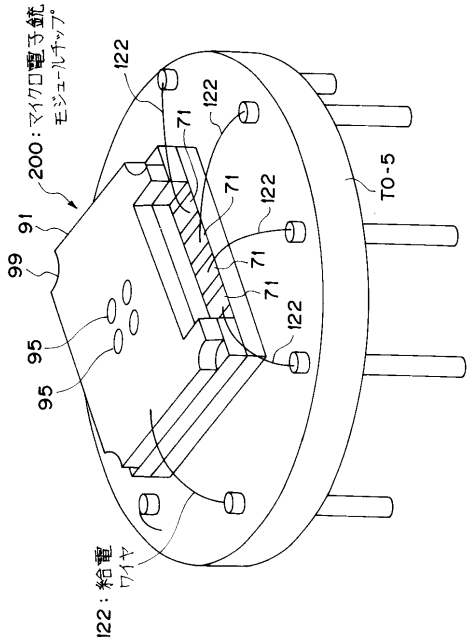
【図３４】

第２実施例のマイクロ電子銃モジュールチップの外観斜視図



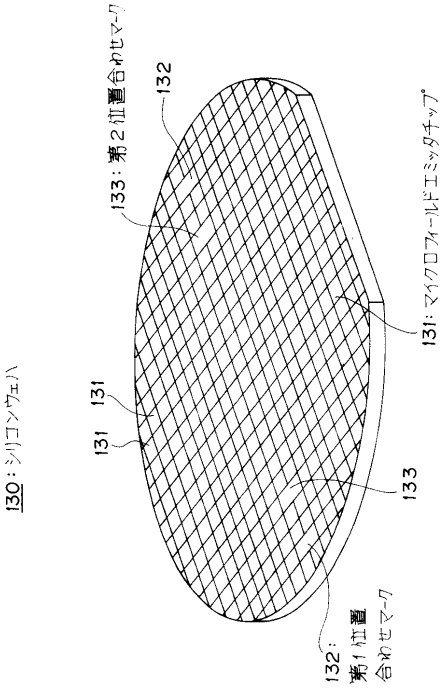
【図３５】

第２実施例のマイクロ電子銃組立説明図



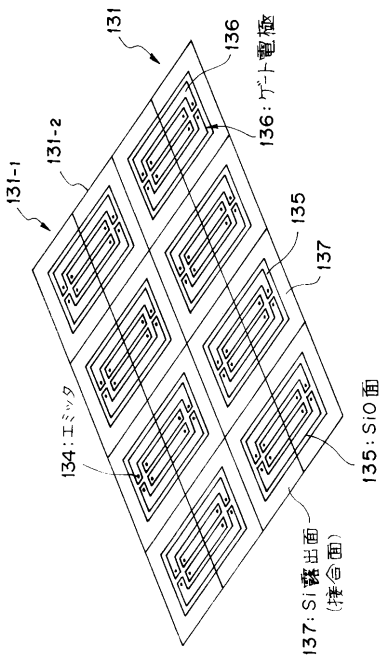
【図３６】

第３実施例のマイクロフィールドエミッタチップ用シリコンウェハの外観斜視図



【図３７】

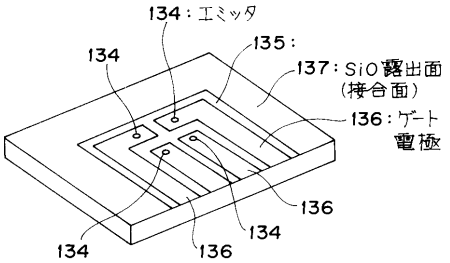
図36のシリコンウェハの部分拡大斜視図



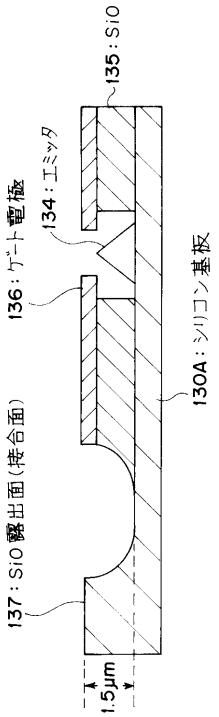
【図３８】

第３実施例のマイクロフィールドエミッタチップの
外観斜視図

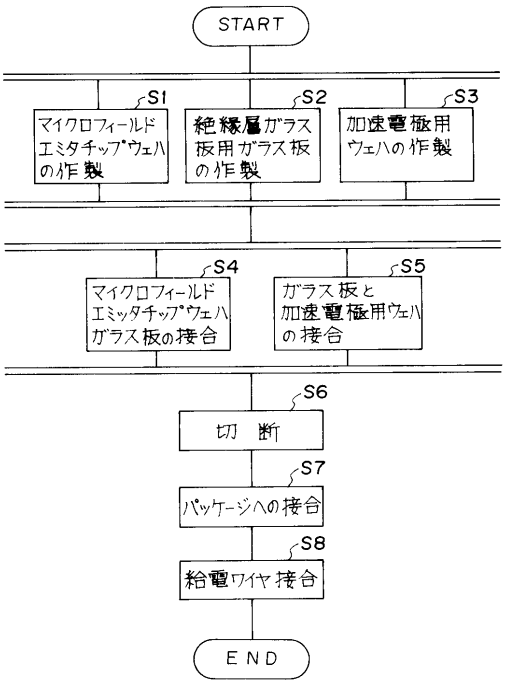
131：マイクロフィールドエミッタチップ



【図３９】



【図４０】



フロントページの続き

審査官　村田　尚英

(56)参考文献　特開平０６－２２３７０６（ＪＰ，Ａ）
特開平０６－３１００４３（ＪＰ，Ａ）
特開平０７－２４９３６９（ＪＰ，Ａ）
特開平５－２１７４９１（ＪＰ，Ａ）
特開平４－１３２１３６（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.[7]，ＤＢ名)
H01J 37/073
H01J 1/30
H01J 9/02