

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6323938号
(P6323938)

(45) 発行日 平成30年5月16日 (2018. 5. 16)

(24) 登録日 平成30年4月20日 (2018. 4. 20)

(51) Int. Cl.

F I

H03K 19/003 (2006.01)

H03K 19/003 230

H01L 21/822 (2006.01)

H01L 27/04 H

H01L 27/04 (2006.01)

H03K 19/0175 220

H03K 19/0175 (2006.01)

請求項の数 4 (全 21 頁)

(21) 出願番号 特願2013-233602 (P2013-233602)
 (22) 出願日 平成25年11月12日 (2013. 11. 12)
 (65) 公開番号 特開2014-103664 (P2014-103664A)
 (43) 公開日 平成26年6月5日 (2014. 6. 5)
 審査請求日 平成28年11月2日 (2016. 11. 2)
 (31) 優先権主張番号 13/682, 604
 (32) 優先日 平成24年11月20日 (2012. 11. 20)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(73) 特許権者 504199127
 エヌエックスピー ユーエスエイ インコ
 ーポレイテッド
 NXP USA, Inc.
 アメリカ合衆国 テキサス州 78735
 オースティン ウィリアム キャノン
 ドライブ ウェスト 6501
 (74) 代理人 100142907
 弁理士 本田 淳
 (72) 発明者 マイケル エイ. ストッキングー
 アメリカ合衆国 78750 テキサス州
 オースティン ハイビュー ドライブ
 11503

審査官 白井 亮

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 過渡電磁波耐性を向上させるためのトリガ回路および方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

方法であって、
 集積回路上の過渡電圧増大を検出することと；
 前記過渡電圧増大を制限するためにクランプデバイスの導電状態を制御することと
 を含み、
 前記検出することは、検出用の第1の時間値および第2の時間値に依存し、
検出用の前記第1の時間値は、前記集積回路の非給電状態に適用可能であり、
検出用の前記第2の時間値は、前記集積回路の給電状態に適用可能であり、
検出用の前記第1の時間値および前記第2の時間値は、共通の容量性素子の容量値に依
 10

じて決まり、
 前記制御することは、制御用の第1の時間値および第2の時間値に依存し、
 前記制御することは、前記クランプデバイスのアクティブ期間にわたって行われ、
 前記アクティブ期間は、前記集積回路の前記非給電状態については制御用の前記第1の
 時間値に応じて決まり、前記集積回路の前記給電状態については制御用の前記第2の時間
 値に応じて決まる、方法。

【請求項 2】

方法であって、
 集積回路上の過渡電圧増大を検出することと；
 前記過渡電圧増大を制限するためにクランプデバイスの導電状態を制御することと

20

を含み、

前記検出することは、検出用の第 1 の時間値および第 2 の時間値に依存し、
検出用の前記第 1 の時間値は、前記集積回路の非給電状態に適用可能であり、
検出用の前記第 2 の時間値は、前記集積回路の給電状態に適用可能であり、
検出用の前記第 1 の時間値および前記第 2 の時間値は、共通の容量性素子の容量値に応じて決まり、

前記制御することは、制御用の第 1 の時間値および第 2 の時間値に依存し、
前記制御することは、前記クランプデバイスのアクティブ期間にわたって行われ、
前記アクティブ期間は、前記集積回路の前記非給電状態については制御用の前記第 1 の時間値に応じて決まり、前記集積回路の前記給電状態については制御用の前記第 2 の時間値に応じて決まり、

10

前記検出することは、過渡電圧増大の速度が検出範囲内にあることに応答して行われ、
前記検出範囲は、前記集積回路の前記非給電状態については検出用の前記第 1 の時間値に応じて決まり、前記集積回路の前記給電状態については検出用の前記第 2 の時間値に応じて決まる、方法。

【請求項 3】

方法であって、

集積回路上の過渡電圧増大を検出することと；

前記過渡電圧増大を制限するためにクランプデバイスの導電状態を制御することと

を含み、

20

前記検出することは、検出用の第 1 の時間値および第 2 の時間値に依存し、
検出用の前記第 1 の時間値は、前記集積回路の非給電状態に適用可能であり、
検出用の前記第 2 の時間値は、前記集積回路の給電状態に適用可能であり、
検出用の前記第 1 の時間値および前記第 2 の時間値は、共通の容量性素子の容量値に応じて決まり、

前記制御することは、制御用の第 1 の時間値および第 2 の時間値に依存し、
前記制御することは、前記クランプデバイスのアクティブ期間にわたって行われ、
前記アクティブ期間は、前記集積回路の前記非給電状態については制御用の前記第 1 の時間値に応じて決まり、前記集積回路の前記給電状態については制御用の前記第 2 の時間値に応じて決まり、

30

前記方法はさらに、前記集積回路の前記非給電状態および前記給電状態に応答する信号に基づいて検出用の前記第 1 の時間値と前記第 2 の時間値との間で選択することを含む、方法。

【請求項 4】

方法であって、

集積回路上の過渡電圧増大を検出することと；

前記過渡電圧増大を制限するためにクランプデバイスの導電状態を制御することと

を含み、

前記検出することは、検出用の第 1 の時間値および第 2 の時間値に依存し、
検出用の前記第 1 の時間値は、前記集積回路の非給電状態に適用可能であり、
検出用の前記第 2 の時間値は、前記集積回路の給電状態に適用可能であり、
検出用の前記第 1 の時間値および前記第 2 の時間値は、共通の容量性素子の容量値に応じて決まり、

40

前記制御することは、制御用の第 1 の時間値および第 2 の時間値に依存し、
前記制御することは、前記クランプデバイスのアクティブ期間にわたって行われ、
前記アクティブ期間は、前記集積回路の前記非給電状態については制御用の前記第 1 の時間値に応じて決まり、前記集積回路の前記給電状態については制御用の前記第 2 の時間値に応じて決まり、

前記方法はさらに、前記集積回路の前記非給電状態および前記給電状態に応答する信号に基づいて検出用の前記第 1 の時間値と前記第 2 の時間値との間で選択することを含み、

50

前記過渡電圧増大を制限するために前記クランプデバイスの前記導電状態を前記制御することは、

前記給電状態における前記過渡電圧増大に応答することを含む、方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

関連出願の相互参照

本願は、参照によりその全体が本明細書に組み込まれる、2010年5月3日に提出された「集積回路のための過電圧保護回路(OVERVOLTAGE PROTECTION CIRCUIT FOR AN INTEGRATED CIRCUIT)」と題する同時係属の米国特許出願第12/772,769号(代理人整理番号AC50291HC)に関連する。

10

【0002】

本開示は、概して集積回路(IC)に関し、より具体的には、集積回路のための過渡電磁波耐性に関する。

【背景技術】

【0003】

電子回路は、制限された電圧範囲にわたって動作するように設計される。これらの制限された電圧範囲を超える電圧にさらされることによって、これらの回路が損傷または破壊される可能性がある。この問題は、非常に小さい尺度で作製される回路に接続される多くの外部端子を有することが多い集積回路に特に顕著である。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】米国出願公開特許第2007/0247772号明細書

【特許文献2】米国出願公開特許第2011/0267723号明細書

【特許文献3】米国出願公開特許第2007/0115600号明細書

【特許文献4】米国出願公開特許第2009/0040671号明細書

【特許文献5】米国出願公開特許第2007/0285854号明細書

【特許文献6】米国出願公開特許第2007/0067104号明細書

30

【非特許文献】

【0005】

【非特許文献1】A. GERDEMANNら。「When Good Trigger Circuits Go Bad: A Case History」, IEEE 33rd Electrical Overstress/Electrostatic Discharge Symposium; 11-16 September 2011; 6 pages

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

40

集積回路のための過渡電圧抑制回路は存在するが、それらは非給電過渡事象(すなわち、集積回路が通常動作のために電源投入されていないときに発生する過渡事象)および給電過渡事象(すなわち、通常動作のために集積回路に電力が加えられているときに発生する過渡事象)の両方に対しては良好に機能しない傾向にある。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本開示は、添付の図面を参照することによってよりよく理解されることができ、その多数の特徴および利点が当業者に明らかとなる。

【図面の簡単な説明】

【0008】

50

【図１】少なくとも１つの実施形態に応じた、複数の時間値を提供するために共通のリアクタンス素子を使用する可変タイミングブロックを有するトリガ回路を備える過渡抑制システムを示すブロック図。

【図２】少なくとも１つの実施形態に応じた、複数の時間値を提供するための切り替え可能抵抗素子および共通の容量性素子を有するトリガ回路を示す簡略化された概略図。

【図３】少なくとも１つの実施形態に応じた、トリガ回路の相補型金属酸化膜半導体（ＣＭＯＳ）の実施態様を示す概略図。

【図４】少なくとも１つの実施形態に応じた、複数の時間値を提供するための線形時不変（ＬＴＩ）ブロックを有するトリガ回路を備える過渡抑制システムを示すブロック図。

【図５】少なくとも１つの実施形態に応じた、過渡電圧増大を検出し、クランプデバイスの導電状態を制御するための方法を示すフローチャート。

【図６】少なくとも１つの実施形態に応じた、過渡電圧増大を検出し、クランプデバイスの導電状態を制御するための方法を示すフローチャート。

【０００９】

異なる図面において同じ参照符号が使用されている場合、これは、類似または同一の項目であることを示す。

【発明を実施するための形態】

【００１０】

過渡電磁波耐性（transient immunity）を向上させるためのトリガ回路（ＴＣ）が提供される。トリガ回路は、当該トリガ回路がその上に作製される集積回路上の過渡電圧増大（transient voltage increase）を検出する。トリガ回路は、過渡電圧増大を制限するために集積回路上のクランプデバイスの導電状態を制御する。トリガ回路は、或る容量値を有する共通の容量性素子を備え、第１の時間値および第２の時間値がこの共通の容量性素子の容量値に応じて決まり、第１の時間値は集積回路の非給電状態に適用可能であり、第２の時間値は集積回路の給電状態に適用可能である。第１の時間値および第２の時間値は、その範疇にある過渡電圧増大の速度が、トリガ回路をアクティブにする検出範囲、または、クランプデバイスの導電状態の制御のアクティブ期間がそれに応じて決まる「オン」時間を含んでもよいトリガ回路パラメータを制御する。

【００１１】

図１は、少なくとも１つの実施形態に応じた、複数の時間値を提供するために共通のリアクタンス素子（reactive element）を使用する可変タイミングブロックを有するトリガ回路を備える過渡抑制システム（transient suppression system）を示すブロック図である。過渡抑制システム１０１は、静電放電（ＥＳＤ）パワー・オン・リセット（ＰＯＲ）モジュール１０２と、トリガ回路モジュール１０３と、入出力（ＩＯ）モジュール１０４とを備える。過渡抑制システム１０１は、複数の電圧レールおよび信号伝達バス、ならびに過渡抑制バスをも備える。たとえば、過渡抑制システム１０１は、正電圧レールＶＤＤ１１８および負電圧レールＶＳＳ１２０と、ＥＳＤ電圧レールＥＳＤ＿ＢＯＯＳＴ１１６と、信号伝達バスＰＯＲ１１９およびＥＳＤ＿ＴＲＩＧＧＥＲ１１７と、過渡抑制バスＥＳＤ＿ＢＵＳ１１５とを備える。正電圧レールＶＤＤ１１８および負電圧レールＶＳＳ１２０は、過渡抑制システム１０１によって保護されるシステム構成要素に、そのようなシステム構成要素の通常動作のための電力を提供し、負電圧レールＶＳＳ１２０は概して、他の電圧がそれに対して参照されるグラウンド基準電位と考えられる。ＥＳＤ電圧レールＥＳＤ＿ＢＯＯＳＴ１１６は、過渡事象によってエネルギー付与され、過渡抑制システム１０１の要素に電力を提供して、それらがアクティブに動作して過渡事象を検出および制御することを可能にする。信号伝達バスＰＯＲ１１９は、ＰＯＲモジュール１０２からＰＯＲ信号を受信し、そのＰＯＲ信号をトリガ回路モジュール１０３に提供する。信号伝達バスＥＳＤ＿ＴＲＩＧＧＥＲ１１７は、トリガ回路モジュール１０３からトリガ信号ＴＲＩＧを受信し、そのトリガ信号ＴＲＩＧをＩＯモジュール１０４に提供する。過渡抑制バスＥＳＤ＿ＢＵＳ１１５は、過渡事象を抑

10

20

30

40

50

制する結果として生じる大きい電流が、正電圧レールVDD118のような通常の電圧レールをバイパスすることを可能にし、正電圧レールVDD118において正供給電圧が大きく偏位することが防止される。

【0012】

ESD_PORモジュール102は、ESD_POR回路ブロック105を備える。ESD_POR回路ブロック105の正供給端子は、ESD電圧レールESD_BOOST116に接続されている。ESD_POR回路ブロック105の負供給端子は、電圧レールVSS120に接続されている。ESD_POR回路ブロック105のPOR出力は、信号伝達バスPOR119に接続されている。トリガ回路モジュール103は、トリガ回路ブロック106を備える。トリガ回路ブロック106は、可変タイミング回路ブロック107を備え、当該ブロックは、複数の時間値(multiple time values)を提供するのに使用される共通のリアクタンス素子を備える。トリガ回路ブロック106の正供給端子は、ESD電圧レールESD_BOOST116に接続されている。トリガ回路ブロック106の負供給端子は、負電圧レールVSS120に接続されている。トリガ回路ブロック106のPOR入力端子は、信号伝達バスPOR119に接続されている。トリガ回路ブロック106のトリガ出力は、信号伝達バスESD_TRIGGER117に接続されている。

【0013】

IOモジュール104は、IOパッド108と、ダイオード109と、ダイオード110と、ダイオード111と、クランプデバイス112と、正出力ドライバ113と、負出力ドライバ114とを備える。IOパッド108は、その上に過渡抑制システム101が作製される集積回路の外部端子(たとえば、ピン、ボール、 bumps、ランドなど)に対する導電性接続を提供する。ダイオード109、110、および111は、電流がダイオード109、110、および111の電流-電圧(I-V)曲線に基づくノードまたはバス間の電圧関係を維持するための経路を提供する。その間で電圧関係を維持するためにダイオードが使用されるそのようなノードまたはバスは、IOパッド108、過渡抑制バスESD_BUS115、ESD電圧レールESD_BOOST116、正電圧レールVDD118、および負電圧レールVSS120を含んでもよい。たとえば、IOモジュール104のダイオード109、110、および111と同様に構成される追加のダイオードが、正電圧レールVDD118のためにVDDパッドセル内で使用されてもよい。それゆえ、過渡抑制バスESD_BUS115は、IOパッド・セル・モジュール104のダイオード109と類似のVDDパッド・セル・ダイオードによって、少なくとも、正電圧レールVDD118の電圧を下回るダイオードドロップまでプルアップされる。従って、正電圧レールVDD118の電圧は、過渡抑制バスESD_BUS115の電圧を決定するにあたって大きな役割を果たす傾向にある。IOが負電圧レールVSS120と正電圧レールVDD118との間の範囲内で切り替わっている場合(たとえば、通常チップ動作の間)、過渡抑制バスESD_BUS115の電圧は、IOモジュール内のダイオード109、110、111、またはVDDパッドセル内でそれらに対応するもののようなダイオードが存在することによって影響を受けるべきではない。同様に、IOモジュール104のダイオード110と同様のVDDパッドセル内のダイオードは、ESD電圧レールESD_BOOST116を、正電圧レールVDD118の電圧を下回るダイオードドロップに予備調整する役割を果たし、負電圧レールVSS120と正電圧レールVDD118との間の範囲内で切り替わっている(たとえば、通常チップ動作の間)IOについて、ESD電圧レールESD_BOOST116の電圧は、IOモジュール104内のダイオード109、110、111、またはVDDパッドセル内のそれらに対応するもののようなダイオードが存在することによって影響を受けるべきではない。ダイオード109は、正電圧オーバーストレス事象(positive voltage overstress event)がIOパッド108に加わっているときは、IOパッド108と過渡抑制バスESD_BUS115との間に電流を通す。たとえば、IOパッド108における電圧が過渡抑制バスESD_BUS115の電圧を上回る1つのダイオードドロップを超えるま

10

20

30

40

50

でに上昇すると、ダイオード109は、導通することになる。ダイオード110は、IOパッド108において正電圧オーバーストレス事象が発生すると、IOパッド108とESD電圧レールESD_BOOST116との間に電流を通す。たとえば、IOパッド108における電圧がESD電圧レールESD_BOOST116の電圧を上回る1つのダイオードドロップを超えるまでに上昇すると、ダイオード110は導通することになる。ダイオード111は、IOパッド108上に負電圧オーバーストレス事象(negative voltage overstress event)が存在する場合に負電圧レールVSS120からIOパッド108までの電流路を提供する。たとえば、IOパッド108における電圧が負電圧レールVSS120の電圧を下回る1つのダイオードドロップを超えるまでに下降すると、ダイオード111は、導通することになる。たとえば、Nチャネル金属酸化膜半導体電界効果トランジスタ(MOSFET)であってもよいクランプデバイス112は、過渡抑制バスESD_BUS115に接続されている第1の端子(たとえば、ドレイン端子)と、負電圧レールVSS120に接続されている第2の端子(たとえば、ソース端子)と、信号伝達バスESD_TRIGGER117に接続されている制御端子(たとえば、ゲート端子)と、負電圧レールVSS120に接続されているボディ端子とを有する。たとえば、PチャネルMOSFETであってもよい正出力ドライバ113は、正電圧レールVDD118に接続されている第1の端子(たとえば、ソース端子)と、IOパッド108に接続されている第2の端子(たとえば、ドレイン端子)と、正出力ドライバ113にIOパッド108をハイ論理レベルに駆動させるための出力ドライバ回路に接続されている制御端子(たとえば、ゲート端子)と、トラッキングウェル制御回路(tracking well control circuit)に接続されているボディ端子とを有する。トラッキングウェル制御回路は、電流がIOパッド108から正電圧レールVDD118へと注入されることが可能になることを回避するために、正出力ドライバ113のボディ端子を正電圧レールVDD118の電圧と、IOパッド108の電圧とのうちの高い方に維持する。たとえば、NチャネルMOSFETであってもよい負出力ドライバ114は、IOパッド108に接続されている第1の端子(たとえば、ドレイン端子)と、負電圧レールVSS120に接続されている第2の端子(たとえば、ソース端子)と、負出力ドライバ114にIOパッド108をロー論理レベルに駆動させるための出力ドライバ回路に接続されている制御端子(たとえば、ゲート端子)と、負電圧レールVSS120に接続されているボディ端子とを有する。

【0014】

一例として、図1の過渡抑制システム101は、複数のIOパッド108が1つのトリガ回路を共有することができる場合のような、パッドリングのシナリオに適用されてもよい。たとえば、トリガ回路モジュール103は、IOモジュール104とTCモジュール103との特定の比(たとえば、8:1)で配置されてもよい。また、複数のIOモジュール104を備えるIOセグメントの役割が、単一のESD_PORモジュール102によって果たされてもよい。単一のESD_PORモジュール102が複数のトリガ回路モジュール103に結合されてもよく、当該複数のトリガ回路モジュールは、信号伝達バスESD_TRIGGER117を介してIOセグメントの複数のIOモジュール104にトリガ信号TRIGを提供してもよい。従って、ESD_PORモジュール102、トリガ回路モジュール103およびIOモジュール104は、1:1:nの比において実装されてもよく、nは、1よりも大きい。代替的に、ESD_PORモジュール102、トリガ回路モジュール103およびIOモジュール104は、1:1:1の比、1:x:xの比、ここで、xは1よりも大きい、または1:x:yの比、ここで、xは1よりも大きくyはxよりも大きい、において実装されてもよい。

【0015】

図2は、少なくとも1つの実施形態に応じた、複数の時間値を提供するための切り替え可能抵抗素子および共通の容量性素子を有するトリガ回路を示す簡略化された概略図である。トリガ回路ブロック106は、制御ブロック201と、可変タイミング回路ブロック107と、第1のドライバブロック202と、第2のドライバブロック203とを備える

。制御ブロック201は、制御回路ブロック204を備える。ESD電圧レールESD__BOOST116のような電圧レールが、ESD_POR回路ブロック105に接続されている。ESD_POR回路ブロック105は、信号伝達バスPOR119を介して、トリガ回路ブロック106の制御ブロック201の制御回路ブロック204にPOR信号を提供する。制御回路ブロック204は、スイッチ210を制御するためにスイッチ210の制御端子に接続される第1のスイッチ制御出力215と、スイッチ211を制御するためにスイッチ211の制御端子に接続される第2のスイッチ制御出力216と、スイッチ212を制御するためにスイッチ212の制御端子に接続される第3のスイッチ制御出力217とを提供する。制御回路ブロック204は、第2のドライバブロック203からトリガ信号TRIGを受信する。制御回路ブロック204は、POR信号の状態およびトリガ信号TRIGの状態に応答して、それぞれスイッチ210、211、および212を制御するために、第1のスイッチ制御出力215、第2のスイッチ制御出力216、および第3のスイッチ制御出力217をアサートする。

10

【0016】

可変タイミング回路ブロック107は、共通の容量性素子205と、抵抗素子206と、抵抗素子207と、抵抗素子208と、抵抗素子209と、スイッチ210と、スイッチ211と、スイッチ212とを備える。共通の容量性素子205は、たとえば、金属酸化膜半導体電界効果トランジスタ(MOSFET)として、バラクタダイオードとして、金属-絶縁体-金属(MIM)キャパシタとして、または、適切な値のキャパシタンスを提供する任意の他の適切な素子として実装されてもよい。抵抗素子206、207、208、および209は、たとえば、抵抗器として、所望の「オン」抵抗を提供するように構成されるMOSFETとして、所望の抵抗に対応する電流を提供するように構成されるバイポーラトランジスタとして、または、適切な値の抵抗を提供するための任意の他の適切な素子として実装されてもよい。ESD電圧レールESD__BOOST116のような電圧レールが、共通の容量性素子205の第1の端子に接続されている。共通の容量性素子205の第2の端子はノード218に接続されており、当該ノードは抵抗素子206の第1の端子および第1のドライバブロック202のインバータ213の入力に接続されている。抵抗素子206の第2の端子はノード219に接続されており、当該ノードは抵抗素子207の第1の端子およびスイッチ210の第1の端子に接続されている。抵抗素子207の第2の端子はノード220に接続されており、当該ノードはスイッチ210の第2の端子、抵抗素子208の第1の端子、およびスイッチ212の第1の端子に接続されている。抵抗素子208の第2の端子は、抵抗素子209の第1の端子およびスイッチ211の第1の端子に接続されている。抵抗素子209の第2の端子は、負電圧レールVSS120に接続されている。スイッチ211の第2の端子は、負電圧レールVSS120に接続されている。スイッチ212の第2の端子は、負電圧レールVSS120に接続されている。

20

30

【0017】

POR信号、トリガ信号TRIG、スイッチ210、スイッチ211、およびスイッチ212の対応する状態、ならびに、抵抗素子206、抵抗素子207、抵抗素子208、および抵抗素子209の対応する直列結合に関する真理値表は、下記表1に示されている。

40

【表 1】

	TRIG = 1 (たとえば、クランピングのアクティブ継続時間を制御するためのもの)	TRIG = 0 (たとえば、検出範囲を制御するためのもの)
POR = 1 (たとえば、非給電状態の間)	スイッチ 210 = 1 スイッチ 211 = 1 スイッチ 212 = 0 (抵抗素子 206 + 抵抗素子 208) (たとえば、約 5 マイクロ秒の時間値)	スイッチ 210 = 1 スイッチ 211 = X スイッチ 212 = 1 (抵抗素子 206) (たとえば、約 100 ナノ秒の時間値)
POR = 0 (たとえば、給電状態の間)	スイッチ 210 = 0 スイッチ 211 = 0 スイッチ 212 = 0 (抵抗素子 206 + 抵抗素子 207 + 抵抗素子 208 + 抵抗素子 209) (たとえば、約 20 ミリ秒の時間値)	スイッチ 210 = 0 スイッチ 211 = X スイッチ 212 = 1 (抵抗素子 206 + 抵抗素子 207) (たとえば、約 10 マイクロ秒の時間値)

表 1：スイッチ状態および抵抗素子結合

表 1 において、POR 信号およびトリガ信号 TRIG について、0 はロー論理レベルを示し、1 はハイ論理レベルを示す。スイッチ 210、211、および 212 について、0 は開スイッチを示し、1 は閉スイッチを示し、「X」は結果生じる抵抗値に影響を及ぼさない、開または閉のいずれであってもよいスイッチを示す。抵抗素子について、プラス記号は、それらが直列結合において組み合わせられるときの、それらの抵抗値の合計を示す。少なくとも 1 つの実施形態に応じて、反対の論理レベルが使用されてもよく、異なるスイッチ命名法が使用されてもよく、または、異なる構成の抵抗素子が使用されてもよい。一例として、並列結合の抵抗素子が使用されてもよく、または、直列結合と並列結合とが組み合わせられた抵抗素子が使用されてもよい。少なくとも 1 つの実施形態に応じて、抵抗素子 206 は、共通の容量性素子 205 と組み合わせさせて、約 100 ナノ秒の時間値（たとえば、抵抗容量 (RC) 時定数）を提供し、抵抗素子 206 および抵抗素子 208 から成る直列結合は、共通の容量性素子 205 と組み合わせさせて、約 5 マイクロ秒の時間値（たとえば、RC 時定数）を提供し、抵抗素子 206 および抵抗素子 207 から成る直列結合は、共通の容量性素子 205 と組み合わせさせて、約 10 マイクロ秒の時間値（たとえば、RC 時定数）を提供し、抵抗素子 206、抵抗素子 207、抵抗素子 208、および抵抗素子 209 から成る直列結合は、共通の容量性素子 205 と組み合わせさせて、約 20 ミリ秒の時間値（たとえば、RC 時定数）を提供する。

【0018】

第 1 のドライバブロック 202 は、インバータ 213 を備える。インバータ 213 は、低インバータスイッチ点（たとえば、正電圧レール VDD118 と負電圧レール VSS120 との間の差の 50% よりも低い）を有するように構成されてもよく、ロー論理レベルからのわずかな電圧の増大が、ハイ論理レベルとして解釈され、インバータをハイ論理レベル出力の提供からロー論理レベル出力の提供へと切り替えることが可能である。第 2 のドライバブロック 203 は、インバータ 214 を備える。インバータ 213 およびインバ

10

20

30

40

50

ータ214は、不安定性および揺らぎを回避するために制限された利得を提供するように構成される。たとえば、インバータ213およびインバータ214は、図3に示すようにそれぞれ抵抗素子336および339を使用して、または、適切に制限された利得を提供するように構成された他のインバータを使用して実装されてもよい。ノード218は、インバータ213の入力に接続されている。インバータ213の出力はノード222に接続されており、当該ノードは第2のドライバブロック203のインバータ214の入力に接続されている。第2のドライバブロックの出力は、制御ブロック201の制御回路ブロック204のトリガ入力に接続されているノード223において、トリガ信号TRIGを提供する。トリガ信号TRIGはまた、クランプデバイスの導電状態を制御するのに使用されてもよい。ノード223におけるトリガ信号TRIGの通信は、信号伝達バスESD__TRIGGER117を介して提供されてもよく、当該バスはノード223に接続されてもよい。トリガ回路ブロック106内でのノード223におけるトリガ信号TRIGのフィードバックは、トリガ回路ブロック106内の内部導体を介して達成されてもよい。

【0019】

たとえば、集積回路の非給電状態の間に使用されてもよいオン/オフスタイルのトリガモードを提供するために、上記表1に示すように、POR信号は1の値を有し、トリガ信号TRIGは0の値を有する。制御回路ブロック204は、共通の容量性素子205と組み合わせさせて、ESD電圧レールESD__BOOST116の過渡的電圧増大の速度の検出範囲を制御するための（たとえば、約100ナノ秒の）時間値を決定するために、スイッチ210、211、および212が、抵抗素子206だけを選択するようにする。ESD電圧レールESD__BOOST116上の電圧が相対的に遅く増大する（たとえば、集積回路に電力が印加されESD電圧レールESD__BOOST116の電圧が増大するときにそうなり得るように）ことによって、抵抗素子206は、共通の容量性素子205を充電するのに十分な電流を提供し、ESD電圧レールESD__BOOST116上の電圧が上昇するにつれて共通の容量性素子205にわたる電圧を増大させることが可能になり、ノード218における電圧が負電圧レールVSS120に対して実質的に上昇しないようになる。従って、ESD電圧レールESD__BOOST116の電圧の遅い増大は、トリガ回路をトリガするには十分でなかったため、第1のドライバブロック202および第2のドライバブロック203は変化しないままであり、ノード223におけるトリガ信号TRIGは変化しないままである。しかしながら、ESD電圧レールESD__BOOST116上の電圧が非常に急速に増大する（たとえば、ESD事象のような過渡電圧ストレス事象の間にそうなり得るように）ことによって、ノード218は、非常に急速に電圧を引き上げられる。ノード218における電圧が非常に急速に増大することによってNチャネルMOSFET337の制御端子（たとえば、ゲート端子）における電圧が増大し、それによって、第1のドライバブロック202および第2のドライバブロック203がノード223におけるトリガ信号TRIGを迅速に作動し、当該信号はクランプデバイスの作動を開始するためにクランプデバイスに提供され、クランプデバイスの作動の作動期間を決定するために制御回路ブロック204にフィードバックされる。

【0020】

たとえば、集積回路の非給電状態の間に使用されてもよい相対的に短い作動期間を提供するために、上記表1に示すように、POR信号は1の値を有し、トリガ信号TRIGは1の値を有する。制御回路ブロック204は、スイッチ210、211、および212に、共通の容量性素子205と協同してクランプデバイスの作動の作動期間を制御するための（たとえば、約5マイクロ秒の）時間値を決定するために抵抗素子206および208から成る直列結合を選択させる。その後、ESD電圧レールESD__BOOST116上の電圧は、抵抗素子206および208から成る直列結合を通じて共通の容量性素子205を充電する。共通の容量性素子205がノード218における電圧を抑制するのに十分で、第1のドライバブロック202および第2のドライバブロック203の状態を変化させるのに十分に高い電圧まで充電されると、ノード223におけるトリガ信号TRIGが停止され、それによって制御されているいかなるクランプデバイスも停止する。

【 0 0 2 1 】

たとえば、集積回路の給電状態の間に使用されてもよい電圧調整モードを提供するために、上記表 1 に示すように、P O R 信号は 0 の値を有し、トリガ信号 T R I G は 0 の値を有する。制御回路ブロック 2 0 4 は、スイッチ 2 1 0、2 1 1、および 2 1 2 に、共通の容量性素子 2 0 5 と協同して E S D 電圧レール E S D _ B O O S T 1 1 6 の過渡電圧増大の速度の検出範囲を制御するための（たとえば、約 1 0 マイクロ秒の）時間値を決定するために抵抗素子 2 0 6 および 2 0 7 から成る直列結合を選択させる。E S D 電圧レール E S D _ B O O S T 1 1 6 上の電圧が相対的に遅く増大することによって、抵抗素子 2 0 6 および 2 0 7 から成る直列結合は、共通の容量性素子 2 0 5 を充電するのに十分な電流を提供し、E S D 電圧レール E S D _ B O O S T 1 1 6 上の電圧が上昇するにつれて共通の容量性素子 2 0 5 にわたる電圧を増大させることが可能になり、ノード 2 1 8 における電圧が負電圧レール V S S 1 2 0 に対して実質的に上昇しないようになる。従って、E S D 電圧レール E S D _ B O O S T 1 1 6 の電圧の遅い増大はトリガ回路をトリガするには十分でなかったため、第 1 のドライバブロック 2 0 2 および第 2 のドライバブロック 2 0 3 は変化しないままであり、ノード 2 2 3 におけるトリガ信号 T R I G は変化しないままである。しかしながら、抵抗素子 2 0 6 および 2 0 7 から成る直列結合の高い抵抗（たとえば、非給電状態における抵抗素子 2 0 6 だけのより低い抵抗と比較して）が、共通の容量性素子 2 0 5 の電荷（および、従って共通の容量性素子 2 0 5 にわたる電圧）が急速に変化することを妨げるため、E S D 電圧レール E S D _ B O O S T 1 1 6 上の電圧が非常に急速に増大することによって、ノード 2 1 8 は、おおよそ E S D _ B O O S T 電圧の変化に比例して電圧を引き上げられる。ノード 2 1 8 において電圧が増大することによって、N チャネル M O S F E T 3 3 7 の制御端子（たとえば、ゲート端子）における電圧がおおよそ E S D _ B O O S T 電圧の増大に比例して増大し、これは第 1 のドライバブロック 2 0 2 のインバータ 2 1 3 の利得によって増幅される。第 2 のドライバブロック 2 0 3 は、第 1 のドライバブロックの出力を反転させて、ノード 2 2 3 においてトリガ信号 T R I G を提供し、当該信号は、クランプデバイスの作動を開始するためにクランプデバイスに提供され、クランプデバイスの作動の作動期間を決定するために制御回路ブロック 2 0 4 にフィードバックされる。

【 0 0 2 2 】

たとえば、集積回路の給電状態の間に使用されてもよい相対的に長い作動期間を提供するために、上記表 1 に示すように、P O R 信号は 0 の値を有し、トリガ信号 T R I G は 1 の値を有する。制御回路ブロック 2 0 4 は、スイッチ 2 1 0、2 1 1、および 2 1 2 に、共通の容量性素子 2 0 5 と協同してクランプデバイスの作動の作動期間を制御するための（たとえば、約 2 0 ミリ秒の）時間値を決定するために抵抗素子 2 0 6、2 0 7、2 0 8、および 2 0 9 から成る直列結合を選択させる。その後、E S D 電圧レール E S D _ B O O S T 1 1 6 上の電圧が、抵抗素子 2 0 6、2 0 7、2 0 8、および 2 0 9 から成る直列結合を通じて共通の容量性素子 2 0 5 を充電する。共通の容量性素子 2 0 5 が、第 1 のドライバブロック 2 0 2 および第 2 のドライバブロック 2 0 3 の状態を変化させるのに十分にノード 2 1 8 における電圧を抑制するのに十分に高い電圧まで充電されると、ノード 2 2 3 におけるトリガ信号 T R I G が停止され、それによって制御されているいかなるクランプデバイスも停止する。充電時間は、抵抗素子 2 0 6 および 2 0 8 から成る直列結合のより低い抵抗の場合よりもはるかに遅いため、抵抗素子 2 0 6 および 2 0 8 から成る直列結合のより低い抵抗の場合よりも長い作動期間が提供される。

【 0 0 2 3 】

図 3 は、少なくとも 1 つの実施形態に応じた、トリガ回路の相補型金属酸化膜半導体（C M O S）の実施態様を示す概略図である。トリガ回路ブロック 1 0 6 は、制御回路ブロック 2 0 4 と、可変タイミング回路ブロック 1 0 7 と、第 1 のドライバブロック 3 4 2 と、第 2 のドライバブロック 3 4 3 とを備える。制御回路ブロック 2 0 4 は、P チャネル M O S F E T 3 3 1 と、P チャネル M O S F E T 3 3 2 と、P チャネル M O S F E T 3 3 3 と、N チャネル M O S F E T 3 3 4 と、N チャネル M O S F E T 3 3 5 とを備える。E S

D電圧レールESD__BOOST116のような電圧レールが、PチャネルMOSFET331のソース端子、PチャネルMOSFET332のソース端子、およびPチャネルMOSFET333のソース端子に接続されている。POR信号は、たとえば、信号伝達バスPOR119を介してPチャネルMOSFET331のゲート端子に接続される。PチャネルMOSFET331のドレイン端子がノード340に接続されており、当該ノードは、PチャネルMOSFET332のドレイン端子、PチャネルMOSFET332のゲート端子、PチャネルMOSFET333のゲート端子、およびNチャネルMOSFET334のドレイン端子に接続されている。ノード344におけるトリガ信号TRIGは、NチャネルMOSFET334のゲート端子に接続される。NチャネルMOSFET334のソース端子は、負電圧レールVSS120に接続されている。PチャネルMOSFET333のドレイン端子は、ノード341に接続されており、当該ノードは、NチャネルMOSFET335のドレイン端子、NチャネルMOSFET335のゲート端子、および可変タイミング回路ブロック107のNチャネルMOSFET309のゲート端子に接続されている。NチャネルMOSFET335のソース端子は、負電圧レールVSS120に接続されている。

10

【0024】

可変タイミング回路ブロック107は、共通の容量性素子205と、NチャネルMOSFET306と、NチャネルMOSFET307と、NチャネルMOSFET309と、NチャネルMOSFET310と、NチャネルMOSFET311とを備える。ESD電圧レールESD__BOOST116のような電圧レールは、共通の容量性素子205の第1の端子およびNチャネルMOSFET306のゲート端子に接続されている。共通の容量性素子205の第2の端子は、ノード218に接続されており、当該ノードは、NチャネルMOSFET306のドレイン端子、および第1のドライバブロック342のNチャネルMOSFET337のゲート端子に結合されている。NチャネルMOSFET306のソース端子は、ノード219に接続されており、当該ノードは、NチャネルMOSFET307のドレイン端子、NチャネルMOSFET307のゲート端子、およびNチャネルMOSFET310のドレイン端子に接続されている。POR信号は、たとえば、信号伝達バスPOR119を介してNチャネルMOSFET310のゲート端子に接続される。NチャネルMOSFET307のソース端子は、ノード320に接続されており、当該ノードは、NチャネルMOSFET309のドレイン端子、NチャネルMOSFET310のソース端子、およびNチャネルMOSFET311のドレイン端子に接続されている。制御回路ブロック204のノード344におけるトリガ信号TRIGが反転したものであってもよい、ノード345における反転トリガ信号/ TRIGは、NチャネルMOSFET311のゲート端子に接続される。負電圧レールVSS120は、NチャネルMOSFET309のソース端子およびNチャネルMOSFET311のソース端子に接続されている。

20

30

【0025】

第1のドライバブロック342は、抵抗素子336およびNチャネルMOSFET337を備える。ESD電圧レールESD__BOOST116のような電圧レールは、抵抗素子336の第1の端子に接続されている。抵抗素子336の第2の端子は、NチャネルMOSFET337のドレイン端子、および第2のドライバブロック343のPチャネルMOSFET338のゲート端子に接続されている。NチャネルMOSFET337のソース端子は、負電圧レールVSS120に接続されている。

40

【0026】

第2のドライバブロック343は、PチャネルMOSFET338および抵抗素子339を備える。ESD電圧レールESD__BOOST116のような電圧レールは、PチャネルMOSFET338のソース端子に接続されている。PチャネルMOSFET338のドレイン端子は、抵抗素子339の第1の端子、および、たとえば、信号伝達バスESD__TRIGGER117を介して通信されてもよいトリガ出力に接続されている。抵抗素子339の第2の端子は、負電圧レールVSS120に接続されている。

50

【 0 0 2 7 】

ノード344におけるトリガ信号TRIGがハイ論理状態にある場合、NチャネルMOSFET334は、ノード340から負電圧レールVSS120へと電流を伝導する。この電流は、2つの電流ミラーを介してノード320に提供される。PチャネルMOSFET332およびPチャネルMOSFET333は、トランジスタチャネルの幅対長さの比の差によって、固有の減衰比(attenuation ratio)を有する第1の電流ミラーを形成する。たとえば、そのような減衰比は約20:1であってもよい。NチャネルMOSFET335およびNチャネルMOSFET309は、トランジスタチャネルの幅対長さの比の差によって、固有の減衰比を有する第2の電流ミラーを形成する。たとえば、そのような減衰比は約20:1であってもよい。電流ミラーの組み合わせさせた減衰比は、約4,000:1の、NチャネルMOSFET309によって提供される電流を制御するための最終的な減衰比をもたらしてもよい。信号伝達バスPOR119のPOR信号がロー論理レベルにある場合、PチャネルMOSFET331は、ESD電圧レールESD_BOOST116からノード340へと電流を伝導する。この電流は、第1の電流ミラーに提供される総電流を効果的にさらに低減し、それゆえ、NチャネルMOSFET309によって提供される電流をも低減する。一例において、POR信号のロー論理レベルの間にNチャネルMOSFET309によって提供される電流の低減は、4,000分の1であってもよい。

10

【 0 0 2 8 】

図3におけるMOSFET間の所望の相互作用は、MOSFETチャネルの幅対長さの比を、異なる複数のMOSFETの間で異なるように定義することによって達成されることができる。一例として、NチャネルMOSFET334、306、および307は、たとえば、PチャネルMOSFET333またはNチャネルMOSFET309よりも長いチャネルを有するロングチャネルMOSFETとして実装されてもよい。別の例として、PチャネルMOSFET331、PチャネルMOSFET332、およびNチャネルMOSFET335は、たとえば、PチャネルMOSFET333またはNチャネルMOSFET309よりも広いチャネルを有するワイドチャネルMOSFETとして実装されてもよい。

20

【 0 0 2 9 】

トリガ回路によって使用される信号はそれら自体が過渡的事象(transient event)によって影響を受ける場合があり、そのような信号は、それらの値をESD事象の前に記憶するために、且つそれらの信号に対する過渡的事象の影響がトリガ回路の動作に悪影響を及ぼすことを防止するために、ラッチまたはバッファリングされてもよい。たとえば、POR信号は、ESD事象が発生しはじめる前にPOR信号とはどのようなものであったかを記憶するためにラッチまたはバッファリングされてもよい。

30

【 0 0 3 0 】

図4は、少なくとも1つの実施形態に応じた、複数の時間値を提供するための線形時不変(LTI)ブロックを有するトリガ回路を備える過渡抑制システムを示すブロック図である。過渡抑制システムは、ESD電圧レールESD_BOOST116のような電圧レールと、非線形入力ブロック451と、非線形(比較およびクランプ)出力ブロック453と、クランプデバイス112とを備える。非線形出力ブロック453は、検出・作動部458と、停止部(deactivation portion)459とを備える。非線形入力ブロック451は、ESD_PORモジュール102と、線形時不変(LTI)ブロック452とを備える。LTIブロック452は、それぞれ変数RC1、RC2、RC3、およびRC4を使用する4つの四半部454、455、456、および457に分割されているものとして示されている。四半部454および455は検出フィルタリングに関連し、四半部456および457は作動期間に関連する。四半部454および456は、その上に過渡抑制システムが作製されている集積回路の非給電状態に関連し、四半部455および457は、その上に過渡抑制システムが作製されている集積回路の給電状態に関連する。電圧レールは、四半部454および455の入力463に接続されており、

40

50

ＬＴＩブロック４５２が過渡電圧増大について電圧レールを監視することが可能になっている。電圧レールは、ＥＳＤ　ＰＯＲモジュール１０２の入力４６０に接続されており、ＥＳＤ　ＰＯＲモジュール１０２が、集積回路が給電されていない場合には四半部４５４の変数ＲＣ１もしくは四半部４５６の変数ＲＣ３をＬＴＩブロック４５２が使用するための選択４６１、または集積回路が給電されている場合には四半部４５５の変数ＲＣ２もしくは四半部４５７の変数ＲＣ４をＬＴＩブロック４５２が使用するための選択４６２を行うことが可能である。

【００３１】

入力４６３に応答して、非給電状態について四半部４５４の変数ＲＣ１または給電状態について四半部４５５の変数ＲＣ２を適用して、ＬＴＩブロック４５２は、非線形出力ブロック４５３の検出・作動部４５８に出力４６４を提供する。検出・作動部４５８は、非給電状態について四半部４５４の変数ＲＣ１または給電状態について四半部４５５の変数ＲＣ２を使用してＬＴＩブロック４５２によってフィルタリングされているものとしての入力４６３が、そのためにクランピングが作動されるべきである（たとえば、クランピング作動のスルーレート基準を満たす）過渡電圧増大であるか否かを検出し、そうである場合には、クランプ出力４６５においてクランプ信号をアサートし、当該信号はクランプデバイス１１２の入力に接続され、当該クランプデバイスは電圧レールに接続されており、電圧レール上の電圧をクランピングする。非線形出力ブロック４５３の検出・作動部はトリガ出力４６６を提供し、当該出力は、ＬＴＩブロック４５２が非給電状態については四半部４５６の変数ＲＣ３、または給電状態については四半部４５７の変数ＲＣ４に基づいてクランプ信号の作動期間の制御を開始することを可能にするために、ＬＴＩブロック４５２の作動期間四半部４５６および４５７に接続される。適切な変数値に基づく作動期間が経過した後、ＬＴＩブロック４５２は出力４６７をアサートし、当該出力は非線形出力ブロック４５３の停止部４５９に接続される。出力４６７によって提供される停止信号を受信すると、停止部４５９はクランプ出力４６５におけるクランプ信号を停止し、それによって、クランプデバイス１１２に電圧レールにおける電圧のクランピングを停止させる。

【００３２】

図５は、少なくとも１つの実施形態に応じた、過渡電圧増大を検出し、クランプデバイスの導電状態を制御するための方法を示すフローチャートである。方法、はブロック５０１において、信号に基づいて第１の時間値と第２の時間値との間で選択することによって開始する。ブロック５０１から、方法はブロック５０２へと継続する。ブロック５０２において、存在する場合には、過渡電圧増大の検出が行われる。ブロック５０２から、方法は判断ブロック５０３へと継続する。判断ブロック５０３において、過渡電圧増大の検出が行われたか否かについて判断が為される。そうでない場合、方法はブロック５０２に戻る。そうである場合、方法はブロック５０４へと継続する。ブロック５０４において、トリガ信号の提供が行われる。ブロック５０４から、方法はブロック５０５へと継続する。ブロック５０５において、トリガ信号の増幅が行われる。ブロック５０６によって示されているように、ブロック５０５のトリガ信号の増幅は、トリガ信号の反転を含んでもよい。ブロック５０５から、方法はブロック５０７へと継続する。ブロック５０７において、クランプデバイスの導電状態の制御が行われる。ブロック５０８によって示されているように、クランプデバイスの導電状態の制御は、集積回路が給電状態にあるときは比例的に応答することを含んでもよく、これによって、電圧レールが損壊すること、およびリセットが発生することを防止することができる。ブロック５０７から、方法は判断ブロック５０９へと継続し、アクティブ期間が超過したか否かについて判断が為される。そうでない場合、方法はブロック５０７に戻る。そうである場合、方法はブロック５０１に戻る。

【００３３】

図６は、少なくとも１つの実施形態に応じた、過渡電圧増大を検出し、クランプデバイスの導電状態を制御するための方法を示すフローチャートである。方法はブロック６０１において、信号を受信することによって開始する。ブロック６０１から、方法はブロック

602へと継続する。ブロック602において、第2の信号の受信が行われる。ブロック602から、方法はブロック603へと継続する。ブロック603において、集積回路が非給電状態にあるか、または給電状態にあるかに応じて、非給電状態については線形時不変(LTI)関数の変数の第1の値、または給電状態についてはLTI関数の変数の第2の値の選択が行われる。ブロック604によって示されているように、ブロック603の動作は、非給電状態または給電状態を表す非給電/給電信号に基づいて実行されてもよい第1の値または第2の値を選択することを含んでもよい。ブロック605によって示されているように、ブロック604の動作は、上記信号および第2の信号に基づいて第1の値または第2の値を選択することを含んでもよい。選択は、上記信号および第2の信号に基づいて第1の値、第2の値、第3の値、および第4の値の間で選択することを含んでもよい。ブロック606によって示されているように、ブロック603の動作は、非作動/作動信号に基づいて選択することを含んでもよい。非作動/作動信号は、クランプデバイスの導電状態の制御の非作動状態または作動状態を表し得る。ブロック603から、方法はブロック607へと継続する。ブロック607において、存在する場合には、過渡電圧増大の検出が行われる。ブロック607から、方法は判断ブロック608へと継続する。判断ブロック608において、過渡電圧増大の検出が行われたか否かについて判断が為される。そうでない場合、方法はブロック607に戻る。そうである場合、方法はブロック609へと継続する。ブロック609において、クランプデバイスの導電状態の制御が行われる。ブロック609から、方法は判断ブロック610へと継続する。判断ブロック610において、クランピングのアクティブ期間が経過したか否かについて判断が為される。そうでない場合、方法はブロック609に戻る。そうである場合、方法はブロック601に戻る。

10

20

【0034】

少なくとも1つの実施形態に応じて、トリガ回路のトリガの感応性(triggering sensitivity)は、たとえば、電圧レールまたは過渡抑制が所望される任意の回路内の任意の他のノードであってもよい回路ノードにおける電圧の変化の速度に関する比較の根拠としての第1の時間値または第2の時間値に依存する。トリガ回路は、変化の速度が第1の時間値または第2の時間値に対応する変化の速度よりも大きいときはクランプ要素をトリガし、変化の速度が第1の時間値および第2の時間値に対応する変化の速度よりも小さいときはクランプ要素をトリガしない。

30

【0035】

立ち上がり時間検出器、および、ESDが検出されるときにレールクランプを完全にオンにするラッチを有するCMOS製品のための既存のESD保護ネットワークであって、アクティブなレールクランプは全くオンにならないか、または完全にオンになるかのいずれかであるため給電過渡事象(すなわち、システムレベルストレス)に良好に応答しない場合があり、それによって、正電圧レールVDDを損壊させ、チップをリセット状態にする可能性がある、既存のESD保護ネットワークとは異なり、少なくとも1つの実施形態は、非給電ESDと給電過渡事象とを区別し、給電過渡事象の間はラッチされたクランプをオンにするモードではなく、電圧調整モードに入る。この調整モードにおいて、トリガ回路は、供給電圧増大に比例してオンになり、それによって損壊させる供給が回避される。

40

【0036】

少なくとも1つの実施形態は、比例トリガ方式に基づいて、遠隔した電圧基準回路の必要を回避する。そのような遠隔した基準電圧(Vref)生成器は、相当量のダイ面積を占有する場合があります、機能的問題(たとえば、電源投入中の直流電流(DC)漏れ、近傍の電流注入に感応する、など)が発生しやすい場合があります、TCから遠隔して配置されることによって、たとえば、電力バス上の電圧降下に起因して信号伝達問題および性能問題を引き起こす場合があります。集積回路の導体はディスクリット回路の導体と比較して小型で抵抗性である傾向にある。電流が相対的に抵抗の高いIC電力バスのような集積回路導体を流れる結果として電圧降下が生じる可能性があり、電圧降下は、オームの法則に従って

50

、導体を通じて流れる電流に導体の抵抗を乗算した値に等しい。さらに、複数のTCがともに接続されてそれらのうちの少なくとも1つが大きい電圧降下を受ける状況においては、その1つのTCが誤ってトリガされる結果として、機能不全が広範囲に拡散して生じる可能性がある。独立型のVref生成器の必要をなくすことによって、相対的に抵抗性の集積回路導体からの独立が達成することができ、TCの誤ったトリガが回避されることができる。従って、ダイ面積（たとえば、コスト）の節約、チップの機能的信頼性の増大、過渡ストレス事象の間のESDクランプ応答の改善（たとえば、ESD応答性能の改善）が実現されることができる。

【0037】

少なくとも1つの実施形態に応じて、非給電チップ動作と給電チップ動作とを区別することによって複数の異なるESDクランプトリガ応答を提供することができるトリガ回路(TC)が提供される。そのようなTCは、その区別を行うためのPOR(「パワー・オン・リセット」)信号を受信し、POR信号は、たとえば、パッドリング内に(たとえば、VSSパッド内に)含まれている小型ESD POR回路によって提供されることができる。そのようなTCは、別個の電圧基準(Vref)生成回路を必要とすることなく機能することができる。POR信号およびトリガ回路出力ノードの論理状態に基づいてRC検出段内の抵抗器値(resistor value)を切り替えることによって、TCにおいて複数の異なるESD応答が達成される。選択可能な抵抗器値と、すべての選択可能な抵抗器値について同じままであることができる共通のキャパシタ値との組み合わせが、抵抗容量(RC)時間値を提供し、それによって、共通のキャパシタ値と組み合わせたいいくつかの選択可能な抵抗器値が、いくつかのRC時間値を提供することが可能になり、これは、POR信号およびトリガ信号に応じていくつかのESD応答を提供するために利用される。給電過渡ストレス事象(powered transient stress events)の間の比例トリガモードは、大きいR値を選択することによって達成される。それゆえ、初期供給電圧が、TCのための内部基準電圧を提供するキャパシタC上に蓄積され、それによって、遠隔した電圧基準回路の必要が回避され、遠隔した電圧基準回路に依存するトリガ回路に関連する問題が回避される。

【0038】

少なくとも1つの実施形態に応じて、トリガ回路は、RCフィルタ段を備え、制御信号に応じてR*C値が切り替えられることができる。少なくとも1つの実施形態に応じて、トリガ回路は、RCフィルタ段の出力信号を検出および増幅するための1以上のインバータ段を備え、インバータ段(複数の場合もあり)の出力(TC出力)は1以上のレール・クランプ・デバイスのゲート端子を駆動する。少なくとも1つの実施形態に応じて、トリガ回路は、POR回路によって監視されている(たとえば、ESD_BOOST電圧レール上の)ノードまたはバスにおける0ボルトから始まる電圧の増大(すなわち、電圧ランプ)があるときはいつでもハイ論理レベルにあり、チップが完全に給電されたときはロー論理レベルにあるPOR信号を受信する。たとえば、POR信号は、電源投入(すなわち、電力が最初に集積回路に印加されるとき)または非給電ESD事象の間はハイ論理レベルにあり、チップが完全に給電されているとき(たとえば、給電ESD事象の間)はロー論理レベルにある。少なくとも1つの実施形態に応じて、トリガ回路は、R*C値を変更することによってTCの動作モードを設定する制御ロジックを備える。POR信号およびTC出力(トリガ)信号は制御ロジックに対する入力として役割を果たす。少なくとも1つの実施形態に応じて、トリガ回路は、RC要素に基づいて4つの異なる時間値を提供する。たとえば、集積回路が非給電状態にある(たとえば、POR信号=1)とき、トリガ回路は、過渡事象検出のための約100nsの時間値、および、アクティブなクランプ応答のオン時間のために約5μsの時間値を提供し、集積回路が給電状態にある(たとえば、POR信号=0)とき、トリガ回路は、過渡事象検出のための約10μsの時間値、および、アクティブなクランプ応答のオン時間のために約20msの時間値を提供する。

【0039】

少なくとも1つの実施形態に応じて、集積回路の非給電状態に関する検出範囲を制御す

10

20

30

40

50

るための時間値は、10ナノ秒～1マイクロ秒である。少なくとも1つの実施形態に応じて、集積回路の非給電状態に関する検出範囲を制御するための時間値は、20ナノ秒～500ナノ秒である。少なくとも1つの実施形態に応じて、集積回路の非給電状態に関する検出範囲を制御するための時間値は、50ナノ秒～200ナノ秒である。

【0040】

少なくとも1つの実施形態に応じて、集積回路の給電状態に関する検出範囲を制御するための時間値は、1マイクロ秒～100マイクロ秒である。少なくとも1つの実施形態に応じて、集積回路の給電状態に関する検出範囲を制御するための時間値は、2マイクロ秒～50マイクロ秒である。少なくとも1つの実施形態に応じて、集積回路の給電状態に関する検出範囲を制御するための時間値は、5マイクロ秒～20マイクロ秒である。

10

【0041】

少なくとも1つの実施形態に応じて、集積回路の非給電状態に関する作動期間を制御するための時間値は、500ナノ秒～50マイクロ秒である。少なくとも1つの実施形態に応じて、集積回路の非給電状態に関する作動期間を制御するための時間値は、1マイクロ秒～20マイクロ秒である。少なくとも1つの実施形態に応じて、集積回路の非給電状態に関する作動期間を制御するための時間値は、2マイクロ秒～10マイクロ秒である。

【0042】

少なくとも1つの実施形態に応じて、集積回路の給電状態に関する作動期間を制御するための時間値は、2ミリ秒～200ミリ秒である。少なくとも1つの実施形態に応じて、集積回路の給電状態に関する作動期間を制御するための時間値は、5ミリ秒～100ミリ秒である。少なくとも1つの実施形態に応じて、集積回路の給電状態に関する作動期間を制御するための時間値は、10ミリ秒～50ミリ秒である。

20

【0043】

少なくとも1つの実施形態に応じて、検出範囲を制御するための時間値は、集積回路の給電状態に関しては、集積回路の非給電状態に関するものよりも約100倍大きい。少なくとも1つの実施形態に応じて、検出範囲を制御するための時間値は、集積回路の給電状態に関しては、集積回路の非給電状態に関するものよりも50～200倍大きい。

【0044】

少なくとも1つの実施形態に応じて、作動期間を制御するための時間値は、集積回路の給電状態に関しては、集積回路の非給電状態に関するものよりも約4,000倍大きい。少なくとも1つの実施形態に応じて、作動期間を制御するための時間値は、集積回路の給電状態に関しては、集積回路の非給電状態に関するものよりも1,000～10,000倍大きい。

30

【0045】

少なくとも1つの実施形態に応じて、集積回路の非給電状態に関する作動期間を制御するための時間値は、集積回路の非給電状態に関する検出範囲を制御するための時間値よりも約50倍大きい。少なくとも1つの実施形態に応じて、集積回路の非給電状態に関する作動期間を制御するための時間値は、集積回路の非給電状態に関する検出範囲を制御するための時間値よりも20～100倍大きい。

【0046】

40

少なくとも1つの実施形態に応じて、集積回路の給電状態に関する作動期間を制御するための時間値は、集積回路の給電状態に関する検出範囲を制御するための時間値よりも約2,000倍大きい。少なくとも1つの実施形態に応じて、集積回路の給電状態に関する作動期間を制御するための時間値は、集積回路の給電状態に関する検出範囲を制御するための時間値よりも500～10,000倍大きい。

【0047】

少なくとも1つの実施形態に応じて、2つのモード、すなわち、(非給電過渡ストレス事象のための)正規オン/オフ・スタイル・トリガ・モードおよび(給電過渡ストレス事象のための)比例調整モードにおいて動作することができるESDTCが提供される。そのようなESDTCは、別個の電圧基準回路(Vref)を必要としない。2つの動

50

作モード（非給電対給電）を達成するのに、過渡ESDトリガ回路内の検出RC時間値の切り替えが利用される。給電動作モードは、過渡電圧増大に比例的に应答し、電圧レール上の供給電圧を損なうことを回避し、システムの意図しないリセットが引き起こされるのを回避することを可能にする。

【0048】

少なくとも1つの実施形態に応じて、I/Oパッドレイアウト面積要件がより小さいことに起因して、ダイサイズ低減が達成されることができ。少なくとも1つの実施形態に応じて、CMOS半導体製品について、過渡電磁波耐性性能の改善をもたらすことができる。

【0049】

少なくとも1つの実施形態に応じて、集積回路において過渡電圧増大を検出するためのトリガ回路は、耐電圧回路設計ライブラリにおいて定義されてもよい。そのような耐電圧回路設計ライブラリは、正電圧レールVDD118を上回る電圧が発生し得る集積回路I/Oピンを実装するために使用されてもよい。

【0050】

少なくとも1つの実施形態に応じて、集積回路において過渡電圧増大を検出するためのトリガ回路は、複数のローカルなトリガ回路を遠隔して配置することを可能にし、複数のローカルなトリガ回路がそれらのトリガ信号を互いに通信するか、または複数のローカルなトリガ回路のうちの他者のトリガ信号を認識するように構成される場合であっても、複数のローカルなトリガ回路の間でトリガ回路が競合することを回避する。

【0051】

少なくとも1つの実施形態に応じて、方法は、集積回路上の過渡電圧増大を検出することと、過渡電圧増大を制限するためにクランプデバイスの導電状態を制御することを含む。検出することおよび制御することのうちの少なくとも一方は、第1の時間値および第2の時間値に依存する。第1の時間値は集積回路の非給電状態に適用可能であり、第2の時間値は集積回路の給電状態に適用可能である。第1の時間値および第2の時間値は共通の容量性素子の容量値に応じて決まる。少なくとも1つの実施形態に応じて、検出することは第1の時間値および第2の時間値に依存し、検出することは、過渡電圧増大の速度が検出範囲内にあることに应答して行われ、検出範囲は集積回路の非給電状態については第1の時間値に応じて決まり、集積回路の給電状態については第2の時間値に応じて決まる。少なくとも1つの実施形態に応じて、制御することは第1の時間値および第2の時間値に依存し、制御することはアクティブ期間にわたって行われ、アクティブ期間は集積回路の非給電状態については第1の時間値に応じて決まり、集積回路の給電状態については第2の時間値に応じて決まる。少なくとも1つの実施形態に応じて、方法は、集積回路の非給電状態および給電状態に应答する信号に基づいて第1の時間値と第2の時間値との間で選択することをさらに含む。少なくとも1つの実施形態に応じて、過渡電圧増大を制限するためにクランプデバイスの導電状態を制御することは、給電状態の以前から存在している電圧に対する過渡電圧増大に比例して、給電状態における過渡電圧増大に应答することを含む。少なくとも1つの実施形態に応じて、方法は、過渡電圧増大の検出に应答してトリガ信号を提供することと、トリガ信号を増幅することとをさらに含む。少なくとも1つの実施形態に応じて、トリガ信号を増幅することは、トリガ信号を反転することを含む。少なくとも1つの実施形態に応じて、検出することは第1の時間値および第2の時間値に依存し、制御することは第3の時間値および第4の時間値に依存し、第3の時間値および第4の時間値は共通の容量性素子の容量値に応じて決まる。少なくとも1つの実施形態に応じて、検出することは、過渡電圧増大の速度が検出範囲内にあることに应答して行われ、検出範囲は集積回路の非給電状態については第1の時間値に応じて決まり、集積回路の給電状態については第2の時間値に応じて決まり、制御することはアクティブ期間にわたって行われ、アクティブ期間は集積回路の非給電状態については第3の時間値に応じて決まり、集積回路の給電状態については第4の時間値に応じて決まる。少なくとも1つの実施形態に応じて、第1の時間値は第2の時間値に等しくない。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 2 】

少なくとも1つの実施形態に応じて、集積回路は、クランプデバイスと、集積回路上の過渡電圧増大を検出するためのトリガ回路とを備える。トリガ回路は、過渡電圧増大を制限するためにクランプデバイスの導電状態を制御する。トリガ回路は、或る容量値を有する共通の容量性素子を備える。第1の時間値および第2の時間値は共通の容量性素子の容量値に応じて決まる。第1の時間値は集積回路の非給電状態に適用可能であり、第2の時間値は集積回路の給電状態に適用可能である。第1の時間値および第2の時間値は、その範疇にある過渡電圧増大の速度が、トリガ回路をアクティブにする検出範囲、および、クランプデバイスの導電状態の制御のアクティブ期間がそれに応じて決まる「オン」時間から成る群から選択されるトリガ回路パラメータを制御する。少なくとも1つの実施形態に応じて、第1の時間値は集積回路の非給電状態に関する検出範囲を決定し、第2の時間値は集積回路の給電状態に関する検出範囲を決定する。少なくとも1つの実施形態に応じて、トリガ回路は、共通の容量性素子に結合されている入力を有するドライバ回路を備え、ドライバ回路は、入力においてフィルタリングされた信号を検出および増幅し、クランプデバイスの制御端子を駆動するためのトリガ回路出力信号を提供するための1以上のインバータ段を備える。少なくとも1つの実施形態に応じて、トリガ回路はクランプデバイスを、集積回路が非給電状態にあるときはより高い導電性を提供し、集積回路が給電状態にあるときは電圧調整を提供するために制御されたより低い導電性を提供するように制御する。少なくとも1つの実施形態に応じて、トリガ回路は、集積回路の非給電状態の間はより高い導電性のアクティブ期間を決定するための第3の時間値を有し、集積回路の給電状態の間は制御されたより低い導電性のアクティブ期間を決定するための第4の時間値を有し、第3の時間値および第4の時間値は共通の容量性素子の容量値に応じて決まる。

10

20

【 0 0 5 3 】

少なくとも1つの実施形態に応じて、方法は、集積回路の非給電状態については線形時不変(LTI)関数の変数の第1の値、および、集積回路の給電状態については線形時不変(LTI)関数の変数の第2の値を選択することであって、第1の値および第2の値は共通のリアクタンス素子に応じて決まる、選択することと、集積回路上の過渡電圧増大を検出することと、過渡電圧増大を制限するためにクランプデバイスの導電状態を制御することとを含み、検出することおよび制御することのうちの少なくとも一方はLTI関数に依存する。少なくとも1つの実施形態に応じて、検出することはLTI関数に依存し、検出することは、過渡電圧増大の速度が検出範囲内にあることに応答して行われ、検出範囲はLTI関数に応じて決まる。少なくとも1つの実施形態に応じて、制御することはLTI関数に依存し、制御することはアクティブ期間にわたって行われ、アクティブ期間はLTI関数に応じて決まる。少なくとも1つの実施形態に応じて、方法は、集積回路の非給電状態および給電状態に応答する信号を受信することをさらに含み、選択することは、当該信号に基づいてLTI関数の変数の第1の値と第2の値との間で選択することをさらに含む。少なくとも1つの実施形態に応じて、方法は第2の信号を受信することをさらに含み、第2の信号は、当該第2の信号の第1の状態においてはクランプデバイスの導電状態の制御の非作動状態を表し、当該第2の信号の第2の状態においてはクランプデバイスの導電状態の制御の作動状態を表し、LTI関数の変数の第1の値と第2の値との間で選択することは、上記信号および第2の信号に基づいて、集積回路の非給電状態についての検出のためにはLTI関数の変数の第1の値、集積回路の給電状態についての検出のためにはLTI関数の変数の第2の値、集積回路の非給電状態についての制御のためにはLTI関数の変数の第3の値、および、集積回路の給電状態についての制御のためにはLTI関数の変数の第4の値を選択することを含み、第1の値、第2の値、第3の値、および第4の値は共通のリアクタンス素子に応じて決まる。少なくとも1つの実施形態に応じて、信号はパワー・オン・リセット(POR)信号である。少なくとも1つの実施形態に応じて、方法は、クランプデバイスの導電性の制御の非作動状態および作動状態に応答する信号を受信することをさらに含み、選択することは、信号に基づいてLTI関数の変数の第1の値および第2の値を検出または制御のいずれに適用すべきかを選択することを含む。

30

40

50

【 0 0 5 4 】

本明細書において、具体的な実施形態を参照して本発明を説明したが、添付の特許請求の範囲に明記されているような本発明の範囲から逸脱することなくさまざまな改変および変更を為すことができる。従って、本明細書および図面は限定的な意味ではなく例示とみなされるべきであり、すべてのこのような改変が本発明の範囲内に含まれることが意図されている。本明細書において具体的な実施形態に関して記載されているいかなる利益、利点、または問題に対する解決策も、任意のまたはすべての請求項の重要な、必要とされる、または基本的な特徴または要素として解釈されるようには意図されていない。

【 0 0 5 5 】

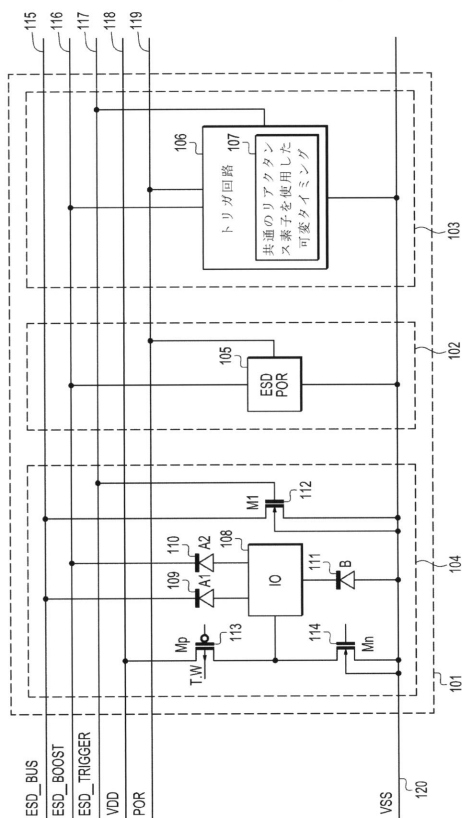
さらに、上述の動作の機能間の境界は例示にすぎないことを当業者は認識しよう。複数の動作の機能を単一の動作に組み合わせてもよく、かつ／または単一の動作の機能を追加の動作に分散させてもよい。その上、代替的な実施形態は、特定の動作の複数のインスタンスを含んでもよく、動作の順序はさまざまな他の実施形態においては変更してもよい。

【 0 0 5 6 】

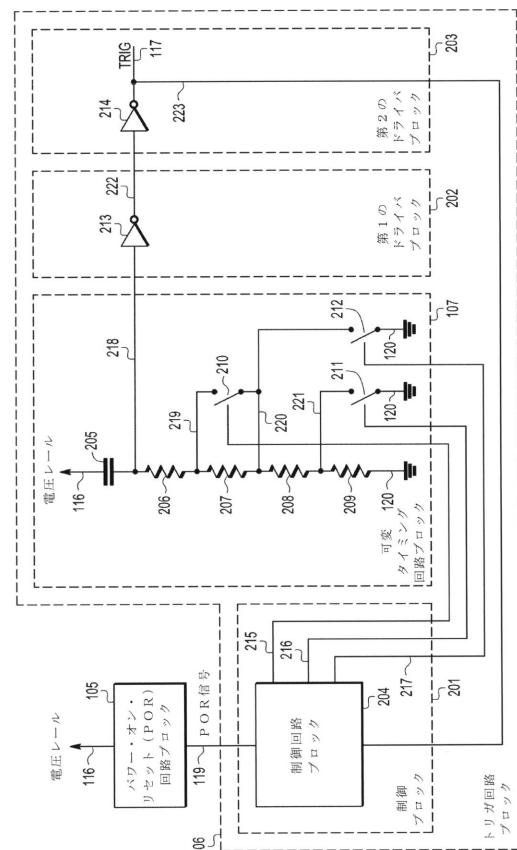
利益、他の利点、および問題に対する解決策が具体的な実施形態に関連して上記で説明された。しかしながら、利益、利点、問題に対する解決策、および、任意の利益、利点、または解決策を発生させまたはより明白にする任意の特徴（複数の場合もあり）は、特許請求項のいずれかまたはすべての決定的な、必要とされる、または必須の特徴であると解釈されるべきではない。

10

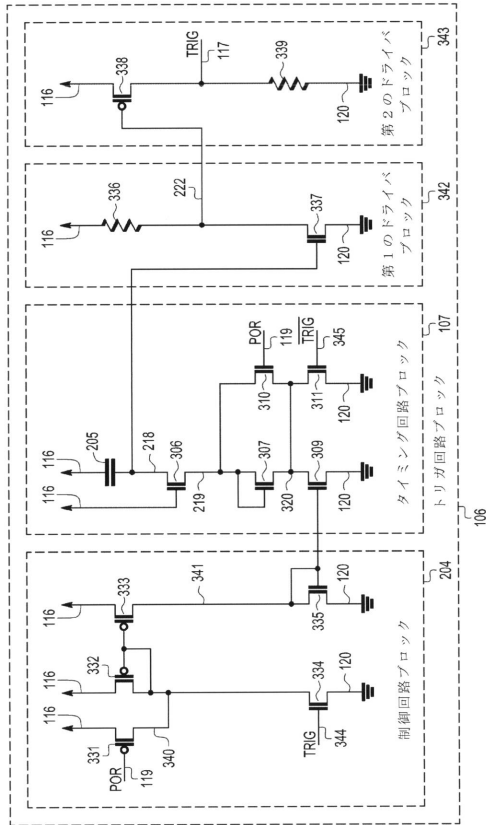
【 図 1 】



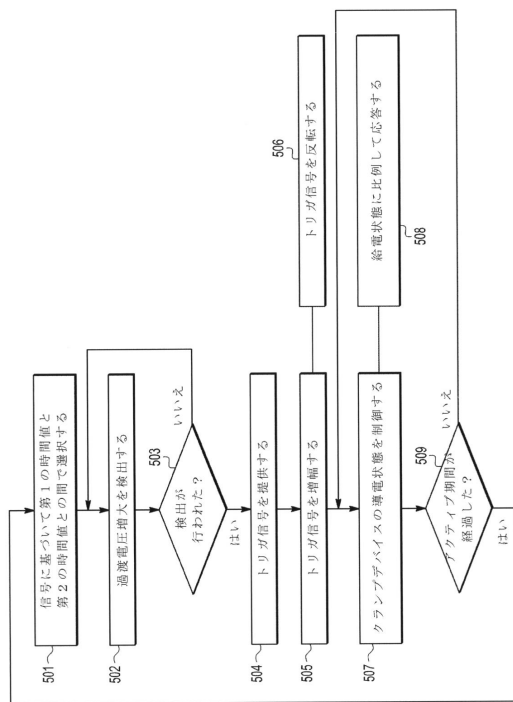
【 図 2 】



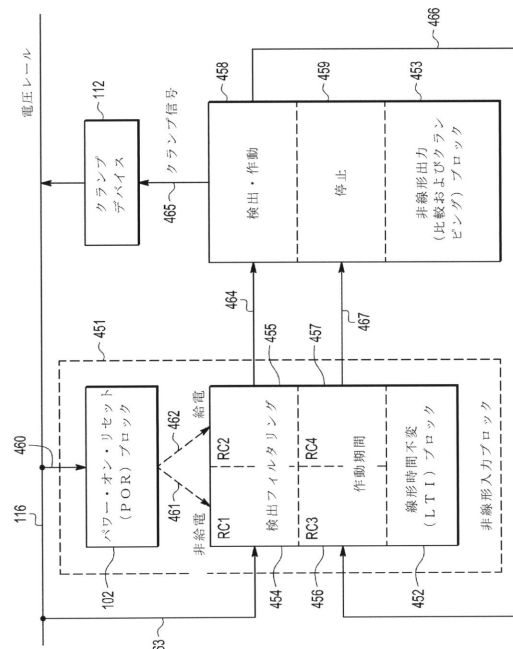
【 図 3 】



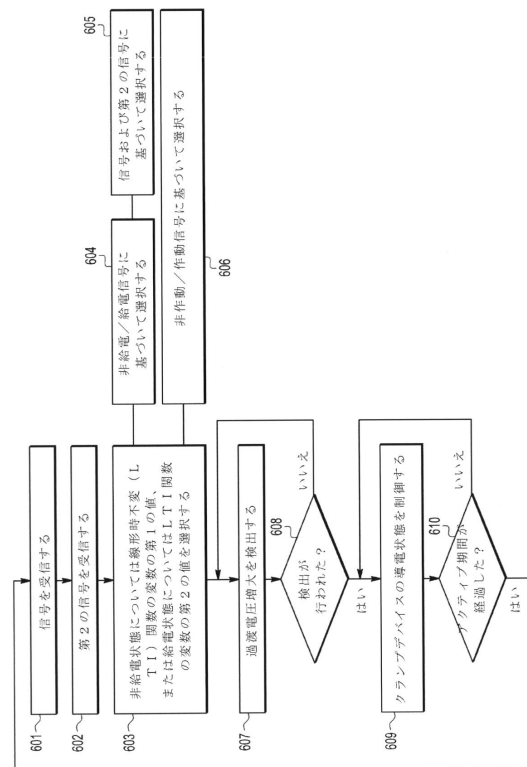
【 図 5 】



【 図 4 】



【 図 6 】



フロントページの続き

(56)参考文献 米国特許出願公開第2008/007882(US,A1)
米国特許出願公開第2011/222196(US,A1)
特表2013-526079(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H03K	19/003
H01L	21/822
H01L	27/04
H03K	19/0175