

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6202842号
(P6202842)

(45) 発行日 平成29年9月27日(2017.9.27)

(24) 登録日 平成29年9月8日(2017.9.8)

(51) Int.Cl.

F I

H03K 19/00 (2006.01)

H03K 19/00 210

H01L 21/822 (2006.01)

H01L 27/04 D

H01L 27/04 (2006.01)

請求項の数 11 (全 20 頁)

(21) 出願番号 特願2013-55577 (P2013-55577)
 (22) 出願日 平成25年3月18日(2013.3.18)
 (65) 公開番号 特開2014-183400 (P2014-183400A)
 (43) 公開日 平成26年9月29日(2014.9.29)
 審査請求日 平成28年3月8日(2016.3.8)

(73) 特許権者 000001007
 キヤノン株式会社
 東京都大田区下丸子3丁目30番2号
 (74) 代理人 100090273
 弁理士 國分 孝悦
 (72) 発明者 加藤 幹雄
 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キ
 ヤノン株式会社内

審査官 及川 尚人

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 半導体集積回路および制御方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

電源制御可能な回路ブロックと、
 前記回路ブロックの動作条件を取得する動作条件取得手段と、
 前記動作条件取得手段により取得された動作条件に応じて、前記回路ブロックが電源復帰する際に必要となる電力情報と前記回路ブロックに電源が供給されている状態で消費する電力情報とを取得する取得手段と、
 前記取得手段により取得された電力情報に基づいて消費電力が小さくなるように前記回路ブロックに電源を供給するか否かを判定する電源制御判定手段と、
 前記電源制御判定手段により判定された結果に基づいて、前記回路ブロックの電源制御を行う電源制御手段と、を有し、
 前記動作条件取得手段は、
前記回路ブロックの半導体の特性のばらつきを示す情報を取得するプロセス情報取得手段と、
前記回路ブロックに供給される電源電圧に関する情報を取得する供給電源電圧情報取得手段と、
前記回路ブロックの温度に関する情報を取得する温度情報取得手段と、を有することを特徴とする半導体集積回路。

【請求項2】

電源制御可能な回路ブロックと、

前記回路ブロックの動作条件を取得する動作条件取得手段と、

前記動作条件取得手段により取得された動作条件に応じて、前記回路ブロックが電源復帰する際に必要となる電力情報と前記回路ブロックに電源が供給されている状態で消費する電力情報とを取得する取得手段と、

前記取得手段により取得された電力情報に基づいて消費電力が小さくなるように前記回路ブロックに電源を供給するか否かを判定する電源制御判定手段と、

前記電源制御判定手段により判定された結果に基づいて、前記回路ブロックの電源制御を行う電源制御手段と、を有し、

前記取得手段は、1つまたは複数のプロセス情報、供給電源電圧情報、温度情報に基づいて前記回路ブロックが電源復帰する際に必要となる電力情報と前記回路ブロックに電源が供給されている状態で消費する電力情報を取得することを特徴とする半導体集積回路。

10

【請求項3】

電源制御可能な回路ブロックと、

前記回路ブロックの動作条件を取得する動作条件取得手段と、

前記動作条件取得手段により取得された動作条件に応じて、前記回路ブロックが電源復帰する際に必要となる電力情報と前記回路ブロックに電源が供給されている状態で消費する電力情報とを取得する取得手段と、

前記取得手段により取得された電力情報に基づいて消費電力が小さくなるように前記回路ブロックに電源を供給するか否かを判定する電源制御判定手段と、

前記電源制御判定手段により判定された結果に基づいて、前記回路ブロックの電源制御を行う電源制御手段と、

20

前記動作条件取得手段により取得された動作条件に基づいて、前記回路ブロックが電源復帰する際に必要となる電力情報と、前記回路ブロックに電源が供給されている状態で消費する電力情報と、を補正する電力情報補正手段と、を有することを特徴とする半導体集積回路。

【請求項4】

前記動作条件取得手段は、

前記回路ブロックを識別する情報を記憶するID情報記憶手段を有することを特徴とする請求項1ないし3の何れか1項に記載の半導体集積回路。

【請求項5】

30

前記取得手段は、前記回路ブロックの動作条件、前記回路ブロックを識別する情報および電力情報を記憶する電力情報記憶手段を有することを特徴とする請求項1ないし3の何れか1項に記載の半導体集積回路。

【請求項6】

前記取得手段は、前記回路ブロックが処理を行わない電源遮断可能な期間に関する情報を取得することを特徴とする請求項1ないし3の何れか1項に記載の半導体集積回路。

【請求項7】

前記取得手段は、前記回路ブロックに電源が供給されている状態で消費する電力情報と前記回路ブロックが処理を行わない電源遮断可能な期間に関する情報とに基づき、前記回路ブロックが処理を行わない電源遮断可能な期間に電源を供給した際に生じる消費電力を取得することを特徴とする請求項1ないし3の何れか1項に記載の半導体集積回路。

40

【請求項8】

前記電源制御判定手段は、前記回路ブロックが処理を行わない電源遮断可能な期間に電源を供給した際に生じる消費電力と、前記回路ブロックが電源復帰する際に必要となる電力情報とに基づいて、前記回路ブロックに電源を供給するか否かを判定することを特徴とする請求項1ないし3の何れか1項に記載の半導体集積回路。

【請求項9】

電源制御可能な回路ブロックを有する半導体集積回路の制御方法であって、

前記回路ブロックの動作条件を取得する動作条件取得ステップと、

前記動作条件取得ステップにより取得された動作条件に応じて、前記回路ブロックが電

50

源復帰する際に必要となる電力情報と前記回路ブロックに電源が供給されている状態で消費する電力情報とを取得する取得ステップと、

前記取得ステップにより取得された電力情報に基づいて消費電力が小さくなるように前記回路ブロックに電源を供給するか否かを判定する電源制御判定ステップと、

前記電源制御判定ステップにより判定された結果に基づいて、前記回路ブロックの電源制御を行う電源制御ステップと、を有し、

前記動作条件取得ステップでは、

前記回路ブロックの半導体の特性のばらつきを示す情報を取得するプロセス情報取得ステップと、

前記回路ブロックに供給される電源電圧に関する情報を取得する供給電源電圧情報取得ステップと、

前記回路ブロックの温度に関する情報を取得する温度情報取得ステップと、を有することを特徴とする制御方法。

【請求項 10】

電源制御可能な回路ブロックを有する半導体集積回路の制御方法であって、

前記回路ブロックの動作条件を取得する動作条件取得ステップと、

前記動作条件取得ステップにより取得された動作条件に応じて、前記回路ブロックが電源復帰する際に必要となる電力情報と前記回路ブロックに電源が供給されている状態で消費する電力情報とを取得する取得ステップと、

前記取得ステップにより取得された電力情報に基づいて消費電力が小さくなるように前記回路ブロックに電源を供給するか否かを判定する電源制御判定ステップと、

前記電源制御判定ステップにより判定された結果に基づいて、前記回路ブロックの電源制御を行う電源制御ステップと、を有し、

前記取得ステップでは、1つまたは複数のプロセス情報、供給電源電圧情報、温度情報に基づいて前記回路ブロックが電源復帰する際に必要となる電力情報と前記回路ブロックに電源が供給されている状態で消費する電力情報を取得することを特徴とする制御方法。

【請求項 11】

電源制御可能な回路ブロックを有する半導体集積回路の制御方法であって、

前記回路ブロックの動作条件を取得する動作条件取得ステップと、

前記動作条件取得ステップにより取得された動作条件に応じて、前記回路ブロックが電源復帰する際に必要となる電力情報と前記回路ブロックに電源が供給されている状態で消費する電力情報とを取得する取得ステップと、

前記取得ステップにより取得された電力情報に基づいて消費電力が小さくなるように前記回路ブロックに電源を供給するか否かを判定する電源制御判定ステップと、

前記電源制御判定ステップにより判定された結果に基づいて、前記回路ブロックの電源制御を行う電源制御ステップと、

前記動作条件取得ステップにより取得された動作条件に基づいて、前記回路ブロックが電源復帰する際に必要となる電力情報と、前記回路ブロックに電源が供給されている状態で消費する電力情報と、を補正する電力情報補正ステップと、を有することを特徴とする制御方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、半導体集積回路および制御方法に関するものである。

【背景技術】

【0002】

近年の半導体集積回路の規模の増大に伴い、回路が消費する電力も増加している。回路が消費する電力としては、ダイナミック電力とスタティック電力とが存在する。ダイナミック電力は、信号の変化でトランジスタが動作して流れる電流によって生じる電力である。ダイナミック電力は、信号変化の総数を抑えることで削減可能であり、電力削減の対策

10

20

30

40

50

として該当回路の不要な期間のクロックの供給を遮断するクロックゲーティング技術が広く用いられている。一方、スタティック電力は、トランジスタの信号変化がない場合でもトランジスタに電流が流れてしまうリーク電流によって生じる電力（以下、リーク電力）である。このリーク電流を削減するにはトランジスタに供給する電源電圧を小さく制限するか、遮断してしまう方法が有効である。このためリーク電流の削減を目的とした電源遮断技術が一般に広く用いられるようになっている。

【 0 0 0 3 】

ここで、チップ内全域のトランジスタへ電力供給を行う電源配線をグローバル電源配線といい、グローバル電源配線の中で一部の回路ブロックのトランジスタへ電源を供給している電源配線部分をローカル電源配線というものとする。電源遮断技術とは、電源遮断の
10
対象となる回路ブロックのローカル電源配線とグローバル電源配線との間に、トランジスタなどで構成された電源スイッチを接続して電氣的に分離可能にし、必要に応じてスイッチを切り替えて電源の供給と遮断を制御する技術である。電源が遮断された回路ブロックではリーク電流が流れなくなり、リーク電力の削減が可能となる。

【 0 0 0 4 】

電源遮断の対象となる回路ブロックでは、一旦電源が遮断されるとブロック内の容量に蓄積されていた電荷は時間と共に放電して減少し、なくなってしまう。そのため、電源遮断を行った後、再び回路動作させるためには、回路ブロック内の容量に再び電荷を蓄積する必要がある。このとき、回路ブロックが持っている容量の分だけ電荷を供給する必要があり、このときに電力を消費することになる。この電荷を供給することをチャージといい
20
、チャージで生じる電力をチャージ電力という。したがって、電源遮断中はリーク電力が発生しないが、電源遮断した回路ブロックを一回復帰させるたびにチャージ電力が発生してしまう。

【 0 0 0 5 】

電源遮断の対象となる回路ブロックの数に比例して単位時間当たりの復帰の回数も増える。したがって、電源遮断の対象となる回路ブロックが増えれば、リーク電力の削減率に比べチャージ電力による電力の増加率が無視できないほど増加し、電源遮断技術による電力削減効果が少なくなってしまう。

【 0 0 0 6 】

このような問題点に対して、例えば特許文献 1 には、電源遮断の要求に対して、電源遮断制御を行う回路のリーク電力がチャージ電力を超えるタイミングを判断し、適切な電源遮断制御のタイミングを決定する技術が開示されている。このタイミングの判断は、電源遮断制御を行う回路の内部容量を模した容量部とリーク電流を模した電流源を別途設けることで実現している。電源遮断の要求される期間中に、電流源によって容量部にかかる電圧が所望の電圧値まで上昇したタイミングを電源遮断すべきタイミングとして、電源遮断制御をしている。
30

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 0 7 】

【 特許文献 1 】 特開 2 0 0 8 - 7 2 5 6 6 号公報
40

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 8 】

しかしながら、特許文献 1 のように、タイミングモニタ回路が被制御回路とは別に設けられた場合、被制御回路とタイミングモニタ回路とで回路構成や配線、配置などが異なってしまう。そのため、タイミングモニタ回路が被制御回路と同等の特性を実現するのは困難であり、結果として、特性が異なる回路を用いることになり、実際に制御される電源遮断のタイミングが、適切な電源遮断のタイミングからずれるおそれが生じる。

【 0 0 0 9 】

本発明は、上述したような問題点に鑑みてなされたものであり、適切なタイミングで電
50

源遮断の制御を行うことができるようにする。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 0 】

本発明の半導体集積回路は、電源制御可能な回路ブロックと、前記回路ブロックの動作条件を取得する動作条件取得手段と、前記動作条件取得手段により取得された動作条件に応じて、前記回路ブロックが電源復帰する際に必要となる電力情報と前記回路ブロックに電源が供給されている状態で消費する電力情報とを取得する取得手段と、前記取得手段により取得された電力情報に基づいて消費電力が小さくなるように前記回路ブロックに電源を供給するか否かを判定する電源制御判定手段と、前記電源制御判定手段により判定された結果に基づいて、前記回路ブロックの電源制御を行う電源制御手段と、を有し、前記動作条件取得手段は、前記回路ブロックの半導体の特性のばらつきを示す情報を取得するプロセス情報取得手段と、前記回路ブロックに供給される電源電圧に関する情報を取得する供給電源電圧情報取得手段と、前記回路ブロックの温度に関する情報を取得する温度情報取得手段と、を有することを特徴とする。

10

【発明の効果】

【 0 0 1 1 】

本発明によれば、適切なタイミングで電源遮断の制御を行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 2 】

【図 1】第 1 の実施形態の半導体集積回路の構成例を示すブロック図である。

20

【図 2】動作条件取得部の構成例を示す図である。

【図 3】チャージ電力情報のテーブルの一例を示す図である。

【図 4】単位時間当たりのリーク電力情報のテーブルの一例を示す図である。

【図 5】チャージ電力情報の取得の動作を示すフローチャートである。

【図 6】アイドル期間当たりのリーク電力情報の取得の動作を示すフローチャートである。

【図 7】アイドル期間の一例を示す図である。

【図 8】第 2 の実施形態の半導体集積回路の構成例を示すブロック図である。

【図 9】チャージ電力情報の算出の動作を示すフローチャートである。

【図 10】アイドル期間当たりのリーク電力情報の取得の動作を示すフローチャートである。

30

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 3 】

以下、本発明の好適な実施形態について図面を参照して説明する。

(第 1 の実施形態)

< 構成例 >

図 1 は、本実施形態の半導体集積回路 100 の構成例を示すブロック図である。

半導体集積回路 100 は、電源制御可能な回路ブロック 101、動作条件取得部 102、電力情報算出部 103、電源制御判定部 104、電源制御部 105 を有している。また、半導体集積回路 100 は、アイドル期間取得部 106 および電力情報テーブル 107 を有している。

40

【 0 0 1 4 】

動作条件取得部 102 は、回路ブロック 101 の供給電源電圧情報、温度情報、プロセス情報および、回路ブロック 101 の ID 情報を取得し、電力情報算出部 103 に出力する。

供給電源電圧情報とは、回路ブロック 101 に供給される電源電圧に関する情報、具体的には電圧値である。また、プロセス情報とは、プロセス毎のトランジスタの特性のばらつきを示す情報、具体的にはプロセス毎にトランジスタが有する基準値からのばらつきを示す情報である。また、ID 情報とは、電源制御の対象となる回路ブロック毎に割り当てられ、回路ブロック 101 を識別するための情報である。プロセス情報、供給電源電圧情

50

報および温度情報は、回路ブロック101の動作条件であり、以下では合わせてPVT (Process、Voltage、Temperature) 情報というものとする。

【0015】

図2は、動作条件取得部102の構成例を示す図である。図2に示すように、動作条件取得部102は、プロセス情報取得部201と、供給電源電圧情報取得部202と、温度情報取得部203と、ID情報記憶部204とを有している。

プロセス情報取得部201は、例えば、リングオシレータと基準クロック生成部とカウンタとにより実現可能である。供給電源電圧情報取得部202は、例えば、電圧計で実現可能である。温度情報取得部203は、例えば、温度センサで実現可能である。ID情報記憶部204は、例えばメモリにより実現可能である。

10

【0016】

アイドル期間取得部106は、回路ブロック101のアイドル期間情報を取得し、取得したアイドル期間情報を格納し、電力情報算出部103に出力する。アイドル期間情報には、例えば、回路ブロック101が処理を行わないアイドル状態である期間の時間情報が含まれている。なお、本実施形態では、アイドル状態で生じる電流は、リーク電流のみとして説明する。

【0017】

電力情報テーブル107には、例えば、回路ブロック101の電力情報として、チャージ電力情報と単位時間あたりに生じるリーク電力情報が格納されている。

チャージ電力情報は、図3に示すような回路ブロック101のPVT情報に応じたチャージ電力値を持ち、 $id_1 \sim id_N$ のような回路ブロック101のID情報毎に対応付けられている。なお、Nは1以上の自然数である。

20

【0018】

また、チャージ電力情報の構成は、供給電源電圧情報と温度情報による二次元配列の情報が、プロセス情報毎に用意されている。プロセス情報は、例えば、リングオシレータの出力の周期が、実機と設計値との間で生じる差分を示したものであり、 $PR1, PR2, \dots, PRM$ という形式で用意される。なお、Mは1以上の自然数である。また、各プロセス情報の値は、 $PR1 < PR2 < \dots < PRM$ となるように用意されているものとする。

【0019】

単位時間あたりに生じるリーク電力情報は、図4に示すような回路ブロック101のPVT情報に応じた単位時間あたりのリーク電力値を持ち、 $id_1 \sim id_N$ のような回路ブロック101のID情報毎に対応付けられている。なお、Nは1以上の自然数である。

30

【0020】

また、リーク電力情報の構成は、供給電源電圧情報と温度情報による二次元配列の情報が、プロセス情報毎に用意されている。プロセス情報は、例えば、リングオシレータの出力の周期が、実機と設計値との間で生じる差分を示したものであり、 $PR1, PR2, \dots, PRM$ という形式で用意される。また、各プロセス情報の値は、 $PR1 < PR2 < \dots < PRM$ となるように用意されているものとする。

40

【0021】

なお、本実施形態における電力情報テーブル107に格納されるPVT情報の格納形式は、これに限定されるものではなく、例えば、半導体集積回路毎にプロセス情報が一種類のみであっても構わない。

【0022】

電力情報算出部103には、PVT情報と、アイドル期間情報と、電力情報テーブル107に格納されている電力情報が入力される。これらの入力により、電力情報算出部103は、PVT情報に基づいてチャージ電力情報を取得すると共に、PVT情報に基づいてアイドル期間に生じるリーク電力情報を取得する。電力情報算出部103は取得したチャージ電力情報およびリーク電力情報を電源制御判定部104に出力する。

50

【 0 0 2 3 】

また、電力情報算出部 1 0 3 は、取得した P V T 情報や I D 情報、取得した電力情報を格納するための電力情報記憶部 1 1 1 を有する。電力情報記憶部 1 1 1 は、チャージ電力およびリーク電力に関する書き込み完了フラグおよびアイドル期間情報を格納する領域を備えている。

電力情報算出部 1 0 3 は、電力情報記憶部 1 1 1 に必要な情報を格納した際に、書き込み完了フラグのビットを 1 とする。以降、この処理を「 1 値を与えている」というものとする。

また、電力情報算出部 1 0 3 は、チャージ電力情報およびアイドル期間に生じるリーク電力情報を電源制御判定部 1 0 4 に出力した際に、書き込み完了フラグのビットを 0 とする。以降、この処理を「 0 値を与えている」というものとする。

10

【 0 0 2 4 】

電源制御判定部 1 0 4 は、電力情報算出部 1 0 3 から出力されたチャージ電力情報とアイドル期間に生じるリーク電力情報に基づいて回路ブロック 1 0 1 の消費電力が小さくなるように回路ブロック 1 0 1 に電源を供給するか否かを判定する。ここでは、電源制御判定部 1 0 4 は、チャージ電力情報とリーク電力情報に基づいて、電源遮断の命令があった場合に実行を許可するか否かを示す電源制御判定信号を電源制御部 1 0 5 に出力する。

【 0 0 2 5 】

電源制御部 1 0 5 は、電源制御判定部 1 0 4 により判定された結果に基づいて、回路ブロック 1 0 1 の電源制御を行う。ここでは、電源制御部 1 0 5 は、電源制御判定信号と電源制御要求信号とを入力とし、電源制御信号を出力する。なお、電源制御要求信号は、回路ブロック 1 0 1 の電源遮断を実施する命令が含まれており、例えば、回路ブロック 1 0 1 の処理に応じて C P U から出力される信号である。また、電源制御信号には、回路ブロック 1 0 1 の電源スイッチ 1 0 8 を導通または切断させる信号が含まれている。

20

【 0 0 2 6 】

回路ブロック 1 0 1 への電源の供給は、グローバル電源配線 1 0 9 から行われる。回路ブロック 1 0 1 は、ローカル電源配線 1 1 0 が接続されており、ローカル電源配線 1 1 0 とグローバル電源配線 1 0 9 との間には少なくとも一つ以上の電源スイッチ 1 0 8 が接続されている。

電源スイッチ 1 0 8 は、例えば、 P M O S トランジスタで構成されており、 P M O S トランジスタのソース端子がグローバル電源配線 1 0 9 に、ドレイン端子がローカル電源配線 1 1 0 に接続されている。

30

【 0 0 2 7 】

< 動作例 >

次に、上述したように構成される半導体集積回路 1 0 0 の動作例について説明する。

動作条件取得部 1 0 2 では、回路ブロック 1 0 1 に関する P V T 情報を取得する。

なお、 P V T 情報の取得は、以下のように行う。

プロセス情報は、例えば、動作条件取得部 1 0 2 のプロセス情報取得部 2 0 1 が有するリングオシレータと基準クロック生成部とカウンタとを用いて取得する。具体的には、リングオシレータを用いて遅延時間を示す周期的な信号を生成し、生成した信号の周期よりも速い基準クロックを用いて、リングオシレータが生成する信号の周期が基準クロックの何倍であるかをカウントすることで、遅延時間のずれを検知する。この遅延時間のずれを用いて、トランジスタの伝搬遅延時間を検出し、検出した伝搬遅延時間をプロセス情報として取得する。

40

なお、プロセス情報取得部 2 0 1 は、上述した手段によって取得する場合に限られない。例えば、プロセス情報取得部 2 0 1 にメモリを持たせ、メモリに半導体集積回路 1 0 0 の製造時に取得可能なプロセス情報を予め記憶させておくことによりプロセス情報を取得してもよい。

【 0 0 2 8 】

供給電源電圧情報は、例えば、動作条件取得部 1 0 2 の供給電源電圧情報取得部 2 0 2

50

が有する電圧計を用いて取得する。回路ブロック 101 へ電源を供給するローカル電源配線 110 と、接地されている配線との間に生じる電位差を電圧計で測定することにより、その回路ブロックの供給電源電圧情報を取得することができる。

温度情報は、例えば、動作条件取得部 102 の温度情報取得部 203 が有する温度センサで回路ブロック 101 の温度を測定することによって取得することができる。

また、回路ブロック単位に割り当てられた ID 情報も、例えば、動作条件取得部 102 が有する ID 情報記憶部 204 に予め格納しておくことができる。

【0029】

なお、動作条件取得部 102 が PVT 情報を取得する場合、周辺に配置される他ブロックからの影響が最小となるように取得する。そのために、例えば、動作条件取得部 102 を、回路ブロック 101 の中心部に配置することで、周辺に配置される他ブロックの影響の偏りが抑制された PVT 情報を取得することができる。

動作条件取得部 102 は、取得した PVT 情報と ID 情報を電力情報算出部 103 に出力する。

【0030】

電力情報算出部 103 は、PVT 情報に応じたチャージ電力情報とアイドル期間に生じるリーク電力情報とを算出することで、取得する。

ここでは、まず、電力情報算出部 103 がチャージ電力情報を算出する処理について図 5 を参照して説明する。

ステップ S501 では、電力情報算出部 103 は、電力情報記憶部 111 の書き込み完了フラグが 1 値であるかを判定する。書き込み完了フラグが 1 値でない場合には、ステップ S502 ~ ステップ S506 を実行する。

【0031】

ステップ S502 では、電力情報算出部 103 は、動作条件取得部 102 から出力されたプロセス情報を電力情報記憶部 111 に格納する。本実施形態では、このとき取得したプロセス情報を PRx とする。

ステップ S503 では、電力情報算出部 103 は、動作条件取得部 102 から出力された供給電源電圧情報を電力情報記憶部 111 に格納する。

【0032】

ステップ S504 では、電力情報算出部 103 は、動作条件取得部 102 から出力された温度情報を電力情報記憶部 111 に格納する。

ステップ S505 では、電力情報算出部 103 は、取得した ID 情報を電力情報記憶部 111 に格納する。

ステップ S506 では、電力情報算出部 103 は、書き込み完了フラグを 1 値にする。

【0033】

一方、ステップ S501 において、書き込み完了フラグが 1 値である場合は、ステップ S507、ステップ S508 を実行する。

ステップ S507 では、電力情報算出部 103 は、PVT 情報に応じたチャージ電力情報を算出する。

具体的には、まず、電力情報算出部 103 は、電力情報記憶部 111 に格納されている PVT 情報を、電力情報テーブル 107 に示される形式に変換する。ここで、電力情報テーブル 107 には、図 3 に示すように、プロセス情報が PR1、PR2、・・・、PRM と記載されている。本実施形態では、例えば、ステップ S502 で取得したプロセス情報 PRx が、 $PR1 < PRx < PR2$ の関係である場合を想定する。

【0034】

電力情報テーブル 107 に記載されるプロセス情報 PR1、PR2 は離散的な数値情報であるため、 $|PRx - PR1| < |PR2 - PRx|$ である場合は格納されているプロセス情報 PRx をプロセス情報 PR1 の数値に変換する。また、 $|PRx - PR1| > |PR2 - PRx|$ である場合は格納されているプロセス情報 PRx をプロセス情報 PR2 の数値に変換する。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 5 】

また、図 3 に示す電力情報テーブル 1 0 7 では、供給電源電圧情報が小数第一位までの形式で記載され、温度情報は整数の形式で記載されている。

このときの変換は、例えば、電力情報記憶部 1 1 1 に格納された供給電源電圧情報の値が 0 . 9 4 V である場合、電力情報テーブル 1 0 7 の形式が小数第一位であるため、小数第二位を四捨五入して、格納されている供給電源電圧情報を 0 . 9 V に変換する。

同様に、電力情報記憶部 1 1 1 に格納された温度情報の値が、4 7 . 8 である場合、電力情報テーブル 1 0 7 の形式が整数であるため、小数第一位を四捨五入して、格納されている温度情報を 4 8 に変換する。

ただし、P V T 情報の変換手段は、上述したような方法に限定されない。

10

【 0 0 3 6 】

電力情報算出部 1 0 3 は、変換した P V T 情報および I D 情報に基づいて回路ブロック 1 0 1 のチャージ電力情報を電力情報テーブル 1 0 7 から算出する。例えば、電力情報記憶部 1 1 1 に格納されている P V T 情報および I D 情報が、P R 1、0 . 9 V、4 8 、i d _ 1 であった場合、図 3 に示す電力情報テーブルからチャージ電力情報が 2 5 . 2 9 n W として算出される。

【 0 0 3 7 】

ステップ S 5 0 8 では、電力情報算出部 1 0 3 は、算出したチャージ電力情報を電力情報記憶部 1 1 1 に格納する。

以上のような処理によって、回路ブロック 1 0 1 が電源復帰する際に必要となるチャージ電力情報を算出することができる。

20

【 0 0 3 8 】

次に、電力情報算出部 1 0 3 がアイドル期間のリーク電力情報を算出する処理について図 6 を参照して説明する。

ステップ S 6 0 1 では、電力情報算出部 1 0 3 は、電力情報記憶部 1 1 1 の書き込み完了フラグが 1 値であるかを判定する。書き込み完了フラグが 1 値でない場合には、ステップ S 6 0 2 ~ ステップ S 6 0 6 を実行する。

【 0 0 3 9 】

ステップ S 6 0 2 では、電力情報算出部 1 0 3 は、動作条件取得部 1 0 2 から出力されたプロセス情報を電力情報記憶部 1 1 1 に格納する。

30

ステップ S 6 0 3 では、電力情報算出部 1 0 3 は、動作条件取得部 1 0 2 から出力された供給電源電圧情報を電力情報記憶部 1 1 1 に格納する。

【 0 0 4 0 】

ステップ S 6 0 4 では、電力情報算出部 1 0 3 は、動作条件取得部 1 0 2 から出力された温度情報を電力情報記憶部 1 1 1 に格納する。

ステップ S 6 0 5 では、電力情報算出部 1 0 3 は、取得した I D 情報を電力情報記憶部 1 1 1 に格納する。

ステップ S 6 0 6 では、電力情報算出部 1 0 3 は、書き込み完了フラグを 1 値にする。

【 0 0 4 1 】

一方、ステップ S 6 0 1 において、書き込み完了フラグが 1 値である場合は、ステップ S 6 0 7、ステップ S 6 0 8 を実行する。

40

ステップ S 6 0 7 では、電力情報算出部 1 0 3 は、P V T 情報に応じたアイドル期間に生じるリーク電力情報を算出する。

具体的には、まず、電力情報算出部 1 0 3 は、電力情報記憶部 1 1 1 に格納されている P V T 情報を、電力情報テーブル 1 0 7 に示される形式に変換する。変換の方法については、上述したチャージ電力情報を算出する場合と同様であるため、その説明を省略する。

【 0 0 4 2 】

電力情報算出部 1 0 3 は、変換した P V T 情報および I D 情報に基づいて電力情報テーブル 1 0 7 に格納されている回路ブロック 1 0 1 の単位時間当たりのリーク電力情報を取得する。なお、単位時間当たりのリーク電力情報の取得は、チャージ電力情報と同様であ

50

り、その説明を省略する。

【 0 0 4 3 】

加えて、電力情報算出部 1 0 3 は、アイドル期間取得部 1 0 6 から、回路ブロック 1 0 1 が処理を行わない電源遮断可能なアイドル期間情報を取得し、電力情報記憶部 1 1 1 に格納する。ここで、アイドル期間取得部 1 0 6 がアイドル期間情報を取得する処理について説明する。

例えば、回路ブロック 1 0 1 が画像処理 I P のようなブロックである場合、回路ブロック 1 0 1 の動作は、処理対象の画像に応じた特定の周期性を有する動作となる。したがって、アイドル期間取得部 1 0 6 は、この周期性から、水平方向・垂直方向の各処理動作の同期のために生じる、回路ブロック 1 0 1 が動作しない期間をアイドル期間として予め取得することが可能である。

10

【 0 0 4 4 】

具体的には、図 7 に示すように水平・垂直方向の 1 回の処理に対して、周期的な処理の開始と終了のタイミングは予め決まっている。したがって、水平同期、垂直同期の周期的なタイミングや長さは、処理する映像信号や画角から取得することが可能である。なお、図 7 では、h a が水平同期で生じるアイドル期間を示し、v a は垂直同期で生じるアイドル期間を示している。

【 0 0 4 5 】

また、アイドル期間取得部 1 0 6 は、複数回の回路ブロックの処理動作で生じるアイドル期間やコンフィグレーション情報に基づいて、アイドル期間の発生タイミングのプロファイル情報を取得し、一連のアイドル期間の発生タイミングと長さを取得してもよい。

20

そのため、例えば、電力情報算出部 1 0 3 が回路ブロック 1 0 1 から処理の終了時に通知信号を受けるか、もしくは処理のライン数をカウンタで数えることによって、実際の回路ブロック 1 0 1 のアイドル期間の開始タイミングを把握することができる。

【 0 0 4 6 】

電力情報算出部 1 0 3 は、アイドル期間取得部 1 0 6 からアイドル期間情報を取得し、電力情報記憶部 1 1 1 に格納する。電力情報算出部 1 0 3 は、単位時間当たりのリーク電力情報とアイドル期間情報とに基づいてアイドル期間で生じるリーク電力情報を算出する。アイドル期間で生じるリーク電力情報は、単位時間当たりのリーク電力情報とアイドル期間情報を乗算することによって算出することができる。

30

【 0 0 4 7 】

ステップ S 6 0 8 では、電力情報算出部 1 0 3 は、算出したアイドル期間で生じるリーク電力情報を電力情報記憶部 1 1 1 に格納する。

以上のような処理によって、アイドル期間に電源を供給した際に生じるリーク電力情報の算出することができる。

【 0 0 4 8 】

電力情報算出部 1 0 3 は、算出したチャージ電力情報およびアイドル期間で生じるリーク電力情報を電力情報記憶部 1 1 1 に格納し、格納した電力情報を電源制御判定部 1 0 4 に出力する。なお、電力情報算出部 1 0 3 は、チャージ電力情報およびアイドル期間で生じるリーク電力情報を電力情報記憶部 1 1 1 に格納したときに、書き込み完了フラグを 0 値にする。

40

【 0 0 4 9 】

電源制御判定部 1 0 4 は、電源制御対象となる回路ブロック 1 0 1 のチャージ電力情報とアイドル期間で生じるリーク電力情報とに基づいて、電源遮断制御を行った場合と行わない場合とでどちらの消費電力が小さくなるかを判定し、電源制御判定信号を出力する。具体的には、例えば、電源制御判定部 1 0 4 が比較器を有し、非反転入力側にチャージ電力情報を、反転入力側にアイドル期間で生じるリーク電力情報を入力する。電源制御判定部 1 0 4 は、比較器により二つの入力の比較を行い、比較結果が正となる場合には電源供給を実施させる電源制御判定信号を出力し、比較結果が負となる場合には電源遮断を実施させる電源制御判定信号を出力する。

50

【 0 0 5 0 】

電源制御部 1 0 5 は、電源制御判定部 1 0 4 から出力された電源制御判定信号と、回路ブロック 1 0 1 が処理動作をしない期間に電源遮断の要求を示す電源制御要求信号とを入力として、電源制御信号の出力を行う。

電源制御判定信号が電源遮断を実施させる信号の場合で且つ、電源制御要求信号が電源遮断を要求する信号であった場合には、電源制御部 1 0 5 は回路ブロック 1 0 1 の電源を遮断する電源制御信号を出力する。

電源制御判定信号が電源供給を実施させる信号の場合で且つ、電源制御要求信号が電源遮断を要求する信号であった場合は、電源制御部 1 0 5 は回路ブロック 1 0 1 の電源を供給する電源制御信号を出力する。

10

電源制御判定信号が電源遮断を実施させる信号の場合で且つ、電源制御要求信号が電源復帰を要求する信号であった場合は、電源制御部 1 0 5 は回路ブロック 1 0 1 の電源を供給する電源制御信号を出力する。

電源制御判定信号が電源供給を実施させる信号の場合で且つ、電源制御要求信号が電源復帰を要求する信号であった場合は、電源制御部 1 0 5 は回路ブロック 1 0 1 の電源を供給する電源制御信号を出力する。

【 0 0 5 1 】

電源スイッチ 1 0 8 は、電源制御部 1 0 5 から出力される電源制御信号に基づいて動作する。

電源制御信号が電源を遮断する信号であれば、電源スイッチ 1 0 8 は、ローカル電源配線 1 1 0 とグローバル電源配線 1 0 9 の接続を遮断する。

20

電源制御信号が電源を供給する信号であれば、電源スイッチ 1 0 8 は、ローカル電源配線 1 1 0 とグローバル電源配線 1 0 9 の接続を導通させる。

【 0 0 5 2 】

以上のように、本実施形態によれば、電源遮断の対象となる回路ブロック 1 0 1 の P V T 情報の変化に応じて電源遮断制御のタイミングを判定することから、適切なタイミングで電源遮断の制御を行うことができるため、省電力化を図ることができる。

【 0 0 5 3 】

(第 2 の実施形態)

次に、第 2 の実施形態として、取得した P V T 情報に基づいてチャージ電力情報およびリーク電力情報の補正を行うことができる半導体集積回路について説明する。なお、第 1 の実施形態と同様の構成は、同一符号を付して、その説明を省略する。

30

< 構成例 >

図 8 は、本実施形態の半導体集積回路 8 0 0 の構成例を示すブロック図である。

半導体集積回路 8 0 0 は、第 1 の実施形態の半導体集積回路 1 0 0 に、電力情報補正部 8 0 1 を追加した構成である。

【 0 0 5 4 】

電力情報補正部 8 0 1 は、電力情報算出部 1 0 3 から P V T 情報が入力され、電力情報テーブル 1 0 7 から P V T 情報に応じた電力情報が入力される。また、電力情報補正部 8 0 1 は、取得した P V T 情報と電力情報とに基づいて補正した電力情報を、電力情報算出部 1 0 3 に出力する。

40

【 0 0 5 5 】

電力情報算出部 1 0 3 は、回路ブロック 1 0 1 の P V T 情報、アイドル期間情報、電力情報補正部 8 0 1 により補正された電力情報を入力とし、回路ブロック 1 0 1 に関するチャージ電力情報とアイドル期間に生じるリーク電力情報とを算出する。電力情報算出部 1 0 3 は、算出したチャージ電力情報とアイドル期間に生じるリーク電力情報を電源制御判定部 1 0 4 に出力する。その他の構成は、第 1 の実施形態と同様であり、その説明を省略する。

【 0 0 5 6 】

< 動作例 >

50

次に、電力情報算出部 103 が P V T 情報に基づいてチャージ電力情報とアイドル期間に生じるリーク電力情報とを算出する処理について説明する。なお、電力情報算出部 103 は、電力情報補正部 801 により補正された電力情報を用いて算出するが、この処理を図 9 および図 10 を用いて説明する。

【0057】

ここでは、まず、電力情報算出部 103 および電力情報補正部 801 によりチャージ電力情報を算出する処理について図 9 を参照して説明する。

ステップ S 901 では、電力情報算出部 103 は、P V T 情報を取得する。この処理は、図 5 に示すステップ S 501、ステップ S 502、ステップ S 503、ステップ S 504、ステップ S 505 およびステップ S 506 と同様の処理である。電力情報算出部 103 は、取得した P V T 情報を電力情報記憶部 111 に格納する。なお、ステップ S 501 において、書き込み完了フラグが 1 値である場合は、ステップ S 902 に進む。

10

【0058】

ステップ S 902 では、電力情報算出部 103 および電力情報補正部 801 は、チャージ電力情報を算出する。以下に具体的な手順を例示する。

ここで、チャージ電力 W_c は(式 1)に示すような回路に印加される電圧 V_{in} と電荷のチャージがなされる回路の電気容量 C_c によって電力が求まることが知られている。

【0059】

【数 1】

$$W_c = \frac{1}{2} \cdot C_c \cdot V_{in}^2 \quad \dots (式 1)$$

20

【0060】

このうち、容量値に関して、回路はゲート酸化膜や拡散層、絶縁膜や金属など、異なる材質を組み合わせで構成されており、電気容量には温度依存性や電圧依存性があることが分かっている。なお、温度依存性は、温度変化により各材質の形状が膨張、収縮などすることで容量値の変動が生じる。また、電圧依存性は、電圧に応じて空乏層の幅が変動することから電気容量の変動が生じる。

そのため、P V T 情報に応じて変動する電気容量の容量値を算出することでチャージ電力情報の補正処理を実施できる。ここでは、電圧依存性を考慮した容量値の算出方法を例にして説明する。

30

【0061】

まず、電力情報算出部 103 は、電力情報記憶部 111 に格納されている P V T 情報のうち、プロセス情報と温度情報とを、電力情報テーブル 107 に示される形式に変換する。なお、変換の方法は、ステップ S 507 と同様であるために、その説明を省略する。

【0062】

次に、電力情報補正部 801 は、以下に示す一連の処理を行う。

プロセス情報および温度情報が変換された後、電力情報補正部 801 は、電力情報算出部 103 の電力情報記憶部 111 に格納された回路ブロック 101 の P V T 情報を取得する。

40

電力情報補正部 801 は、取得した P V T 情報のうち、供給電源電圧情報に対して、電力情報テーブル 107 の持つ値に近い 2 つの供給電源電圧情報を抽出する。電力情報補正部 801 は、この 2 つの供給電源電圧情報と電力情報記憶部 111 から取得したプロセス情報、温度情報、I D 情報に応じたチャージ電力情報を補正演算により取得する。

【0063】

例えば、電力情報記憶部 111 から取得した供給電源電圧情報が 0.94 V であった場合、電力情報補正部 801 は、小数第二位を切り上げおよび切り捨ての処理をすることで、1.0 V および 0.9 V という値を取得することができる。なお、小数第二位を切り上げて得られた供給電源電圧情報を V_1 とし、小数第二位を切り捨てて得られた供給電源電

50

圧を V_2 とする。このとき、例えば、プロセス情報が PR_1 、温度情報が 48 、2つの供給電源電圧情報が $1.0V$ と $0.9V$ 、ID情報が id_1 であると仮定する。この場合、電力情報補正部 801 は、図3に示す電力情報テーブル 107 からチャージ電力情報として $31.22nW$ と $25.29nW$ を取得する。

【0064】

電力情報補正部 801 は、取得した2つのチャージ電力情報から回路ブロック 101 の容量値 $C[F]$ を算出する。回路ブロック 101 の容量値 $C[F]$ は、(式1)に基づき、 $C = 2 * W_c / V^2$ により求めることができる。なお、 W_c は回路ブロック 101 のチャージ電力値 $[W]$ を示し、 V は回路ブロック 101 に供給される電源電圧値 $[V]$ を示している。

10

【0065】

したがって、電力情報補正部 801 は、供給電源電圧値 V_1 が $1.0V$ のときのチャージ電力値 W_{c1} が $31.22nW$ であることから、容量値 C_1 として $62.44nF$ を算出する。また、電力情報補正部 801 は、供給電源電圧値 V_2 が $0.9V$ のときのチャージ電力値 W_{c2} が $25.06nW$ であることから、容量値 C_2 として $61.88nF$ を算出する。

【0066】

ここで、MOSトランジスタは電源電圧に応じて内部容量が変動するため、対象となる電源電圧 V に応じた回路ブロック 101 の容量値 C の値を、供給電源電圧値 V_1 、 V_2 および容量値 C_1 、 C_2 を用いて求める。

20

例えば、電力情報補正部 801 は、電源電圧値 V に応じた容量値 C の変動を(式2)のような比例関係に近似して、供給電源電圧値 V_1 、 V_2 における容量値 C_1 、 C_2 と、電力情報記憶部 111 から取得した電源電圧値 V を用いて、求めることができる。

【0067】

【数2】

$$C = \alpha \cdot V + \beta \quad \dots (式2)$$

【0068】

このため、供給電源電圧値 V を $0.94V$ とすると、適用する回路ブロック 101 の容量値 C は $62.10nF$ となる。なお、(式2)における α は、供給電源電圧 V に関する比例係数を示し、 β は定数を示す。

30

【0069】

電力情報補正部 801 は、算出した回路ブロック 101 の容量値 C を用いて、電力情報算出部 103 から取得した PVT 情報に適したチャージ電力情報を算出する。例えば、取得した供給電源電圧情報が $0.94V$ である場合、(式1)に示したチャージ電力値 W_c の関係式および容量値 C の $62.10nF$ を用いることで、チャージ電力値として $27.44nW$ を求めることができる。

このような処理により、電力情報算出部 103 および電力情報補正部 801 は、チャージ電力情報を算出することができる。

【0070】

40

ステップ $S903$ では、電力情報算出部 103 は、ステップ $S902$ で算出したチャージ電力情報を電力情報記憶部 111 に格納する。具体的には、電力情報算出部 103 は、電力情報補正部 801 にて算出された回路ブロック 101 のチャージ電力情報を取得し、電力情報算出部 103 内部の電力情報記憶部 111 に格納する。

このような処理により、電力情報テーブル 107 が有するチャージ電力情報を補正することで、動作条件に適したチャージ電力情報の補正を行うことができる。

【0071】

次に、電力情報算出部 103 および電力情報補正部 801 によりアイドル期間に生じるリーク電力情報を算出する処理について図10を参照して説明する。

ステップ $S1001$ では、電力情報算出部 103 は、 PVT 情報を取得する。この処理

50

は、図 6 に示すステップ S 6 0 1、ステップ S 6 0 2、ステップ S 6 0 3、ステップ S 6 0 4、ステップ S 6 0 5 およびステップ S 6 0 6 と同様の処理である。電力情報算出部 1 0 3 は、取得した P V T 情報を電力情報記憶部 1 1 1 に格納する。なお、ステップ S 6 0 1 において、書き込み完了フラグが 1 値である場合は、ステップ S 1 0 0 2 に進む。

【 0 0 7 2 】

ステップ S 1 0 0 2 では、電力情報算出部 1 0 3 および電力情報補正部 8 0 1 は、アイドル期間に生じるリーク電力情報を算出する。以下に具体的な手順を例示する。

ここで、リーク電流 I_L は温度が変化することによって、指数関数的に電流量が変化することが知られている。(式 3) にその関係を示す。

【 0 0 7 3 】

【 数 3 】

$$I_L = I_0 \cdot T^2 \cdot e^{\frac{(-V_t \cdot Q_e)}{(n \cdot k \cdot T)}} \dots (式 3)$$

【 0 0 7 4 】

なお、 I_0 は比例定数、 V_t は閾値電圧 [V]、 Q_e は電子の電荷量 [C]、 n は指数係数、 k はボルツマン定数 [J · K⁻¹]、 T は温度 [] を示し、閾値電圧 V_t および指数係数 n は、プロセスやトランジスタの構造毎に異なる値を持つ。

そのため、温度依存性を考慮したリーク電力の算出処理を行う。

【 0 0 7 5 】

まず、電力情報算出部 1 0 3 は、電力情報記憶部 1 1 1 に格納されている P V T 情報のうち、プロセス情報と供給電源電圧情報とを、電力情報テーブル 1 0 7 に示される形式に変換する。なお、変換の方法は、ステップ S 6 0 7 と同様であるために、その説明を省略する。

また、電力情報算出部 1 0 3 は、変換後の供給電源電圧情報と併せて、変換前の供給電源電圧情報も電力情報記憶部 1 1 1 に格納する。

【 0 0 7 6 】

次に、電力情報補正部 8 0 1 は、以下に示す一連の処理を行う。

供給電源電圧情報が変換された後、電力情報補正部 8 0 1 は、電力情報算出部 1 0 3 の電力情報記憶部 1 1 1 に格納された回路ブロック 1 0 1 の P V T 情報を取得する。

電力情報補正部 8 0 1 は、取得した温度情報に対して、電力情報テーブル 1 0 7 の持つ値に近い 2 つの温度情報を抽出する。電力情報補正部 8 0 1 は、この 2 つの温度情報、プロセス情報、供給電源電圧情報、I D 情報に応じた単位時間当たりのリーク電力情報を取得する。

【 0 0 7 7 】

例えば、電力情報記憶部 1 1 1 から取得した温度情報が 4 7 . 8 であつた場合、電力情報補正部 8 0 1 は、小数第一位を切り上げおよび切り捨ての処理をすることにより 4 8

および 4 7 という値を取得することができる。なお、小数第一位を切り上げて得られた温度情報を T_1 とし、小数第一位を切り捨てて得られた温度情報を T_2 とする。このとき、例えば、プロセス情報が P R 1、供給電源電圧情報が 0 . 9 V、2 つの温度情報が 4 8 と 4 7、I D 情報が $i d_1$ であると仮定する。この場合に、電力情報補正部 8 0 1 は、図 4 に示す電力情報テーブル 1 0 7 から単位時間当たりのリーク電力情報として、1 8 . 0 0 m W と 1 7 . 4 4 m W を取得する。

【 0 0 7 8 】

電力情報補正部 8 0 1 は、取得した 2 つの単位時間当たりのリーク電力情報から回路ブロック 1 0 1 のリーク電流に関する比例係数を算出する。

ここで、単位時間当たりのリーク電力は、(式 4) に示す関係式で求めることができる。

【 0 0 7 9 】

10

20

30

40

50

【数 4】

$$W_L = I_{Lt} \cdot V \quad \dots (式 4)$$

【0080】

なお、 W_L [W] は単位時間当たりのリーク電力、 I_{Lt} [A] は単位時間当たりのリーク電流、 V [V] は供給電源電圧を示す。

これより、単位時間当たりのリーク電力情報および対応する供給電源電圧情報に基づいて、48 における単位時間当たりのリーク電流 I_{L1} が 20.00 mA、47 における単位時間当たりのリーク電流 I_{L2} が 19.38 mA となる。

【0081】

(式 3) に示したリーク電流の関係式と単位時間当たりのリーク電流 I_{L1} 、 I_{L2} から、閾値電圧 V_t [V]、電子の電荷量 Q_e [C]、指数係数 n 、ボルツマン定数 k [J・K⁻¹] の間で (式 5) が成り立つ。

【0082】

【数 5】

$$\frac{(-V_t) \cdot Q_e}{n \cdot k} = 10.40 \quad \dots (式 5)$$

【0083】

更に、(式 3) および (式 5) の関係式を用いることで、(式 3) に示される比例定数 I_0 は (式 6) の関係が成り立ち、そこから、単位時間当たりのリーク電流に関する比例定数 $I_0 = 6.99 \times 10^{-3}$ という値を求めることができる。

【0084】

【数 6】

$$I_0 = I_L \cdot T^2 \cdot e^{\frac{10.40}{T}} \quad \dots (式 6)$$

【0085】

このような手順により、リーク電流の算出式に関する係数を算出することができる。

電力情報補正部 801 は、算出した (式 5) の関係式および比例定数 I_0 の値に基づいて、電力情報算出部 103 から取得した PVT 情報に適した単位時間当たりのリーク電力情報を算出する。例えば、取得した温度情報が 47.8 である場合、単位時間当たりのリーク電流 I_L の関係式を用い、温度情報 $T = 47.8$ [] に加え、(式 5) の関係式と比例定数 $I_0 = 6.99 \times 10^{-3}$ を代入する。この演算により、取得した PVT 情報における単位時間当たりのリーク電流値として 19.85 mA を求めることができる。

また、加えて、電力情報記憶部 111 に格納されている変換前の供給電源電圧情報が 0.94 [V] であることと、(式 4) の関係を用いて、単位時間当たりのリーク電力情報として 18.66 mW を求めることができる。

【0086】

さらに、アイドル期間取得部 106 によって、回路ブロック 101 が処理を行わない電源遮断可能なアイドル期間情報を取得する。なお、アイドル期間情報の取得は、第 1 の実施形態と同様であるため、その説明を省略する。

電力情報算出部 103 は、アイドル期間取得部 106 からアイドル期間情報を取得し、電力情報記憶部 111 に格納する。電力情報算出部 103 は、アイドル期間情報と上述した単位時間当たりのリーク電力情報とに基づいて、アイドル期間で生じるリーク電力情報を算出する。アイドル期間で生じるリーク電力情報は、単位時間当たりのリーク電力情報とアイドル期間情報の乗算によって算出することができる。

【 0 0 8 7 】

ステップ S 1 0 0 3 では、電力情報算出部 1 0 3 は、ステップ S 1 0 0 2 で算出したアイドル期間で生じるリーク電力情報を電力情報記憶部 1 1 1 の回路ブロック 1 0 1 に対応する領域に格納する。具体的には、電力情報算出部 1 0 3 は、電力情報補正部 8 0 1 にて算出された回路ブロック 1 0 1 のリーク電力情報を、電力情報算出部 1 0 3 内部の電力情報記憶部 1 1 1 に格納する。

このような処理により、電力情報テーブル 1 0 7 が有する単位時間当たりのリーク電力情報を補正することで、動作条件に適したアイドル期間に生じるリーク電力情報の補正を行うことができる。

【 0 0 8 8 】

以上のように、電力情報テーブル 1 0 7 の電力情報に対して、取得した P V T 情報に応じた補正をすることで、より適切な電源遮断制御を行うことができる。

【 0 0 8 9 】

以上、本発明を種々の実施形態と共に説明したが、本発明はこれらの実施形態にのみ限定されるものではなく、本発明の範囲内で変更等が可能である。

例えば、上述した実施形態では、半導体集積回路は一つの回路ブロック 1 0 1 を有する場合について説明したが、この場合に限られず、複数の回路ブロックについてそれぞれ上述した方法を用いて制御を行うことができる。

また、例えば、第 2 の実施形態において示した容量値 C や単位時間当たりのリーク電流 I_L などの式は、上述した式に限定されるものではない。

また、本発明は、以下の処理を実行することによっても実現される。すなわち、上述した実施形態の機能を実現するプログラムを、各種記憶媒体を介して半導体集積回路に供給し、半導体集積回路のコンピュータ（CPU など）がプログラムを読み出して実行する処理である。

【 符号の説明 】

【 0 0 9 0 】

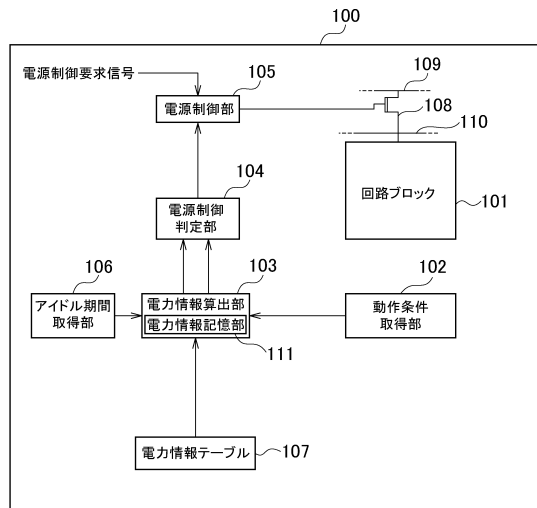
1 0 0 : 半導体集積回路 1 0 1 : 回路ブロック 1 0 2 : 動作条件取得部 1 0 3 : 電力情報算出部 1 0 4 : 電源制御判定部 1 0 5 : 電源制御部 1 0 6 : アイドル期間取得部 1 0 7 : 電力情報テーブル 1 0 8 : 電源スイッチ 1 0 9 : グローバル電源配線 1 1 0 : ローカル電源配線 1 1 1 : 電力情報記憶部 2 0 1 : プロセス情報取得部 2 0 2 : 供給電源電圧情報取得部 2 0 3 : 温度情報取得部 2 0 4 : I D 情報記憶部 8 0 0 : 半導体集積回路 8 0 1 : 電力情報補正部

10

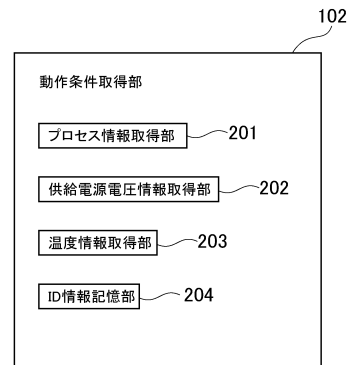
20

30

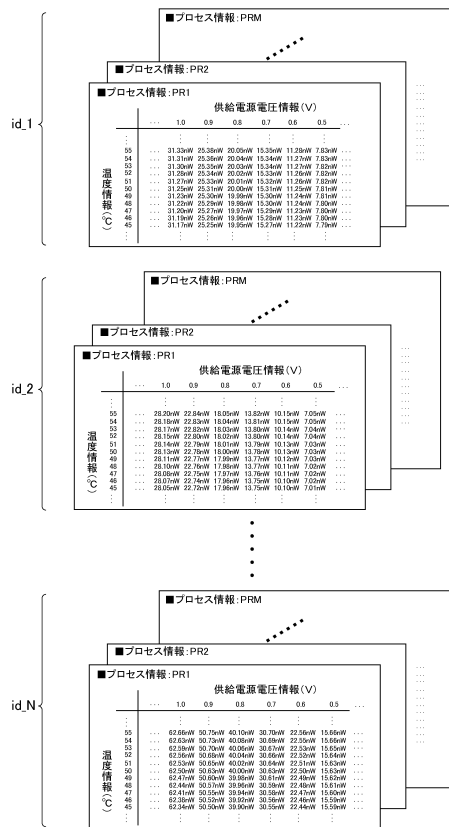
【図 1】



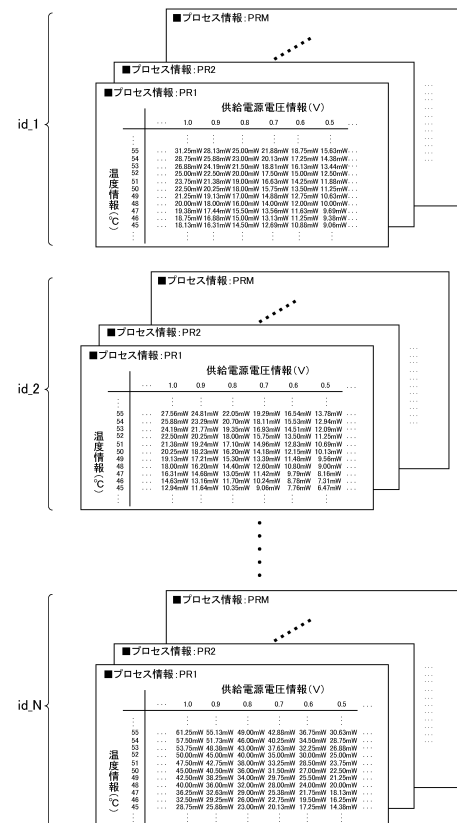
【図 2】



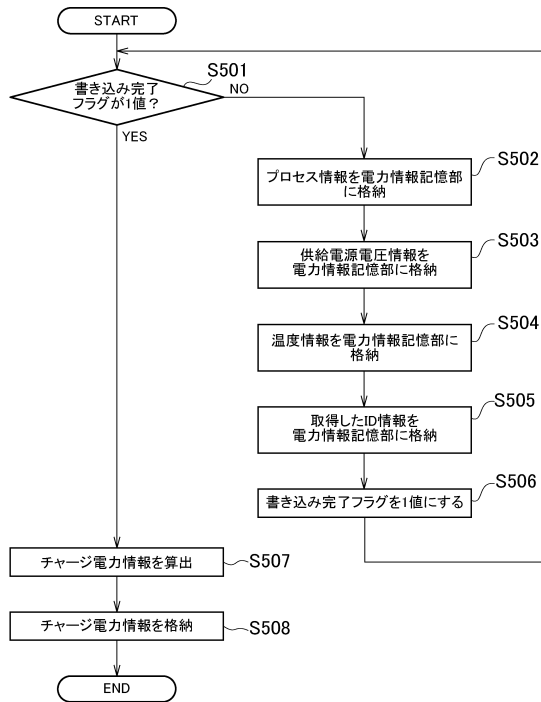
【図 3】



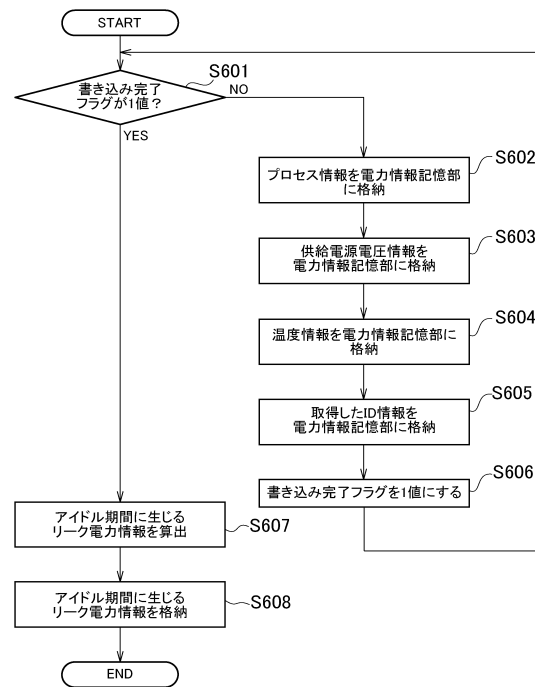
【図 4】



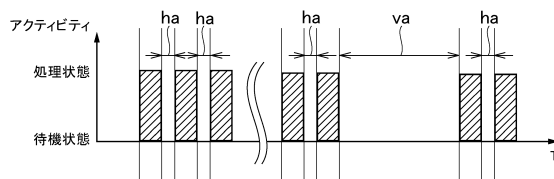
【図 5】



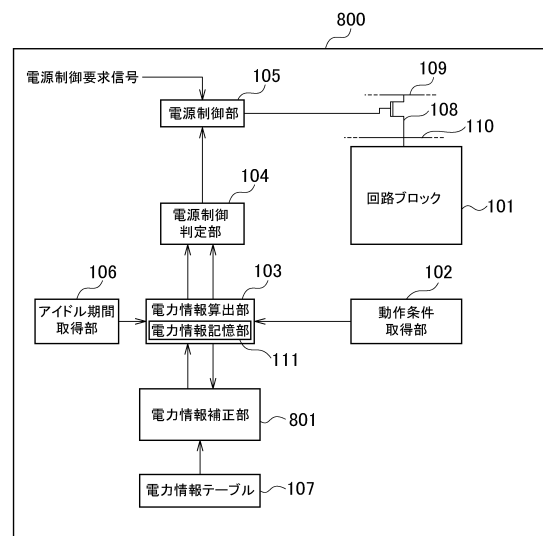
【図 6】



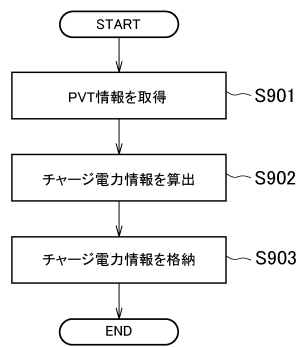
【図 7】



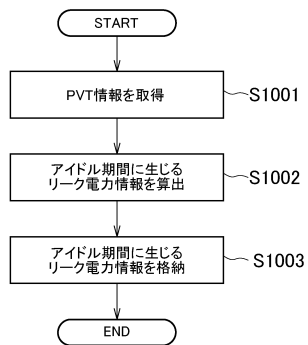
【図 8】



【図 9】



【図 10】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2006-072991(JP,A)
特表2012-511788(JP,A)
国際公開第2006/117950(WO,A1)
特開2010-206052(JP,A)
特開2012-138020(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H03K 19/00 - 19/096
H01L 21/822
H01L 27/04