

【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載

【部門区分】第7部門第4区分

【発行日】平成30年7月19日(2018.7.19)

【公開番号】特開2016-146745(P2016-146745A)

【公開日】平成28年8月12日(2016.8.12)

【年通号数】公開・登録公報2016-048

【出願番号】特願2016-60406(P2016-60406)

【国際特許分類】

H 02 H 9/02 (2006.01)

H 02 J 3/01 (2006.01)

H 02 H 9/04 (2006.01)

【F I】

H 02 H 9/02 E

H 02 J 3/01

H 02 H 9/04 A

【誤訳訂正書】

【提出日】平成30年6月4日(2018.6.4)

【誤訳訂正1】

【訂正対象書類名】明細書

【訂正対象項目名】全文

【訂正方法】変更

【訂正の内容】

【発明の詳細な説明】

【発明の名称】高電圧・大電流真空集積回路

【技術分野】

【0001】

本発明は、高電圧・大電流真空集積回路に関する。

【0002】

本出願は、本発明者による二つの以前の出願、2009年1月23日提出の米国出願番号12/359,198標題「高電圧インバーター」および2009年9月4日提出の米国出願番号12/554,818標題「異常電磁パルスから電力システムを防護する方法および機器」に関連する。

【背景技術】

【0003】

従来、複数の冷陰極電界放出電子管は、冷陰極電界放出電子管を別々の真空筐体に収容して作製されていた。そのため、冷陰極電界放出電子管の取り付けにかかるコストの低減や、そのような冷陰極電界放出電子管を取り入れているシステムの信頼性を増やすことが求められている。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

好ましい実施態様においては、高電圧・大電流真空集積回路は、内部に共通の真空環境が形成される共通の真空筐体を有する。当該真空筐体は(1)少なくとも一つの内部真空ポンプ手段；(2)当該真空筐体を排気してその後当該真空筐体を密封し少なくとも一つの外部真空ポンプから分離するための少なくとも一つの排気管；(3)当該真空筐体から導電体を電気的に絶縁し当該真空密封を維持しながら、当該真空筐体の外側から当該筐体の内側まで当該導電体を通す真空密封し電気的に絶縁したフィードスルー；(4)内部電気短絡を防ぐための内部電気絶縁；(5)各々の真空環境が前記した共通の真空筐体の一

部であり、高電圧および大電流で作動するように構成され、回路機能実施のために相互連結する少なくとも二つの冷陰極電界放出電子管、を封じ込める。

【0005】

前記の高電圧・大電流真空集積回路は、別個の真空容器内に各冷陰極電界放出電子管を格納する先行技術のプラクティスに比べて、システムの信頼性を増大させ、システムへの取り付けを簡素化する。

【0006】

図面と関連付けて本発明に関する以下の詳細な説明を読むと、本発明の更なる特徴と利点が明らかになるであろう。

【図面の簡単な説明】

【0007】

【図1】図1は、内部の部品を前面に示すように変更した、高電圧・大電流真空集積回路の中心軸に沿った簡素化した縦断面図である。

【図2】図2は、図1の電流調整器に使用可能な双方向冷陰極電界放出テトロード管、すなわちBi-tron管の簡単な斜視図であり部分破断図である。

【図3】図3は、HVHC VICおよび様々な外部真空ポンプのブロック図である。

【図4】図4は、磁気シールドの一部の横断面図であり、当該シールドの両側に真空を均等化するための貫通がある。

【図5】図5は、図1で図5、図5と示された矢印の位置で切り取った簡素化した拡大断面図である。

【図6】図6は、図1の高電圧・大電流真空集積回路において使用可能な集積コンデンサを備えたフェライトローパスフィルターの、一部を破断した斜視図である。

【発明を実施するための形態】

【0008】

参照番号およびこれらに関連付けられた部品のリストはこの詳細な記述の終わり近くに挙げる。

【0009】

以下の定義は本文書で使用する用語に関するものである。

定義

「大電流」は本文書では50アンペアより大きい電流を意味する。

「高電圧」は本文書では交流400ボルトより高い電圧を意味する。

【0010】

高電圧・大電流真空集積回路

半導体産業の場合のように、回路機能の集積は高電圧・大電流真空管回路に利点があると本発明者は考える。電子管回路の場合には、個別部品とは反対に集積は電気回路の機能を遮断する方法を提供するが、しばしば大きく異なる電圧および電流作動領域、ならびに全く異なる物理的発現および作動原理により、半導体集積回路とは区別される。

【0011】

公開された親出願(特願2013-532927、対応米国出願公開公報US2012/0081097A1、2012年4月5日発行、表題「高電圧・大電流調整回路」)の図1に関しては、例えば2010年8月5日付け公開番号US2010/0195256A1:標題「異常電磁パルスから電力システムを防護するための方法および機器」(現在は米国特許第8300378であり、2012年4月5日に公報が発行された)の図6E、12、および13に示されているように、図1の高電圧電流調整器回路10が、回路中で相互接続される三つの別個の管として、一つの実施態様で実現されている。

対照的に、図1に示すように、好ましい実施態様では、高電圧・大電流真空集積回路(HVHC VIC)を形成するために、長さに沿って、または図1に示すように水平方向に、円形断面の单一ステンレス鉄鋼真空筐体180に、図1または公開された親出願の図7の冷陰極電界放出電子管を少なくとも内蔵している。

【0012】

公開された親出願の図7に関しては、共通の真空筐体180(図1)に電子管140、23、35、および1135を置くことに加えて、例えば、筐体180はローパスフィルター160および170も収納する。真空筐体180内の電気部品を修復することは困難なので、通常は当該筐体の中には真空耐性で信頼できる電気部品のみを収納するのが最善の方策である。この方策は、公開された親出願の図7で示した関連付けられた抵抗器およびコンデンサの一部または全てが真空筐体の外に配置されるべきであることを示すこともある。

【0013】

図1の真空筐体180の中にある部品と、公開された親出願の図7の回路の対応は次の通りである。

図1の部品	公開された親出願の図7の回路
Bi-tron管200	Bi-tron管144
Bi-tron管210	Bi-tron管23
パルサトロン管220または230	パルサトロン管35
パルサトロン管230または220	パルサトロン管1135
ローパスフィルター193	ローパスフィルター160
ローパスフィルター195	ローパスフィルター170

【0014】

図2は、Bi-tron管323を示している。Bi-tron管323は、陰極と陽極として交互に機能する電流通過用主導体を意味する内部「キャサノード」326を有している。

キャサノード326は、図2に示すように、円柱状を成しており、中実の円柱の形態であってもよい。円柱形状の第2のキャサノード329は、キャサノード326を囲み、キャサノード326と同じ縦軸(図示せず)を共有している。

円筒状のグリッド328は、キャサノード326を囲み、キャサノード326に隣接すると共にこれに関連付けされている。

円柱形状のグリッド331はキャサノード329に囲まれており、キャサノード329に隣接すると共にこれに関連付けされている。

Bi-tron管の詳細については、2010年8月5日付け公開番号US2010/0195256 A1標題「異常電磁パルスから電力システムを保護するための方法および機器」(現在は米国特許第8300378 B2)に開示されている。

パルサトロン管は、陽極と、陰極と、陰極に隣接すると共に関連付けられたグリッドを有する冷陰極電界放出管である。

実際の実施態様では、陽極、陰極、グリッドは円柱形状を成している。パルサトロン管の詳細については、1990年8月21日発行の米国特許4,950,962標題「高電圧スイッチ管」に記されている。

図1に戻って言及すると、真空筐体180は、従来型の真空に密封して電気的に絶縁したフィードスルーアー241、243、245および247上にそれぞれ取り付けられていることが示される従来型のケミカルゲッターポンプ240、242、244、および246も含む。図示していないが、ゲッターポンプ240、242、244および246は、一つ以上の内部電気バスに取り付けられており、それを次に一つ以上の従来型の真空に密封して電気的に絶縁したフィードスルーアーに接続するのが好ましい。ケミカルゲッターポンプに加えて、またはケミカルゲッターポンプの代わりに、真空筐体180の内側または外側

に電気真空ポンプ(図示せず)を使用することもできる。特定の真空筐体に必要な真空ポンプの能力および数は当業者には容易に決定できる。

【0015】

外部電気回路への電気接続および外部抵抗器、コンデンサ、または公開された親出願の図7に示すようなその他の電気部品への電気接続ができるように、当該筐体中の他の電気部品から他の電気リード線を真空筐体180から取り出す。当該接続は、Bi-tron管200の従来型の真空に密封し電気的に絶縁したフィードスルーアー202、204および206であり、Bi-tron管210の同種のフィードスルーアー212、214、および216、パルサトロン管220の同種のフィードスルーアー222、224および226、パルサトロン管230の同種のフィードスルーアー232、234および236である。代わりに、通常は真空密封して電気的に絶縁した直前に述べた剛性のフィードスルーと比較して可撓性のあるリード線が望まれる場合には、真空筐体180中の当該電子管または他の電気部品の電極への外部接続ができるように、従来型の可撓性の「フライングリード線」を用いることができる。

【0016】

真空筐体180中の様々な電気部品は、多くの異なる方式で配置されていることがある。好ましい方法は、Bi-tron管200とBi-tron管210を図1で示したように互いをずらすのではなく、それぞれの縦軸に沿って揃えて並べるものである。さらに別の方は、例えば公開された親出願の図7の回路に示されたすべての部品よりも少ない部品を収納するために、真空筐体をそれぞれが有する複数のHVHC-VICを使うことであり、これによりすべての集合回路部品の全体的な寸法における融通性が増す。

【0017】

図1は、真空筐体180から電気リード線が現れる移行領域における従来型の高真空電気フィードスルーの導体の間に電気的絶縁を提供する電気埋め込み用樹脂250および252を使用する好ましいオプションを示す。このような埋め込み用樹脂は、様々なゴム、エラストマー、プラスティック、セラミックから選択できるが、最も高い温度での使用にはセラミックが好ましい。上記のように、「フライングリード線」の代替品を用いる時には埋め込み用樹脂の使用が強く好まれる。

【0018】

図3は、作動中にHVHC-VIC400の中で必要な高真空を維持することを目的とする、外部真空ポンプ402に接続した、図1に示すようなHVHC-VIC400を示す。

【0019】

図3は、排気管404によって製造中にHVHC-VIC400を排出することを目的とする、大型外部真空ポンプシステム406に接続したHVHC-VIC400も示す。排気管404は通常、長さの短い金属管である。排出過程の終わりに、HVHC-VIC400および外部真空ポンプシステム406の両方に堅牢な真空密封を提供するために、排気管404をツール(図示なし)で「ピンチオフ」する。これは、本明細書に基づくと、当業者にとっては通常の作業になるであろう。

【0020】

図1のHVHC-VIC190に戻って言及すると、ピンチオフした排気管404は図の右下の角に示されている。

【0021】

HCHV-VICで実施する複数の回路機能

上記の説明から明らかのように、共通の真空筐体内に収納した複数の電気部品は、図1のHVHC-VIC190内の複数の回路機能を可能にする。真空筐体180中の電気部品から外部電気回路または電気部品までの様々な電気接続は、単一の多重管HVHC-VICが、外部電気部品を変えるだけで、異なる要件に対処することを可能にする。

【0022】

通常、図1の真空筐体180は以下に詳細に説明する内部磁気シールド260、262

、264、および266やBi-tron管200の電気接地支持体275などの、様々な電気的に絶縁した機械支持構造も含む。真空コンダクタンスを向上させ真空筐体180内の圧力を均等化することを目的として、接地支持体275には通常は通気口(図示なし)を備える。

通常、筐体180は真空筐体180のみの中に、円柱形絶縁体270などの多くのセラミック絶縁体も含む。図1は、図示を明確にするために、様々な電気的絶縁をする機械支持構造およびセラミック絶縁体を省略している。このような支持構造および絶縁体の使用は、当業者にとっては通常の作業になるであろう。

【0023】

高電圧・大電流真空集積回路の有益性

複数の冷陰極電界放出電子管、および好ましくは他の電気部品を、HVHCVIC190内の共通の真空筐体180に組み入れることにより、当該筐体に収納する電気回路の設置は簡素化し、設置に要するスペースも少なくなる。これは設置費用を軽減させ、当該HVHCVICの平均故障間隔を短縮させることによりシステムの信頼性を高める。

【0024】

同じ真空筐体の中で複数の回路機能を実施することにより、当該HVHCVICは半導体回路と幾分類似するものとなる。しかし、HVHCVICに対する理由は半導体集積回路(ASIC)に対する理由とは大きく異なる。半導体ASICにおいては集積の主な理由は回路密度を増加させることである。VICにおいては主な理由は信頼性を高め、システムへの設置を簡素化することである。HVHCVICは主に、半導体は作動できない分野である高電圧・大電流の高電力電子回路で使うように作られている。同様に、400ボルトより低い電圧用途向けにHVHCVICを製造することは現実的ではない。400ボルトより低い場合は半導体装置の方が実用的である。400ボルトをかなり超えると、回路の電圧および電流の必要条件が増大するので、半導体の有用性は次第に失われる。26,000ボルトになると、それに対応できる半導体装置はまったく知られていない。対照的に、HVHCVIC中の冷陰極電界放出電子管は120万ボルトまたはそれ以上の電圧を含むかなり高い電圧で、また同時に数百から数千メガアンペアの電流での作動できる。さらに、電子管の極めて高いアーク抵抗および優位な熱性能が、HCHCVICへの集積には、電子管が適切なものとなる。

【0025】

上述した通り、特許請求をする本発明は、異なる外部条件に異なる応答モードで応答する高度な回路機能を実施する。

【0026】

磁気シールドに関する定義

内部磁気シールドおよび外部磁気シールドに関する以下の二つの項では、この文書中では下記に掲げる意味を持つ以下に続く様々な用語を使用している。

「磁気シールド」とは、(1)完全に磁気シールド金属のみから形成する、または(2)磁気シールド金属と電気的に絶縁したセラミックなどの非磁性材料の混合物として形成するか、そのいずれかで形成された磁気シールド材を含む構造を意味する。高電圧からのアーク放電を防ぐために、磁気シールドは電気的に絶縁した材料で覆ってもよい。

「磁気絶縁体」は、上記の「磁気シールド」の定義において定義された「磁気シールド材」と同じ意味で使われる。

「電気絶縁体」とは、電気的に絶縁するセラミックなどの誘電材料を意味する。

「電気および磁気絶縁体」は上記で定義された「電気絶縁体」と「磁気絶縁体」の組み合わせを意味する。

「磁気的に絶縁する」および「電気的に絶縁する」など前記の用語の変化形は前記定義と同様の意味を有する。

本文書では、「真空グレード」は、ガス放出の特性を示さない材料を意味しており、すなわち、その特性とは、圧力および温度の低減がある場合または圧力および温度両方の低減がある場合に、このような材料の原子または分子構造内にある格子間からガスが放出さ

れるという特性のことである。

「薄い」磁気材料は、その表面面積の絶対値がその厚さの絶対値よりも相当大きい材料として本文書では定義する。

【0027】

外部磁気シールド

H V H C V I C の設計において、当該 H V H C V I C 内の電気部品の性能に、いかなる外部磁場をも悪影響を与えないように、外部磁場が与える悪影響について考慮すべきである。その関係において、真空筐体 180 (図 1) は 高透磁性 の磁気シールド金属 (図示せず) から形成してもよく、そのような材料のライナー (図示せず) を金属真空筐体 180 と、筐体 180 のすぐ内側のセラミック絶縁体 270 の間に置くことができる。磁気シールドを向上させるためには、高透磁性 および 低透磁性 の磁気シールド金属を交互に重ねる複数の層 (図示せず) にして使うことができる；また、更なる磁気シールドの向上には、電気的および磁気的に絶縁する誘電性の材料 (図示なし) を前記の交互の層の間に置くこともできる。磁気シールドの向上は、例えば同じ 透磁性 を有する材料層の間に前記の種類の 誘電性 材料を置くことによっても達成される。外部磁場からの H V H C V I C 内の電気部品のシールドを備えるためのあらゆる前記技術およびその他技術の選択は、本明細書に基づくと、当業者にとっては 通常の作業 になるであろう。

【0028】

内部磁気シールド

例えば、図 1 の H V H C V I C 190 の設計において考慮すべきことは、互いに比較的近くにあるかもしれない、共通の真空筐体 180 内の電気部品が生み出す磁場が、このような筐体内にある他の電気部品の作動に悪影響を及ぼすか否かである。例えば、強い磁場源が以下に掲げる状況から起こるかもしれない。

* 真空筐体 180 (図 1) 内の電子管は、当該電子管の電極間スペースを通る間に強い磁場を作る高エネルギー電子ビームを通常有するかもしれない。このような磁場が十分な強さならば、筐体 180 内の隣接する電子管中の電子ビームの軌道および全体的な対称性を、このような磁場は歪める可能性がある。

* 真空筐体 180 内のローパスフィルター 193 および 195 がフェライトの種類の場合は、このようなフィルターは、状況によっては、当該筐体内の隣接する電子管中に電子ビームの軌道および全体的な対称性を歪める可能性がある相当な磁場も生み出しえる。

【0029】

真空筐体 180 の中の悪影響が出るほど高い磁場に関する前記の問題に対処するためには、一つ以上の他の 部品 から真空筐体 180 内の電気部品を分離するために、磁気シールド 260、262、264、および 266 を使用することができる。260、262、264、および 266 などの 磁気シールド の数、形状、および 組成 は、望まれる H V H C V I C の具体的な 構成 に依存し、特に内部磁場を生み出す 部品 と、内部磁場によって作動が悪影響を受けるかもしれない内部電子管または他の 部品 との間隔に関する相互関係に依存する。

【0030】

共通の真空筐体 180 (図 1) 内に、高電圧で作動するように構成することのできる冷陰極電界放出電子管 200、210、220、および 230 と共に 磁気シールド 金属を含む 磁気シールド を置くと、潜在的に内部電気アーク放電や部品の故障など望ましくない問題が起こる可能性がある。従って、電気的に絶縁するセラミックまたは適切な誘電上の強度および厚さを持つ他の耐火性材料などの電気絶縁体の中に当該 磁気シールド を封入することにより、それらを電気的に絶縁することが望ましい。「内部磁気シールド」と題する本項の残りの説明を簡素化するために、「セラミック」に言及する場合は、「セラミック」とセラミックの代替物を意味するものとする。

【0031】

従って、図 4 は、好ましくは、溶接とアニーリングによって位置 286 および 288 で

互いに接合しその後電気的に絶縁したセラミック 290 によって封入した、垂直に延びる高透磁性磁気シールド金属 282 と管状の高透磁性磁気シールド金属 284 を有する、磁気シールド 280 の一部を示す。好ましくは、位置 286 および 288 のそれぞれにおいて、セラミック 290 は電界集中によるストレスを低減させる目的のフィレットとして形成される。

【0032】

その結果生まれる中が空洞の磁気的にシールドした管 295 は、真空筐体 180 (図 1) 中に通気と圧力の均等化をもたらし、好ましくは最適の真空ポンプのためのケミカルゲッター 真空ポンプの近くに配置する。磁気的にシールドした管 295 は好ましくは長さに対する内径の比として定義されるアスペクト比が 4 対 1 かそれ以上にする。このアスペクト比は、管状構造中の開口部の周りにおける磁力線の流れ方によって生じる。この比率を維持することにより、当該管が通る当該シールド壁の磁気シールドの特性が維持される。図 1 に示すような真空筐体 180 内の均一な真空状態を確保するためには一つ以上の磁気的にシールドした管 295 が必要であるが、簡素化のために図 1 にはそれらは示していない。

【0033】

磁気シールド金属 282 よび 284 はすべて金属が好ましいが、その代わりに高密度で細かく分割した磁気シールド金属と電気的に絶縁するセラミックを混ぜて形成し、望ましい形に作り上げ、電気的に絶縁するセラミック 290 の中に封入し、その後当該セラミックを焼結し固くするために燃やしたものでもよい。最初の細かく分割した当該セラミック粒子および当該封入セラミックは、熱膨張のミスマッチを最小限にするために同じ化学組成を有することが好ましい。上記すべてのセラミックによる封入のシナリオでは、当該外側のセラミックおよび、オプションとしてのあらゆる内側の複合セラミック および磁気材料の燃焼は、その完全なシールドの可能性を向上させるために、当該磁気シールド金属のアニーリングという追加機能を果たすことが好ましい。

【0034】

「外部磁気シールド」と題する前項における、外部磁気シールドに関する前記説明には、磁気シールドのための高透磁性 磁気シールド金属の単一層を用いた変型例が含まれる。このような変型例は内部磁気シールドにも同様に当てはまるので、図 3 の高透磁性 磁気シールド金属 282 よび 284 は、例えば、高透磁性 および低透磁性 磁気シールド金属を交互に重ねた層に置き換えることができる。適切な磁気シールド金属の選択は、本明細書に基づくと、当業者には通常の作業になるであろう。

【0035】

図 5 は図 1 の磁気シールド 266 をより明確に示したものであり、Y 字形断面を有し、上記の通り図 5 の磁気シールド 280 に類似する、純粋または混合磁気金属などの磁気シールド金属 268 上に電気的に絶縁したセラミック 267 などの電気絶縁体でもよい。好ましくは、真空筐体 180 がステンレス鉄鋼または他の導電性金属の時は、磁気シールド金属 268 は溶接によって当該真空筐体に取り付け、また図 1 に示すように、隣接する磁気シールド 262 よび 264 の磁気シールド材にも取り付ける。同様に図 1 では、金属クロスハッチングで示した磁気シールド 260、262、264 の内側磁気シールド材は、真空筐体 180 がステンレス鉄鋼または他の導電性金属の場合、当該真空筐体に溶接される。

【0036】

Bi-tron 管 210 とパルサトロン管 220 および 230 は簡単な丸印で示し、他の多くの構造は明確化のために省略する。従って、図 1 および図 4 では、Bi-tron 管 200 および 210、パルサトロン管 220 および 230、ローパスフィルター 193 および 195 は、関連付けられた 電気的および磁気的に絶縁したシールド 260、262、264、および 266 によって互いに分離されていることが示され、それぞれが内部で電気的および磁気的に絶縁したそれぞれの区画の中にあると考えてもよい。言うまでもなく、一つの部品の磁場がその他の部品の作動に悪影響を与えない状況ならば、同一の内部

で電気的および磁気的に絶縁した区画または電気的に絶縁した区画内に、複数の内部電気部品が存在することができる。

【0037】

一つまたは複数の電子管を含む真空筐体180(図1)の区画または領域の何れにもケミカルゲッター真空ポンプを有することが望ましい。これは導電性を最大限にし、それ故に、このような電子管の見地からすると、ケミカルゲッターポンプの効率をも最大限にする。区画間のシールドまたは分離器の電気および磁気絶縁特性を損なうことなしに達成できるのであれば、区画間に真空コンダクタンスおよび気圧の均等化の向上した開口部を提供する、電気的および磁気的に絶縁された管295(図4)を設けることによりゲッターポンプの数を最小限にすることが可能である。

【0038】

図1で現在示しているように、ローパスフィルター193および195は、磁気シールド260、262、264によって、図1のHVHC VIC 190の真空筐体180内の他の電気部品からシールドされる。ローパスフィルター193および195を磁気的にシールドする代替または追加の方法を図6に関連して以下に説明する。

【0039】

図6は結合したローパスフィルター500の好ましい構築を示す。フェライト製のフィルタースリーブ503は導体505上に置き、バイパスコンデンサの内側のプレートを形成すると共に、高周波数シグナルの遮断機能も提供する。外側の管状電極507は、バイパスコンデンサの外側のプレートを形成する。それぞれのローパスフィルター500は、公開された親出願の図7の各ローパスフィルター160および170のため、上記のフィルタリングを提供する。公開された親出願の図7のローパスフィルター160および170を実施する図1に示したローパスフィルター193および195の近くに、追加または代替のRFフィルター部品(図示せず)を、それぞれ組み入れてもよい。

【0040】

ローパスフィルター500は接地スパーク509を含む。図示していないが、好ましくはローパスフィルター500のために電気接地および機械的支持の両方を好都合に提供する方法で、真空筐体180(図1)または他の接地した構造に接地スパーク509を取り付けることができる。

【0041】

ローパスフィルター193および195(図1)を磁気的にシールドする代替または追加の方法に関しては、外側の管状電極507は、mu金属などの磁気シールド金属から形成できる。このような実施態様では、ローパスフィルター500は、ローパスフィルター193および195によって生成された磁場から真空筐体180(図1)内の他の電気部品を磁気的にシールドするために動作する。この関係において、外側の管状電極507の左右に示した末端はそれぞれフェライトのフィルタースリーブ503を超えて延び、外側の管状電極507の中からの磁場放出角度を制限する。

【0042】

内部磁気シールドの更なる利点

図1の磁気シールド260、262、264は、電気および磁気絶縁を提供するだけでなく、様々な内部電気部品に重要な機械的支持を提供する。例えば、212および214などの電気的に絶縁した様々なフィードスルーハーは、260、262、264などの電気的に絶縁した様々な磁気シールドを通り抜け、このようなシールドによって機械的に支持されるという利点がある。

【0043】

以下は本明細書および図で用いられている参照番号と関連部品のリストである。

参照番号	部品
180	真空筐体
190	高電圧・大電流真空集積回路
193	ローパスフィルター

1 9 5	ローパスフィルター
2 0 0	冷陰極電界放出電子管、すなわち Bi - tron 管
2 0 2	電気的に絶縁したフィードスルーパルサトロン
2 0 4	電気的に絶縁したフィードスルーパルサトロン
2 0 6	電気的に絶縁したフィードスルーパルサトロン
2 1 0	冷陰極電界放出電子管、すなわち Bi - tron 管
2 1 2	電気的に絶縁したフィードスルーパルサトロン
2 1 4	電気的に絶縁したフィードスルーパルサトロン
2 1 6	電気的に絶縁したフィードスルーパルサトロン
2 2 0	冷陰極電界放出電子管、すなわちパルサトロン
2 2 2	電気的に絶縁したフィードスルーパルサトロン
2 2 4	電気的に絶縁したフィードスルーパルサトロン
2 2 6	電気的に絶縁したフィードスルーパルサトロン
2 3 0	冷陰極電界放出電子管、すなわちパルサトロン
2 3 2	電気的に絶縁したフィードスルーパルサトロン
2 3 4	電気的に絶縁したフィードスルーパルサトロン
2 3 6	電気的に絶縁したフィードスルーパルサトロン
2 4 0	<u>ケミカルゲッターポンプ</u>
2 4 1	電気的に絶縁したフィードスルーパルサトロン
2 4 2	<u>ケミカルゲッターポンプ</u>
2 4 3	電気的に絶縁したフィードスルーパルサトロン
2 4 4	<u>ケミカルゲッターポンプ</u>
2 4 5	電気的に絶縁したフィードスルーパルサトロン
2 4 6	<u>ケミカルゲッターポンプ</u>
2 4 7	電気的に絶縁したフィードスルーパルサトロン
2 5 0	埋め込み用樹脂
2 5 2	埋め込み用樹脂
2 6 0	<u>磁気シールド</u>
2 6 2	<u>磁気シールド</u>
2 6 4	<u>磁気シールド</u>
2 6 6	<u>磁気シールド</u>
2 6 7	セラミック
2 6 8	<u>高透磁性</u> 磁気シールド金属
2 7 0	セラミック絶縁体
2 7 5	接地支持体
2 8 0	<u>磁気シールド</u>
2 8 2	<u>高透磁性</u> 磁気シールド金属
2 8 4	<u>高透磁性</u> 磁気シールド金属
2 8 6	位置
2 8 8	位置
2 9 0	セラミック
2 9 5	磁気的にシールドした管
3 2 3	Bi - tron 管
3 2 6	<u>キャサノード</u>
3 2 8	グリッド
3 2 9	<u>キャサノード</u>
3 3 1	グリッド
4 0 0	真空集積回路
4 0 2	外部真空ポンプ
4 0 4	排気管

4 0 5	ピンチオフした排気管
4 0 6	排気真空ポンプシステム
4 0 8	ピンチオフの位置
5 0 0	ローパスフィルター
5 0 3	フェライトのフィルタースリーブ
5 0 5	導体
5 0 7	外側管状電極
5 0 9	接地スパーク

【 0 0 4 4 】

図示によって本発明の特定の実施態様を説明してきたが、当業者に対して、多くの改良および変更を生じさせることになるだろう。例えば、本文書に説明した様々な電子管には公開された親出願の図2に示した形状に類似する、または同じ円柱形の電極形状が好ましいが、例えば、平面、弓状、または球状などの他の形状を有する電子管を使用してもよい。従って、本発明の真の範囲および精神に該当するかかる改良および変更のすべてを、当該請求項が網羅しようとしていることは理解されるべきである。