

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2019-68528
(P2019-68528A)

(43) 公開日 平成31年4月25日(2019.4.25)

(51) Int.Cl.			F I			テーマコード (参考)		
HO2M	3/155	(2006.01)	HO2M	3/155	F	5F173		
HO1S	5/042	(2006.01)	HO1S	5/042	630	5H730		
GO1S	7/484	(2006.01)	GO1S	7/484		5J084		
GO1S	17/10	(2006.01)	GO1S	17/10				
			HO2M	3/155	V			

審査請求 未請求 請求項の数 14 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2017-189191 (P2017-189191)
(22) 出願日 平成29年9月28日 (2017.9.28)

(71) 出願人 000006747
株式会社リコー
東京都大田区中馬込1丁目3番6号
(74) 代理人 100107766
弁理士 伊東 忠重
(74) 代理人 100070150
弁理士 伊東 忠彦
(72) 発明者 植平 将嵩
東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式会社リコー内
Fターム(参考) 5F173 SA17 SA32 SC10 SE02 SG05
SJ03 SJ10 SJ13 SJ14 SJ20
5H730 AA15 AS04 BB14 DD04 EE17
EE59 EE65 FD01 FD31 FF06
FG05

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】昇圧回路、電源回路、光源駆動回路及び距離計測装置

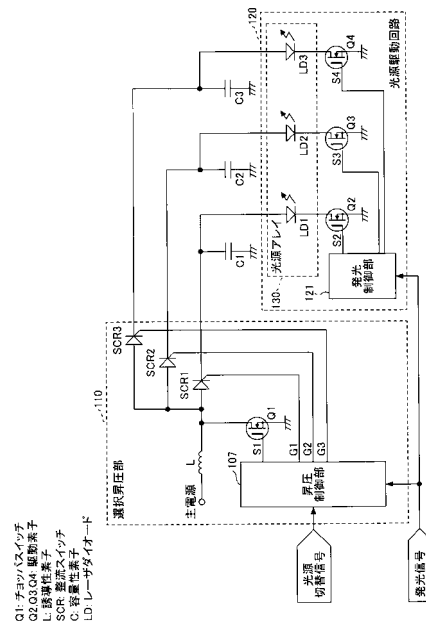
(57) 【要約】

【課題】光源を駆動する光源駆動部を小型化すること。

【解決手段】昇圧回路は、第一の電源と、一端が前記第一の電源と電氣的に接続され、電流を磁場エネルギーとして蓄積する誘導性素子と、前記誘導性素子の他端と電氣的に接続され、該誘導性素子に電圧を印加するスイッチ素子と、前記誘導性素子の他端と電氣的に接続する接続先を選択する選択スイッチと、前記選択スイッチにより前記誘導性素子の他端と電氣的に接続する、電荷を蓄積する複数の容量性素子と、前記スイッチ素子と前記選択スイッチとを制御する制御部と、を有し、前記誘導性素子と、前記スイッチ素子と、を用いて、前記複数の容量性素子の中から前記選択スイッチにより前記誘導性素子と電氣的に接続された前記容量性素子を、前記第一の電源から供給される電圧を昇圧して充電する。

【選択図】図2

本発明の実施の形態における光源駆動部100の回路構成例を示す図



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

第一の電源と、
 一端が前記第一の電源と電氣的に接続され、電流を磁場エネルギーとして蓄積する誘導性素子と、
 前記誘導性素子の他端と電氣的に接続され、該誘導性素子に電圧を印加するスイッチ素子と、
 前記誘導性素子の他端と電氣的に接続する接続先を選択する選択スイッチと、
 前記選択スイッチにより前記誘導性素子の他端と電氣的に接続する、電荷を蓄積する複数の容量性素子と、
 前記スイッチ素子と前記選択スイッチとを制御する制御部と、
 を有し、
 前記誘導性素子と、前記スイッチ素子と、を用いて、前記複数の容量性素子の中から前記選択スイッチにより前記誘導性素子と電氣的に接続された前記容量性素子を、前記第一の電源から供給される電圧を昇圧して充電する昇圧回路。

10

【請求項 2】

前記制御部は、前記複数の容量性素子の中から前記選択スイッチで前記誘導性素子の他端と電氣的に接続された容量性素子の電圧値、及び当該昇圧回路の負荷に流れた電流値のうち少なくとも一方を取得し、
 前記取得した電圧値、又は電流値に応じて、前記スイッチ素子のオン時間を変更する請求項 1 記載の昇圧回路。

20

【請求項 3】

前記複数の容量性素子へ所定電圧を印加する第二の電源を有する請求項 1 又は 2 記載の昇圧回路。

【請求項 4】

前記選択スイッチは前記複数の容量性素子のそれぞれと接続されている複数のサイリスタであり、
 前記制御部は、前記スイッチ素子のオンオフタイミングに応じて、前記複数のサイリスタのオンオフ動作を制御し、前記複数の容量性素子の中から、前記誘導性素子の他端と電氣的に接続する容量性素子を選択する請求項 1 乃至 3 いずれか一項記載の昇圧回路。

30

【請求項 5】

前記制御部及び前記選択スイッチは、半導体集積回路上に配置されている請求項 1 乃至 4 いずれか一項記載の昇圧回路。

【請求項 6】

請求項 1 乃至 5 いずれか一項記載の昇圧回路により充電された前記容量性素子から電力を供給する電源回路。

【請求項 7】

第一の電源と、
 一端が前記第一の電源と電氣的に接続され、電流を磁場エネルギーとして蓄積する誘導性素子と、
 前記誘導性素子の他端と電氣的に接続され、該誘導性素子に電圧を印加するスイッチ素子と、
 前記誘導性素子の他端と電氣的に接続する接続先を選択する選択スイッチと、
 前記選択スイッチにより前記誘導性素子の他端と電氣的に接続する、電荷を蓄積する複数の容量性素子と、
 前記スイッチ素子と前記選択スイッチとを制御する制御部と、
 前記複数の容量性素子のそれぞれと電氣的に接続された複数の光源と、
 を有し、
 前記誘導性素子と、前記スイッチ素子と、を用いて、前記複数の容量性素子の中から前

40

50

記選択スイッチにより前記誘導性素子と電氣的に接続された前記容量性素子を、前記第一の電源から供給される電圧を昇圧して充電し、

前記複数の光源のうち前記充電された容量性素子と電氣的に接続された光源を、前記充電された容量性素子を電源として発光する光源駆動回路。

【請求項 8】

前記制御部は、前記複数の容量性素子の中から前記選択スイッチで前記誘導性素子の他端と電氣的に接続された容量性素子の電圧値、及び当該光源駆動回路の負荷に流れた電流値のうち少なくとも一方を取得し、

前記取得した電圧値、又は電流値に応じて、前記スイッチ素子のオン時間を変更する請求項 7 記載の光源駆動回路。

10

【請求項 9】

前記複数の容量性素子へ所定電圧を印加する第二の電源を有する請求項 7 又は 8 記載の光源駆動回路。

【請求項 10】

前記選択スイッチは前記複数の容量性素子のそれぞれと接続されている複数のサイリスタであり、

前記制御部は、前記スイッチ素子のオンオフタイミングに応じて、前記複数のサイリスタのオンオフ動作を制御し、前記複数の容量性素子の中から、前記誘導性素子の他端と電氣的に接続する容量性素子を選択する請求項 7 乃至 9 いずれか一項記載の光源駆動回路。

20

【請求項 11】

前記制御部及び前記選択スイッチは、同じ半導体集積回路上に配置されている請求項 7 乃至 10 いずれか一項記載の光源駆動回路。

【請求項 12】

前記光源は半導体レーザである請求項 7 乃至 11 いずれか一項記載の光源駆動回路。

【請求項 13】

前記光源は半導体レーザであり、該半導体レーザは、アノード又はカソードが共通の電極で配線されたレーザ光源アレイである請求項 7 乃至 11 いずれか一項記載の光源駆動回路。

【請求項 14】

請求項 7 乃至 13 いずれか一項記載の光源駆動回路を用いた距離計測装置であって、対象物に前記光源から光を照射する発光部と、

30

前記対象物からの反射光を受光し受光タイミングを取得する受光部と、

前記光の発光タイミングと前記受光タイミングとの時間差から前記光の到来時間を計測する時間計測部とを備える距離計測装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、昇圧回路、電源回路、光源駆動回路及び距離計測装置に関する。

【背景技術】

【0002】

40

コンデンサ等のエネルギー蓄積素子へ充電を行った後、エネルギー蓄積素子を電源として、トランジスタ等のスイッチ素子を用いてエネルギー蓄積素子に充電された電荷を放電することにより、短パルスかつ高いピーク駆動電流を負荷に供給するパルス駆動回路が知られている。エネルギー蓄積素子へ充電は、1 [A] 未満の小さな電流値により行い、スイッチ素子による放電では、コンデンサに充電された電荷を瞬間的に放電することで、パルス幅：数 [n s]、ピーク電流：数十～数百 [A] の電流を負荷に流すことが出来る。このようなパルス駆動回路は、例えば L i D A R (Light Detection and Ranging) やレーザ加工装置における光源の駆動に用いられる。尚、L i D A R とは、走査領域内にパルス光を照射し、走査領域内に存在している対象物からの反射光を受光することで、走査領域内に対象物が存在していることを検出する、若しくは反射光の到来時間を計測すること

50

で、対象物までの距離を計測する装置である。

【0003】

本明細書では、光源の駆動に用いられるパルス駆動回路におけるスイッチ素子のことを光源駆動素子と称する。

【0004】

複数の光源をパルス駆動するために、それぞれの光源のパルス駆動回路を実装した基板を光源ごとに個別に設ける、あるいは単一の基板上に光源ごとのパルス駆動回路を並列実装したものが、知られている（例えば特許文献1）。

【0005】

L i D A Rにおいては、高出力（例えば光量70[W]）、かつ高速（例えばパルス幅20[ns]）な発光パルスを出射する光源を複数（2～数十[個]）有し、この複数の光源から順次発光することで、走査領域の光走査を行なう。光源を70[W]の光量で発光させるためには、光源に数十[A]の電流を流す必要があり、光源を駆動する光源駆動素子にはこの電流を許容する必要がある。そのため、光源駆動素子の大きさは10mm角程度となる。この光源駆動素子の数を減らすことで、パルス駆動回路の小型化が可能となる。一例として、複数の光源を一つの光源駆動素子を用いて駆動する回路が知られている（例えば特許文献2）。

【0006】

ここで、また、光源の寄生インダクタンス又は寄生キャパシタンスの影響を低減し、光源駆動素子の立ち上がり応答を向上するために、光源駆動素子に数十～数百[V]の高電圧をパルス状に印加する方法が知られている。この方法は、光源をパルス発光する直前までに、パルス駆動回路のエネルギー蓄積素子の電位が数十～数百[V]となるように、エネルギー蓄積素子を充電し、光源駆動素子により放電することで実現される。

【0007】

特許文献2では、エネルギー蓄積素子であるコンデンサの電位を高電圧とするために、昇圧DCDC回路を用いている。また、特許文献3では、コイル等の誘導性素子に蓄えた磁場エネルギーを一挙にエネルギー蓄積素子であるコンデンサに移動させることで、エネルギー蓄積素子を充電し、エネルギー蓄積素子の電位を高電圧とする昇圧チョッパ回路を用いている。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

光源を駆動する回路の規模について、小型化の要望がある。ここで、L i D A Rにおいて走査領域を光走査する際には、数百[kHz]程度の高い周波数で、光源を繰り返し発光する必要がある。パルス駆動回路を用いて、このような高い周波数で光源を繰り返し発光するためには、エネルギー蓄積素子への充電を、少なくとも光源の発光周期と同等以上の高い周波数で行なう必要がある。

【0009】

しかしながら、昇圧DCDC電源を用いてエネルギー蓄積素子への充電を行なう方法では、昇圧DCDC回路の出力応答性を向上させる（出力インピーダンスを低下させる）ために、出力コンデンサのキャパシタンスを増やす、コイルのインダクタンスを下げ許容電流量を大きくする等、負荷に対する応答性を向上させる必要がある。この結果として、昇圧DCDC回路の部品サイズは大きくなり、回路規模の小型化の制約となる。

【0010】

また、昇圧チョッパ回路は、磁場エネルギーを蓄える誘導性素子と、この誘導性素子に蓄えた磁場エネルギーの移動先となるエネルギー蓄積素子と、誘導性素子に磁場エネルギーを蓄え、蓄えた磁場エネルギーを一気にエネルギー蓄積素子へ移動させるトランジスタ等のチョッパスイッチと、で構成され、一つの昇圧チョッパ回路を構成する素子の数は少ない。特許文献3では、一つの昇圧チョッパ回路を用いて、一つの光源を発光させている。この特許文献3の構成は、一つの昇圧コイル（誘導性素子）に対して一つの出力である

10

20

30

40

50

S I S O (Single Inductor Single Output) 回路という構成である。そのため、複数の光源を発光させようとする場合、光源の数と同数の昇圧チョッパ回路が必要となる。ここで、昇圧チョッパ回路における誘導性素子は、昇圧エネルギーを蓄えるために大きな電流容量が必要となるので、昇圧チョッパ回路で昇圧する電圧の高圧化に応じて大型化する。そのため、光源の数と同数の昇圧チョッパ回路を用いることは、回路規模の小型化の制約となる。つまり、特許文献 3 の構成は、複数の光源を発光させようとする場合、小型化という観点で改善の余地がある。

【 0 0 1 1 】

本発明は、光源を駆動する光源駆動部を小型化することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

10

【 0 0 1 2 】

そこで上記課題を解決するため、昇圧回路は、第一の電源と、一端が前記第一の電源と電氣的に接続され、電流を磁場エネルギーとして蓄積する誘導性素子と、前記誘導性素子の他端と電氣的に接続され、該誘導性素子に電圧を印加するスイッチ素子と、前記誘導性素子の他端と電氣的に接続する接続先を選択する選択スイッチと、前記選択スイッチにより前記誘導性素子の他端と電氣的に接続する、電荷を蓄積する複数の容量性素子と、前記スイッチ素子と前記選択スイッチとを制御する制御部と、を有し、前記誘導性素子と、前記スイッチ素子と、を用いて、前記複数の容量性素子の中から前記選択スイッチにより前記誘導性素子と電氣的に接続された前記容量性素子を、前記第一の電源から供給される電圧を昇圧して充電する。

20

【発明の効果】

【 0 0 1 3 】

本発明は、光源を駆動する光源駆動部を小型化することができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 4 】

【図 1】本発明の実施の形態における L i D A R 装置 1 0 0 0 の全体構成例を示す図である。

【図 2】本発明の実施の形態における光源駆動部 1 0 0 の回路構成例を示す図である。

【図 3】本発明の実施の形態における光源駆動部 1 0 0 のタイミングチャートである。

【図 4】本発明の実施の形態における光源駆動部 1 0 0 の他の回路構成例を示す図である。

30

【図 5】本発明の実施の形態における光源駆動部 1 0 0 のフィードバック回路の構成例を示す図である。

【図 6】本発明の実施の形態における昇圧制御部の出力制御フローチャートである。

【図 7】本発明の実施の形態における光源駆動部 1 0 0 を安定化させる回路の構成例を示す図である。

【図 8】本発明の実施の形態における選択スイッチの構成例を示す図である。

【図 9】本発明の実施の形態における光源駆動部 1 0 0 を集積化する回路の構成例を示す図である。

【図 1 0】本発明の実施の形態における負荷としての光源アレイの構成例を示す図である。

40

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 5 】

以下、図面に基づいて本発明の実施の形態を説明する。

【 0 0 1 6 】

図 1 は、本発明の実施の形態における L i D A R (Light Detection and Ranging) 装置 1 0 0 0 の全体構成例を示す図である。L i D A R 装置 1 0 0 0 は、走査領域内にパルス光を照射し、走査領域内に存在している対象物からの反射光を受光することで、走査領域内に対象物が存在していることを検出する、若しくは反射光の到来時間を計測することで、対象物までの距離を計測する。本発明を適用した L i D A R 装置 1 0 0 0 は、複数の

50

光源を有している。複数光源を数百 [k H z] 程度の高い周波数で切り替えて発光することにより、高速な光走査が可能となり、対象物の検出や対象物までの距離計測を高速に行なうことが可能となる。その結果、対象物の検出間隔や対象物までの距離計測の間隔を短く出来る、という効果を奏する。

【 0 0 1 7 】

また、L i D A R 装置 1 0 0 0 において、発光のパルス幅を短くすることで、立ち上がりが急峻になり、時間計測のタイミングジッタ（誤差）が減少する、光源の発熱が低減し、光源寿命が向上する、光源の発熱が低減し、パルス発光の繰返し周期をより短くできる等の効果を奏する。

【 0 0 1 8 】

図 1 に示されるように、L i D A R 装置 1 0 0 0 は、光源駆動部 1 0 0、E C U（Embedded Controller Unit）2 0 1、測定制御部 2 0 2、照射光学系 2 0 3、受光光学系 2 0 4、受光素子 2 0 5 及び受光回路 2 0 6 を有する。光源駆動部 1 0 0 は、光源へ電力を供給する電源回路である昇圧回路 1 0 5、光源である光源アレイ 1 3 0 を含む光源駆動回路 1 2 0 を有する。

【 0 0 1 9 】

E C U 2 0 1 は、制御信号を測定制御部 2 0 2 に送信し、測定制御部 2 0 2 から測定データを受信する。測定制御部 2 0 2 は、E C U 2 0 1 から制御信号を受信し、光源切替信号及び発光信号を光源駆動部 1 0 0 に送信する。また、測定制御部 2 0 2 は、受光回路 2 0 6 から受光信号を受信し、測定データを E C U 2 0 1 に送信する。

【 0 0 2 0 】

光源駆動部 1 0 0 は、測定制御部 2 0 2 から出力される光源切替信号及び発光信号を選択昇圧部 1 1 0 又は光源駆動回路 1 2 0 で受信して、光源アレイ 1 3 0 を駆動する電流を生成する。

【 0 0 2 1 】

照射光学系 2 0 3 は、光源アレイ 1 3 0 から発光された光を、照射光として出力する。受光光学系 2 0 4 は、反射光を受光し、受光素子 2 0 5 へ導く。受光素子 2 0 5 は、入力される反射光を信号に変換する。受光回路 2 0 6 は、受光素子 2 0 5 から出力される信号に基づいて、受光信号を測定制御部 2 0 2 に送信する。

【 0 0 2 2 】

図 2 は、本発明の実施の形態における光源駆動部 1 0 0 の回路構成例を示す図である。昇圧回路 1 0 5 は、一端が主電源と接続され、昇圧のためのエネルギーを蓄えるコイル L（誘導性素子）、コイル L の他端と接続され、コイル L に電圧を印加することで磁場エネルギーを蓄え、蓄えた磁場エネルギーを電流としてコイル L の他端の接続先へ供給するチョップスイッチ Q 1、コイル L の他端と接続され、コイル L から供給される電流を一方向に整流し、この電流が流れる先を電源コンデンサ C 1 ~ C 3 の何れかに切り替える整流スイッチ S C R 1 ~ S C R 3、整流スイッチ S C R 1 ~ S C R 3 の切り替えを制御する昇圧制御部 1 0 7、を有する。

【 0 0 2 3 】

昇圧制御部 1 0 7 は、チョップスイッチ Q 1 のオンオフの切り替えと、整流スイッチ S C R 1 ~ S C R 3 の接続先とを制御する。

【 0 0 2 4 】

整流スイッチ S C R 1 ~ S C R 3 は、昇圧制御部 1 0 7 の指令によりコイル L から供給される電流先を電源コンデンサ C 1 ~ C 3 の何れかに切り替える。整流スイッチ S C R 1 ~ S C R 3 によりコイル L の他端と接続された電源コンデンサ C 1 ~ C 3 の何れかは、コイル L からの電流により充電される。その際、主電源の電圧よりも高い電圧で、整流スイッチ S C R 1 ~ S C R 3 により選択された電源コンデンサ C 1 ~ C 3 は充電される。昇圧制御部 1 0 7 の制御タイミングは後述する。

【 0 0 2 5 】

光源駆動回路 1 2 0 は、光源アレイ 1 3 0 を構成する複数の光源 L D 1 ~ L D 3、光源

10

20

30

40

50

L D 1 ~ L D 3 をそれぞれ駆動する光源駆動素子 Q 2 ~ Q 4、光源 L D 1 ~ L D 3 の発光を制御する発光制御部 1 2 1、を有する。光源 L D 1 ~ L D 3 は、それぞれ電源コンデンサ C 1 ~ C 3 の何れを電源として発光する。発光制御部 1 2 1 は、光源 L D 1 ~ L D 3 から発光する光源を選択する。

【 0 0 2 6 】

つまり、昇圧回路 1 0 5 は、コイル L と、チョップスイッチ Q 1 と、整流スイッチ S C R 1 ~ S C R 3 によりコイル L と接続された電源コンデンサ C 1 ~ C 3 の何れかと、により昇圧チョッパ回路を構成する。そして、充電された電源コンデンサ C 1 ~ C 3 が光源 L D 1 ~ L D 3 の電源となるので、昇圧回路 1 0 5 は、光源駆動回路 1 2 0 の電源回路である、ということもできる。

【 0 0 2 7 】

昇圧制御部 1 0 7、発光制御部 1 2 1 は、それぞれ測定制御部 2 0 2 から、光源切替信号及び発光信号の指令を受けて動作する。動作としては、光源切替信号によって発光する光源が選択され、発光信号によって発光タイミングが制御される。

【 0 0 2 8 】

L i D A R 装置 1 0 0 0 において、パルス幅が短い短パルスの発光波形を得る際、光源及び配線パターンの寄生インダクタンス又は寄生キャパシタンスによって、発光波形の立ち上がり速度が制限される。そこで、L i D A R 装置 1 0 0 0 においては、特に寄生インダクタンスの影響を少なくするため、電源コンデンサの充電電圧を数十 ~ 数百 [V] 以上に高電圧化している。また、発光周期を短くするためには、電源コンデンサの充電時に、コンデンサに流す電流量を大きくすることが効果的である。

【 0 0 2 9 】

ここで、一般的な車載等の用途では、電源電圧は高くても 4 8 [V] 以下が一般的であり、この電源電圧よりも高電圧を得るために一般的には昇圧 D C D C 回路を用いて駆動電圧を昇圧する。しかしながら、既述したように、昇圧 D C D C 回路の出力応答性の向上と回路規模の小型化とはトレードオフの関係があるので、昇圧 D C D C 回路を用いて、発光周期を短くしようとする小型化が困難であった。

【 0 0 3 0 】

本発明の実施の形態においては、選択昇圧部 1 1 0 の工夫によって従来実現が困難であった、電源コンデンサを充電する昇圧回路の小型化を実現している。また、半導体集積回路によっても実現可能である。

【 0 0 3 1 】

既述したように、本発明の実施の形態では、整流スイッチ S C R 1 ~ S C R 3 によって、昇圧チョッパ回路における充電コンデンサ（本発明の実施の形態における電源コンデンサ）を選択している。

【 0 0 3 2 】

この構成により、一つのコイルで複数の充電コンデンサを充電することができ、昇圧された電圧を複数の負荷へ供給できる、という効果を奏する。つまり、本発明の実施の形態は、S I M O (Single Inductor Multi Output) 技術である。既述したように、昇圧チョッパ回路におけるコイルは、昇圧エネルギーを蓄えるために大きな電流容量が必要となるので、部品のサイズが大型となる。そのコイルが一つで済むことは、小型化に対して有効である。また、本発明の実施の形態における選択昇圧部 1 1 0 を構成する部品のうち、コイル以外の構成部品は、すべて半導体集積技術によって集積可能な部品することが出来る。つまり、本発明の実施の形態では、選択昇圧部 1 1 0 について、コイルを外付け部品とし、他の集積回路で構成できることも小型化に対して大きなメリットとなる。

【 0 0 3 3 】

整流スイッチとしては、整流作用を持つダイオードと、M O S F E T - バイポーラトランジスタ等のスイッチと組み合わせても良いが、最も簡素に実現できる構成では、P N P N 構造のサイリスタを用いることが好ましい。サイリスタの機能として、一度ゲートを O N にすると、電流が流れきるまで導通が維持される。サイリスタの当該機能によって、1

10

20

30

40

50

パルス昇圧チョッパの動作において、昇圧動作が終了したタイミングでサイリスタが自動的にOFFする手順が確実にされるため、ゲート駆動回路が簡便になる。また、サイリスタは、PNPN構造であるため、集積化が容易であることもメリットとなる。

【0034】

図3は、本発明の実施の形態における光源駆動部100のタイミングチャートである。図2に示される光源駆動部100の動作順序は以下の通りである。

(1) ($t < t_1$) 昇圧制御部は、光源切替信号に基づいて、点灯する光源を少なくとも一つ選択する。

(2) ($t > t_1$) 昇圧制御信号S1によってチョッパスイッチQ1がONされ、昇圧コイルLに電流を印加する。電流は、時定数 L/R を持って上昇する(ここで、Rは、Q1のオン抵抗である)。

(3) ($t = t_2$) 昇圧コイルLに所定の電流値 I_{chg} が流れたとき、昇圧制御部は、チョッパスイッチQ1をOFFするとともに、整流スイッチSCR1~SCR3のいずれか一つをONする。整流スイッチを二つ同時にONすることもできるが、その場合充電される電圧は半分になる。ここでは、昇圧制御部は、切替信号G1をHighにして整流スイッチSCR1をONする。

(4) ($t < t_3$) 充電が完了したら、昇圧制御部は、切替信号G1をLowにして整流スイッチSCR1をOFFにする。

(5) ($t = t_3$) 発光信号により選択された光源に対応する光源駆動素子Q2~Q4をONにする。ここでは、発光制御部は、発光信号S2によってQ2をONにする。駆動コンデンサに充電されていた電荷が、光源に流れ込み、パルス状の発光波形が得られる。このとき、サイリスタはOFFのため、駆動コンデンサC1~C3の電圧値が無くなるまで、パルスを発光させる。

(6) ($t < t_4$) 昇圧制御部は、光源切替信号に基づいて、点灯する光源を少なくとも一つ選択する。

(7) ($t > t_4$) 昇圧制御信号S1によってチョッパスイッチQ1がONされ、昇圧コイルLに電流を印加する。電流は、時定数 L/R を持って上昇する。

(8) ($t = t_5$) 昇圧コイルLに所定の電流値 I_{chg} が流れたとき、昇圧制御部は、チョッパスイッチQ1をOFFするとともに、切替信号G2をHighにして整流スイッチSCR2をONする。

(9) ($t < t_6$) 充電が完了したら、切替信号G2をLowにして整流スイッチSCR2をOFFにする。

(10) ($t > t_6$) 発光信号S3により選択された光源に対応する駆動素子Q3をONにする。駆動コンデンサに充電されていた電荷が、光源に流れ込み、パルス状の発光波形が得られる。このとき、サイリスタはOFFのため、駆動コンデンサC2の電圧値が無くなるまで、パルスを発光させる。

(11) (1)に戻る。

【0035】

図4は、本発明の実施の形態における光源駆動部100の他の回路構成例を示す図である。図2の回路構成例の変形例として、誘導性素子としてインダクタではなく、トランスを用いた例を示す。

【0036】

図4に示されるようにトランスを用いた場合でも、本発明を実現できる。動作としては、トランスMの一次側にチョッパスイッチによって電流を流すと、二次側に巻き線比に応じた誘導電流が流れる。誘導電流の流れる方向を整流スイッチによって切替えることで、駆動コンデンサC1~C3を選択して昇圧できる。

【0037】

図5は、本発明の実施の形態における光源駆動部100のフィードバック回路の構成例を示す図であり、いくつかの要件を追加している。

【0038】

10

20

30

40

50

まず、Q 1 の寄生ダイオードを通して L に逆方向電流が流れるのを防ぐ整流素子 D を追加している。また、光源駆動素子を Q 2 のみとしている。そして、光源駆動素子を流れる駆動電流を整流して、光源 LD 1 ~ LD 3 に逆電圧が加わるのを防ぐ D 1 ~ D 3 を追加している。また、切替信号 G 1、G 2、G 3 に接続されるレベルシフト回路を追加している。レベルシフト回路は、サイリスタがオンした際に、ゲート - カソード間電圧が負電圧にならないよう電圧をレベルシフトするため回路である、一般的にはブートストラップ回路や、パルストランスを用いる。更に、昇圧された電圧値又は駆動電流を昇圧制御部 107 へフィードバックするフィードバック回路を追加している。

【0039】

フィードバック回路について、昇圧コイル L には、製造ばらつき、温度特性、電流特性等のインダクタンス変動要因が存在する。図 5 に示す回路では、これらの変動要因をキャンセルするために、昇圧された電圧値又は駆動電流を昇圧制御部 107 へフィードバックして、充電後の電源コンデンサの電圧を安定化する。

10

【0040】

昇圧制御部 107 へフィードバックする対象としては、昇圧された電圧（電源コンデンサの充電電圧）、パルス電流のピーク値又は光源の光出力等である。図 5 に示される構成では、少なくとも 1 つの電源コンデンサ（図 5 は C 1）の電圧を昇圧制御部 107 へフィードバックする。もし、 $C 1 = C 2 = C 3$ であれば、C 1 の電圧のフィードバックによって、どの駆動コンデンサも等しい電圧にすることができる。実際には、駆動コンデンサの容量のばらつきは数 [%] ~ 10 [%] と、コイルと比べて小さいばらつきなので、略同

20

【0041】

また、図 5 に示される構成では、シャント抵抗等の電流波形検出手段と、ピークホールド回路によって、光源 LD 1 ~ LD 3 に流れる発光電流のピーク値（ピーク電流）を昇圧制御部 107 へフィードバックする。このように、図 5 の光源駆動部 100 においては、フィードバック情報取得部を介して、電源コンデンサ C 1 の充電電圧がフィードバック電圧 V_{fb} として、光源 LD 1 ~ LD 3 に流れるピーク電流がフィードバック電流値 I_{fb} として昇圧制御部 107 へフィードバックされる。

【0042】

このように、電源コンデンサ C 1 の充電電圧や光源 LD 1 ~ LD 3 に流れるピーク電流を昇圧制御部 107 へフィードバックすることで、光源 LD 1 ~ LD 3 の発光光量を安定化することが出来る。電源コンデンサ C 1 の充電電圧と光源 LD 1 ~ LD 3 に流れるピーク電流との両方をフィードバックすることが望ましいが、どちらか一方であってもよい。あるいは、光源から発光された光量をモニタし、光量を電圧や電流に変換した信号を昇圧制御部 107 へフィードバックすることで発光光量を安定化する出力光量制御 APC（Auto Power Control）を実現できる。

30

【0043】

昇圧制御部 107 が行う出力制御手段として、PWM 等のパルス幅可変制御を行う。フィードバックされた値 V_{fb} 及び I_{fb} に応じて、チョップスイッチ Q 1 の ON 時間を可変して、出力を制御する。

40

【0044】

図 6 は、本発明の実施の形態における昇圧制御部の出力制御フローチャートである。図 6 は、図 5 に示された昇圧制御部のフィードバック制御動作を示す。目標値に対して、フィードバック量を比較し、目標値に近づくようにパルス幅によって出力制御する一般的な PWM 制御手順を示す。

【0045】

最初にステップ S 10 において、電源コンデンサの電圧 V_{fb} 又はピークホールドされた駆動電流のピーク電流値 I_{fb} を、AD 変換して取得する。続いて、取得した物理量と、目標値を比較（S 11）した後、補償値、すなわち昇圧信号 S 1 の ON 時間を演算によ

50

って求める (S 1 2) 。ステップ S 1 3 において、昇圧信号 S 1 の出力によって、チョップスイッチ Q 1 の ON 時間を制御するため、昇圧コイルを流れる電流値を制御し、出力電圧を制御できる。

【 0 0 4 6 】

なお、例えば発光周期が可変である場合は、S 1 の ON 時間のパルス周期も発光周期に応じて変わるため、パルス幅制御、すなわち、パルス周波数を可変するパルス幅変調により、チョップスイッチ Q 1 を ON / OFF 制御する。

【 0 0 4 7 】

以下、昇圧コイル L から供給される電流がチョップスイッチ Q 1 の ON 時間で制御できること、昇圧コイル L から供給される電流で昇圧される電圧が制御できることの理由を説明する。

【 0 0 4 8 】

昇圧チョップ回路は、昇圧コイルのエネルギーを駆動コンデンサに移動する過程で、昇圧する。昇圧コイルのエネルギー量を W_L と定義し、駆動コンデンサのエネルギー量を W_C と定義する。チョップスイッチによって昇圧コイルに電流を流すと、昇圧コイルのエネルギー量 W_L は、次の式で表せる。I はコイルを流れる電流、L はコイルインダクタンスである。

$$W_L = 1 / 2 * L * I ^ 2$$

コンデンサのエネルギー量 W_C は次の式で表せる。C はコンデンサキャパシタンス、V はコンデンサの両端電圧である。

$$W_C = 1 / 2 * C * V ^ 2$$

チョップスイッチ Q 1 を OFF にすると同時に、整流手段で電流の流れる方向を整流し、コンデンサにエネルギーを移動させる。このときの効率は 100% に近い値であり、 $W_L = W_C$ と考えると、昇圧された後の電圧 V は次の式で表せる。

$$V = I * \text{sqrt} (L / C)$$

以上で、昇圧される電圧 V が、コイルを流れる電流 I で制御できることがわかる。

【 0 0 4 9 】

図 7 は、本発明の実施の形態における光源駆動部 100 において、電源コンデンサ C 1 ~ C 3 の充電電圧を安定化させる回路の構成例を示す図である。電源コンデンサの充電電圧をフィードバックするのではなく、昇圧電圧と同じ電圧 V_{clamp} の電源を別途用意し、電源コンデンサ C 1 ~ C 3 をクランプすることで、電源コンデンサ C 1 ~ C 3 の充電電圧を安定化する。光源 LD 1 ~ LD 3 を駆動する電流は、昇圧回路 105 から供給されるので、このクランプ電源には、光源を駆動するための電流容量は必要ない。電源コンデンサ C 1 ~ C 3 の容量の差によらず、電源コンデンサ C 1 ~ C 3 すべてを一定電圧にできる効果がある。一方、安定化電圧 V_{clamp} を供給する電源が別途必要であること、またクランプされた電力を別途消費する必要があること等デメリットも存在する。クランプ電源は、例えば別コイルを有する昇圧電源を追加する方法、図 4 に示される C 1 昇圧インダクタ L を使って SIMO 電源を構成する方法等で実現すればよい。

【 0 0 5 0 】

図 8 は、本発明の実施の形態における選択スイッチの構成例を示す図である。本発明の実施の形態においては、選択スイッチを pnpn 構造によって実現できるサイリスタを採用する。サイリスタは、一方向に電流を整流する作用があり、一度 ON すると、電流が 0 になるまで導通し続ける性質を持つ。当該性質によって、本発明の 1 パルス昇圧動作を確実に、かつ自動的に完了することが可能になる。

【 0 0 5 1 】

図 9 は、本発明の実施の形態における光源駆動部 100 を集積化する回路の構成例を示す図である。昇圧制御部と、選択スイッチ及び整流スイッチは、すべて半導体技術によって集積可能である。複数の容量性負荷 C 1 ~ C 3、昇圧エネルギーを蓄えるコイル L は、キャパシタンス又は許容電流が大きく、集積化が困難であるため、外付けの素子とすることが好ましい。当該集積化によって、駆動回路の部品面積を効果的に削減できるため、装

10

20

30

40

50

置のトータルサイズの小型化が可能になる。

【 0 0 5 2 】

図 1 0 は、本発明の実施の形態における負荷としての光源アレイの構成例を示す図である。

レーザダイオードのアノード配線、あるいはカソード配線を同一電極に集積する（コモン配線）ことで、1チップ上に複数光源を作製できる。効果として、複数光源を正確な位置精度で配列できること、パッケージ実装の工程が少なくなること、がある。

【 0 0 5 3 】

さらに駆動回路においては、供給電流が数十 [A] の駆動素子を、単に並列化するよりも少なくできるため、駆動回路の部品面積を低減できる効果が得られる。

10

【 0 0 5 4 】

上述のように、本発明の実施の形態によれば、光源アレイを駆動するコイル及びコンデンサで構成される昇圧チョッパ回路において、一つのコイルに対してコンデンサを複数設け、昇圧回路を構成するコンデンサを、整流作用を有するスイッチによって切り替えながら昇圧を行なう、という構成によって、昇圧回路の小型化、集積化、コストダウンが可能となる。すなわち、光源アレイを発光する発光装置において、昇圧電源部を小型化することができる。

【 0 0 5 5 】

なお、本発明の実施の形態において、主電源は、第一の電源の一例である。クランプ電源は、第二の電源の一例である。昇圧制御部 1 0 7 又は発光制御部 1 2 1 は、制御部の一例である。L i D A R 装置 1 0 0 0 は、距離計測装置の一例である。チョッパスイッチは、スイッチ素子の一例である。整流スイッチは、選択スイッチの一例である。電源コンデンサは、容量性素子の一例である。

20

【 0 0 5 6 】

以上、本発明の実施例について詳述したが、本発明は斯かる特定の実施形態に限定されるものではなく、特許請求の範囲に記載された本発明の要旨の範囲内において、種々の変形・変更が可能である。

【 符号の説明 】

【 0 0 5 7 】

1 0 0 0	L i D A R 装置	30
1 0 0	光源駆動部	
1 0 5	昇圧回路	
1 0 7	昇圧制御部	
1 1 0	選択昇圧部	
1 2 0	光源駆動回路	
1 2 1	発光制御部	
1 3 0	光源アレイ	
2 0 1	E C U	
2 0 2	測定制御部	
2 0 3	照射光学系	40
2 0 4	受光光学系	
2 0 5	受光素子	
2 0 6	受光回路	

30

40

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 5 8 】

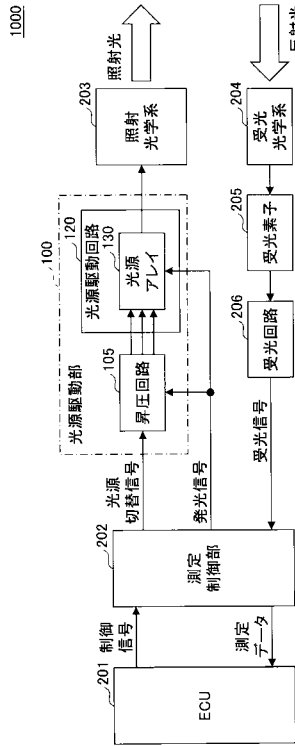
【 特許文献 1 】 特許第 3 9 7 5 6 6 9 号公報

【 特許文献 2 】 特開 2 0 0 9 - 1 7 0 8 7 0 号公報

【 特許文献 3 】 特開 2 0 1 6 - 1 5 2 3 3 6 号公報

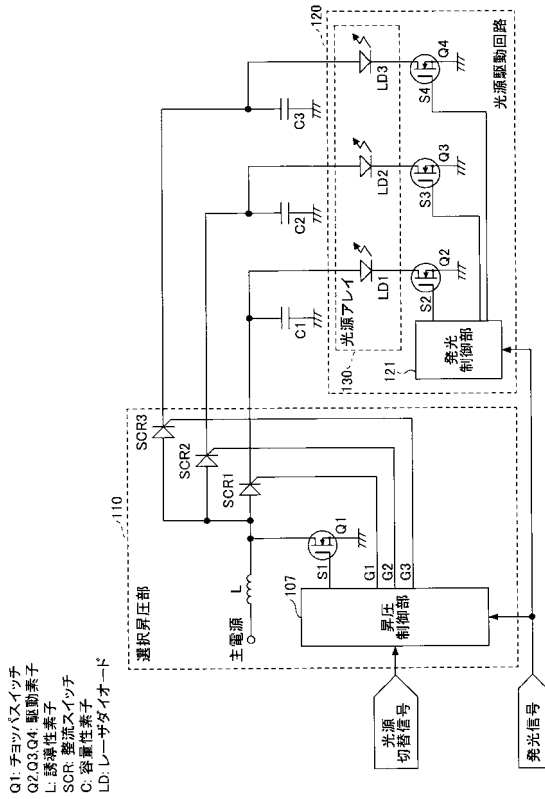
【 図 1 】

本発明の実施の形態におけるLiDAR装置1000の全体構成例を示す図



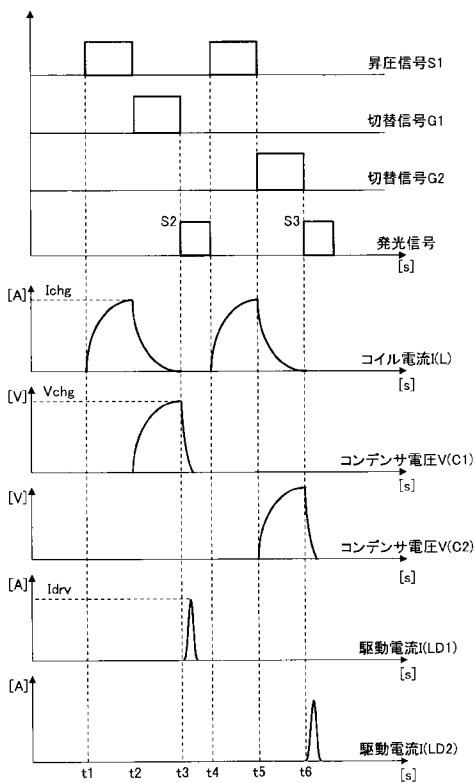
【 図 2 】

本発明の実施の形態における光源駆動部100の回路構成例を示す図



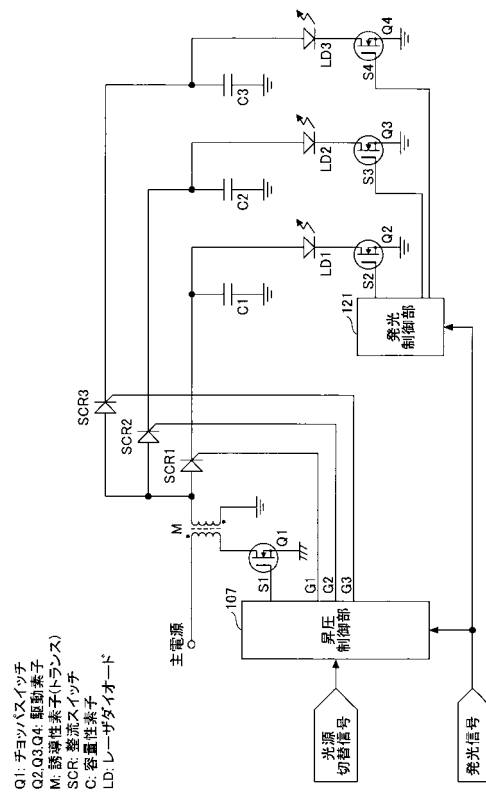
【 図 3 】

本発明の実施の形態における光源駆動部100のタイミングチャート



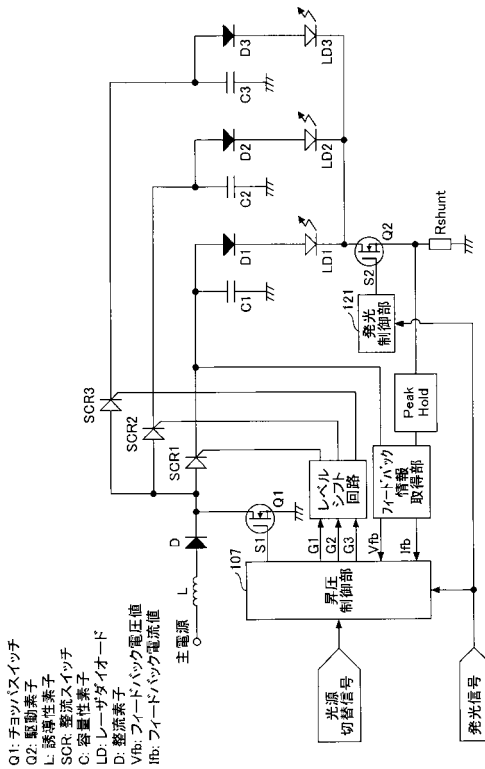
【 図 4 】

本発明の実施の形態における光源駆動部100の他の回路構成例を示す図



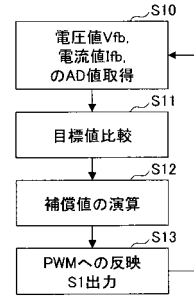
【 図 5 】

本発明の実施の形態における
光源駆動部100のフィードバック回路の構成例を示す図



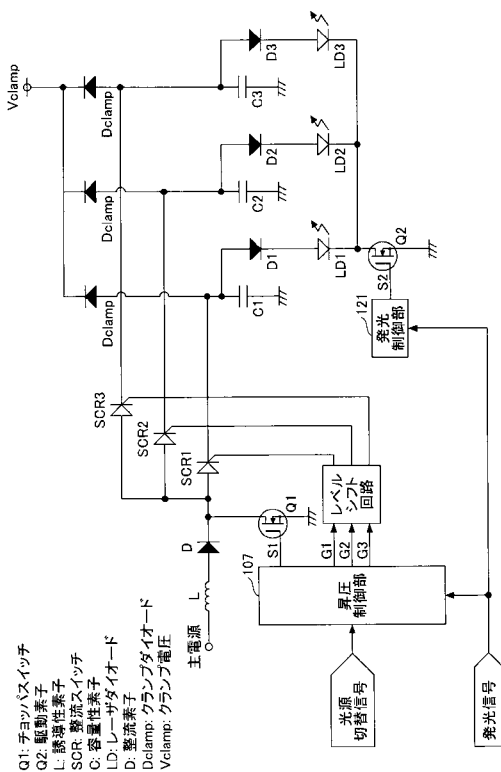
【 図 6 】

本発明の実施の形態における昇圧制御部の出力制御フローチャート



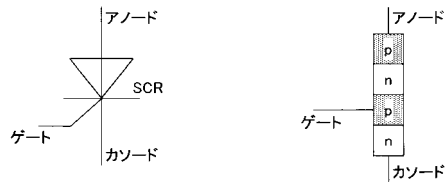
【 図 7 】

本発明の実施の形態における
光源駆動部100を安定化させる回路の構成例を示す図



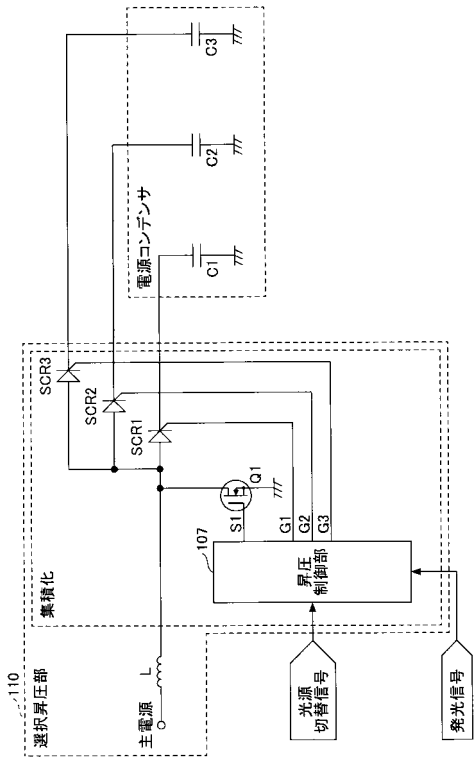
【 図 8 】

本発明の実施の形態における選択スイッチの構成例を示す図



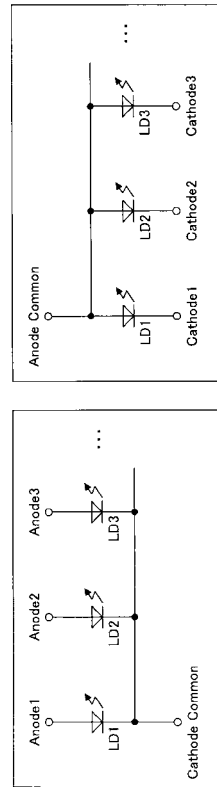
【 図 9 】

本発明の実施の形態における
光源駆動部100を集積化する回路の構成例を示す図



【 図 10 】

本発明の実施の形態における負荷としての光源アレイの構成例を示す図



フロントページの続き

Fターム(参考) 5J084 AA05 AC02 AD01 BA04 CA03 DA01 DA08 DA09 EA31