

(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2013-223003

(P2013-223003A)

(43) 公開日 平成25年10月28日(2013.10.28)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
H03M 1/66 (2006.01)	H03M 1/66	5 J 0 2 2
H03M 1/74 (2006.01)	H03M 1/74	

審査請求 有 請求項の数 5 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2012-91762 (P2012-91762)	(71) 出願人	390005175
(22) 出願日	平成24年4月13日 (2012. 4. 13)		株式会社アドバンテスト
			東京都練馬区旭町 1 丁目 3 2 番 1 号
		(71) 出願人	000233295
			株式会社日立情報通信エンジニアリング
			神奈川県横浜市西区みなとみらい二丁目 3 番 3 号
		(74) 代理人	100091672
			弁理士 岡本 啓三
		(72) 発明者	佐藤 高雅
			東京都練馬区旭町 1 丁目 3 2 番 1 号 株式
			会社アドバンテスト内
		(72) 発明者	吉野 亮三
			神奈川県横浜市戸塚区戸塚町 3 9 3 番地
			日立情報通信エンジニアリング株式会社内
			最終頁に続く

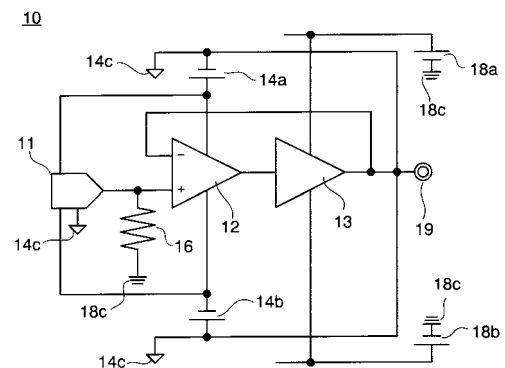
(54) 【発明の名称】 D A変換装置及びそれを用いた電子ビーム露光装置

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】高速且つ高電圧の D A 変換装置を提供する。

【解決手段】電流出力の D A 変換器 1 1 と、 D A 変換器の出力電流に応じた電圧を発生させる低電圧動作の高速オペアンプ 1 2 と、高速オペアンプの出力端子に接続された高電圧動作するバッファアンプ 1 3 とを設けた D A 変換装置 1 0 において、 D A 変換器及び高速オペアンプの駆動用の電源として、電源系統から分離された正及び負のフローティング電源 1 4 a、1 4 b を設ける。さらに、このフローティング電源の電位の中点の部分をバッファアンプの出力端子に接続することで、 D A 変換器と高速オペアンプとがバッファアンプの出力電圧を中心に動作するようにした。

【選択図】図 2



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

電流出力型の D A 変換器と、

非反転入力端子が前記 D A 変換器に接続され、反転入力端子が外部へ出力信号を出力する外部出力部に接続され、前記 D A 変換器の出力電流に応じた電圧を前記外部出力部に発生させるオペアンプと、

前記オペアンプの出力端子に接続されたバッファアンプと、

前記 D A 変換器及び前記オペアンプに正及び負の電源電圧を供給するとともに、前記正及び負の電源電圧の midpoint の部分が前記バッファアンプの出力端子と接続されたフローティング電源と、

を備えることを特徴とする D A 変換装置。

10

【請求項 2】

前記バッファアンプに正及び負の電源電圧を供給する電源装置を更に備え、

前記バッファアンプの電源装置の電源電圧の絶対値は、前記フローティング電源の電源電圧の絶対値よりも大きいことを特徴とする請求項 1 に記載の D A 変換装置。

【請求項 3】

前記バッファアンプの電源装置の接地配線と前記非反転入力端子との間に接続された抵抗器を更に有することを特徴とする請求項 2 に記載の D A 変換装置。

【請求項 4】

前記電源装置の接地配線と前記フローティング電源の正の電圧を出力する部分との間に直列に接続された第 1 抵抗器及び第 2 抵抗器と、

20

前記バッファアンプの出力端子と前記 midpoint との間に直列に接続された第 3 抵抗器及び第 4 抵抗器と、を更に備え、

前記オペアンプの非反転入力端子は前記 D A 変換装置の出力端子と、前記第 1 抵抗器及び第 2 抵抗器の間と、に接続され、

前記オペアンプの反転入力端子は前記第 3 抵抗器及び第 4 抵抗器の間に接続されていることを特徴とする請求項 2 に記載の D A 変換装置。

【請求項 5】

前記外部出力部は、前記バッファアンプの出力端子と接続されていることを特徴とする請求項 4 に記載の D A 変換装置。

30

【請求項 6】

前記外部出力部は、前記オペアンプの出力端子と接続されていることを特徴とする請求項 4 に記載の D A 変換装置。

【請求項 7】

電子ビームを放出する電子銃と、

前記電子ビームを偏向させる静電偏向器と、

前記静電偏向器に印加する電圧を制御する制御部と、

を備えた電子ビーム露光装置であって、前記制御部は、

電流出力型の D A 変換器と、非反転入力端子が前記 D A 変換器に接続され、反転入力端子が外部へ出力信号を出力する外部出力部に接続され、前記 D A 変換器の出力電流に応じた電圧を前記外部出力部に発生させるオペアンプと、前記オペアンプの出力端子に接続されたバッファアンプと、前記 D A 変換器及び前記オペアンプに正及び負の電源電圧を供給するとともに、前記正及び負の電源電圧の midpoint の部分が前記バッファアンプの出力端子と接続されたフローティング電源と、を備えた D A 変換装置を、

40

有することを特徴とする電子ビーム露光装置。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、D A 変換装置及びそれを用いた電子ビーム露光装置に関する。

【背景技術】

50

【 0 0 0 2 】

高速性が要求される D A 変換装置では、高速化が容易な電流出力型の D A コンバータを備え、その出力電流をオペアンプによる電流電圧変換回路で電圧に変換して出力している。

【 0 0 0 3 】

ところで、電子ビーム露光装置等の電子ビーム偏向回路や、MRI (magnetic resonance imaging) 装置等の制御回路では、例えば数十 V ~ 数百 V といった比較的高い出力電圧が求められる場合がある。

【 0 0 0 4 】

このような用途に用いられる D A 変換装置では、電流電圧変換回路に高電圧で動作可能なオペアンプが用いられている。

【 0 0 0 5 】

しかし、市販されている高電圧のオペアンプは動作速度が遅く、D A 変換装置の動作速度が制約されるという問題がある。

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 0 6 】

【 特許文献 1 】 特開 2 0 1 0 - 1 9 3 2 5 9 号 公 報

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 7 】

そこで、高電圧の出力が可能で動作速度に優れた D A 変換装置を提供することを目的とする。

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 0 8 】

一観点によれば、電流出力型の D A 変換器と、非反転入力端子が前記 D A 変換器に接続され、反転入力端子が外部へ出力信号を出力する外部出力部に接続され、前記 D A 変換器の出力電流に応じた電圧を前記外部出力部に発生させるオペアンプと、前記オペアンプの出力端子に接続されたバッファアンプと、前記 D A 変換器及び前記オペアンプに正及び負の電源電圧を供給するとともに、前記正及び負の電源電圧の midpoint の部分が前記バッファアンプの出力端子と接続されたフローティング電源と、を備える D A 変換装置が提供される。

【 0 0 0 9 】

また、別の一観点によれば、電子ビームを放出する電子銃と、前記電子ビームを偏向させる静電偏向器と、前記静電偏向器に印加する電圧を制御する制御部とを備えた電子ビーム露光装置であって、前記制御部は、電流出力型の D A 変換器と、非反転入力端子が前記 D A 変換器に接続され、反転入力端子が外部へ出力信号を出力する外部出力部に接続され、前記 D A 変換器の出力電流に応じた電圧を前記外部出力部に発生させるオペアンプと、前記オペアンプの出力端子に接続されたバッファアンプと、前記 D A 変換器及び前記オペアンプに正及び負の電源電圧を供給するとともに、前記正及び負の電源電圧の midpoint の部分が前記バッファアンプの出力端子と接続されたフローティング電源と、を備えた D A 変換装置を有する電子ビーム露光装置が提供される。

【 発明の効果 】

【 0 0 1 0 】

上記観点の D A 変換装置によれば、D A 変換器と D A 変換器の出力電流を電圧に変換するオペアンプとが、バッファアンプの出力電圧に応じて電位が変化するフローティング電源によって駆動される。

【 0 0 1 1 】

そのため、バッファアンプの出力電圧がオペアンプの耐圧を大幅に逸脱してもオペアンプが正常に動作するため、耐圧が低く動作速度に優れたオペアンプで外部出力部の出力

10

20

30

40

50

電圧の制御を行える。

【0012】

これにより、出力電圧が安定化するまでのセトリングタイムを短縮でき、高電圧出力が可能で動作速度に優れたDA変換装置が得られる。

【0013】

また、上記観点のDA変換装置を静電偏向器の制御回路に用いることで、電子ビームの走査速度が向上し、電子ビーム露光装置の生産性が向上する。

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図1】図1は、予備的事項に係るDA変換装置の回路図である。

10

【図2】図2は、第1実施形態に係るDA変換装置の回路図である。

【図3】図3は、図1のDA変換装置の動作を示す回路図である。

【図4】図4は、第2実施形態に係るDA変換装置の回路図である。

【図5】図5は、図4のDA変換装置の動作を説明する図である。

【図6】図6は、第3実施形態に係るDA変換装置の回路図である。

【図7】図7は、第4実施形態に係る電子ビーム露光装置のブロック図である。

【発明を実施するための形態】

【0015】

実施形態の説明に先立って、予備的事項について説明する。

【0016】

20

図1は、予備的事項に係るDA変換装置80の回路図である。

【0017】

このDA変換装置80は、電流出力型のDA変換器81を備え、その出力端子はオペアンプ82の反転入力端子に接続されている。そのオペアンプ82の反転入力端子は、抵抗器83を介してオペアンプ82の出力端子と接続されており、閉じたフィードバックループ（閉ループ）を形成している。一方、オペアンプ82の非反転入力端子は、接地配線88cと接続されている。

【0018】

また、オペアンプ82及びDA変換器81には、第1電源88a及び第2電源88bとが接続されている。第1電源88aは接地配線88cの電位を基準に正の電圧Vを発生させ、第2電源88bは接地配線88cの電位を基準に負の電圧-Vを発生させる。

30

【0019】

このようなDA変換装置80において、DA変換器81の出力電流は、抵抗器83を介してオペアンプ82の出力端子側に流れ込む。

【0020】

オペアンプ82は、閉ループ条件の下で動作しているため、反転入力端子の電圧が非反転入力端子の電圧と等しくなるように出力端子の電圧を制御する。そのため、オペアンプ82の出力端子からは、DA変換器81の出力電流と抵抗器83の抵抗値との積に応じた電圧が出力される。

【0021】

40

このようにして、DA変換器81の出力電流がオペアンプ82によって電圧に変換される。

【0022】

ところで、DA変換装置80を電子ビーム露光装置の静電偏向器等の駆動回路として用いる場合には、DA変換装置80には、例えば ± 40 や、 ± 250 Vといった高電圧での出力が求められる。その場合には、オペアンプ82として高電圧のオペアンプを用いる必要がある。

【0023】

しかし、市販されている高電圧のオペアンプは、動作速度が遅いという問題がある。

【0024】

50

例えば、耐圧が $\pm 6\text{ V}$ 程度の市販のオペアンプではゲインバンド幅が 500 MHz 程度であるのに対し、耐圧が $\pm 40\text{ V}$ 程度のオペアンプのゲインバンド幅は 100 MHz 程度しかなく、高電圧のオペアンプでは動作速度が遅い。

【0025】

そのため、高電圧で動作するオペアンプを用いたDA変換装置80では、出力電圧の変化後に、オーバーシュートやリングなどの電圧変動が発生し、その収束までのセトリング時間が長くなり、高速に動作させることが困難である。

【0026】

以下、実施形態について説明する。

【0027】

10

(第1実施形態)

図2は、第1実施形態に係るDA変換装置の回路図である。

【0028】

図2に示すように、本実施形態のDA変換装置10は、能動素子として、DA変換器11と、高速オペアンプ12と、バッファアンプ13とを備えている。

【0029】

DA変換器11は、電流出力型のDAコンバータであり、その出力端子は高速オペアンプ12の非反転入力端子に接続されている。

【0030】

高速オペアンプ12は、耐圧が数V程度と比較的低く、且つゲインバンド幅が数百MHz以上の高速なオペアンプである。この高速オペアンプ12には、例えば、耐圧が $\pm 5\text{ V}$ 程度で、ゲインバンド幅が 600 MHz 程度の市販のオペアンプを使用できる。

20

【0031】

高速オペアンプ12の出力端子はバッファアンプ13に接続されており、反転入力端子はバッファアンプ13の出力端子に接続されて閉ループを形成している。また、高速オペアンプ12の非反転入力端子と接地配線18cとの間には、抵抗器16が接続されている。

【0032】

バッファアンプ13の出力端子は、DA変換装置10が外部の機器に接続される外部出力部19に接続されている。このバッファアンプ13は、数十Vから数百Vの比較的高い電源電圧で動作する電力増幅回路であり、例えば一对のp型トランジスタ及びn型トランジスタを用いたプッシュプル回路や、ゲインを1程度に設定した高電圧のオペアンプ等を用いることができる。

30

【0033】

そのバッファアンプ13には、第1電源18a及び第2電源18bが接続されている。第1電源18aは、接地配線18cとの間で正の電圧 V_{1+} を発生し、第2電源18bは接地配線18cとの間で負の電圧 V_{1-} を発生させる。この電圧 V_{1+} 及び電圧 V_{1-} は、例えば $\pm 40\text{ V}$ や、 $\pm 250\text{ V}$ といった比較的高い電圧である。

【0034】

本実施形態のDA変換装置10は、更に第1電源18a及び第2電源18bから独立した、第1フローティング電源14aと第2フローティング電源14bとを備えている。

40

【0035】

第1フローティング電源14a及び第2フローティング電源14bとしては、例えば電池等を用いることができる。これらの第1及び第2フローティング電源14a、14bは、中点14cを挟んで直列に接続されている。そして、第1フローティング電源14aは中点14cの電位を基準にして正の電圧 V_{2+} を発生させ、第2フローティング電源14bは中点14cの電位を基準にして負の電圧 V_{2-} を発生させる。

【0036】

フローティング電源14a、14bからの電力は、DA変換器11及び高速オペアンプ12に供給され、DA変換器11及び高速オペアンプ12は中点14cの電位を基準に動

50

作する。

【 0 0 3 7 】

フローティング電源 1 4 a、1 4 b の電圧は、入手可能なオペアンプの耐圧によって適宜設定すればよく、特に限定されないが、例えば $\pm 5 \text{ V}$ 程度とすることができる。

【 0 0 3 8 】

さらに、本実施形態の D A 変換装置 1 0 では、中点 1 4 c がバッファアンプ 1 3 の出力端子と接続されており、中点 1 4 c の接地配線 1 8 c に対する電位はバッファアンプ 1 3 の出力電圧に応じて変動する。

【 0 0 3 9 】

したがって、D A 変換器 1 1 及び高速オペアンプ 1 2 は、バッファアンプ 1 3 の出力端子の電位を中心に動作する。

10

【 0 0 4 0 】

以下、D A 変換装置 1 0 の動作を説明する。ここに、図 3 は D A 変換装置 1 0 の動作を示す回路図である。

【 0 0 4 1 】

図 3 に示すように、D A 変換器 1 1 は、入力されたデジタル信号に基づいて、所定の電流 i_s を出力する。出力された電流 i_s は、抵抗器 1 6 を介して接地配線 1 8 c に流れ込む。その電流 i_s は第 1 電源 1 8 a を経てバッファアンプ 1 3 の出力端子に流れ、中点 1 4 c 及び第 1 フローティング電源 1 4 a を経て D A 変換器 1 1 に戻る経路で流れる。

【 0 0 4 2 】

この電流 i_s により抵抗器 1 6 の両端に電位差が発生し、高速オペアンプ 1 2 の非反転入力端子の電位が接地配線 1 8 c よりも高くなる。

20

【 0 0 4 3 】

これにより、高速オペアンプ 1 2 の出力が増加して、バッファアンプ 1 3 の出力端子の電圧が増加する。高速オペアンプ 1 2 は、バッファアンプ 1 3 を介して閉ループ状態で動作しているため、バッファアンプ 1 3 の出力端子と高速オペアンプ 1 2 の非反転入力端子とが同じ電圧となる。そして、D A 変換器 1 1 の出力電流 i_s と抵抗器 1 6 の抵抗値との積に等しい電圧が D A 変換装置 1 0 の外部出力部 1 9 から出力される。

【 0 0 4 4 】

この過程で、中点 1 4 c の電位がバッファアンプ 1 3 の出力端子の電位に追従して変化するので、高速オペアンプ 1 2 及び D A 変換器 1 1 がバッファアンプ 1 3 の出力端子の電位を中心に動作する。

30

【 0 0 4 5 】

したがって、バッファアンプ 1 3 の出力端子の電位が高速オペアンプ 1 2 の耐圧を大きく逸脱する場合であっても、高速オペアンプ 1 2 に耐圧を超える電圧が加わることはなく、高速オペアンプ 1 2 が正常に動作する。

【 0 0 4 6 】

その結果、高電圧のオペアンプにみられるようなオーバーシュートやリングングは、高速オペアンプ 1 2 のフィードバック制御で素早く収束され、出力電圧が安定化するまでのセトリング時間が大幅に短縮される。

40

【 0 0 4 7 】

これにより、高電圧の出力が可能であって高速性に優れた D A 変換装置が得られる。

【 0 0 4 8 】

(第 2 実施形態)

図 4 は、第 2 実施形態に係る D A 変換装置の回路図である。

【 0 0 4 9 】

この D A 変換装置 2 0 は、D A 変換器の出力電流の向きが変えられない場合であっても、正及び負の出力電圧が得られるようになっている。

【 0 0 5 0 】

以下、D A 変換装置 2 0 の各部について説明する。なお、図 4 において図 2 の D A 変換

50

装置 10 と同様の構成には同一の符号を付してその詳細な説明は省略する。

【0051】

図 4 に示すように、DA 変換装置 20 は、DA 変換器 21 と、高速オペアンプ 12 と、バッファアンプ 13 と、フローティング電源 14a、14b と、第 1 ～ 第 4 抵抗器 41、42、43、44 とを備える。

【0052】

第 1、第 2 フローティング電源 14a、14b は中点 14c を挟んで直列に接続されており、その中点 14c は直列に接続された第 3 抵抗器 43 及び第 4 抵抗器 44 を介してバッファアンプ 13 の出力端子に接続されている。

【0053】

また、第 1 フローティング電源 14a の正極側は、直列に接続された第 1 抵抗器 41 及び第 2 抵抗器 42 を介して接地配線 18c と接続されている。

【0054】

DA 変換器 21 は、差動電流出力型の DA コンバータであり、その一方の出力端子が高速オペアンプ 12 の非反転入力端子に接続され、他方の出力端子が中点 14c に接続されている。

【0055】

高速オペアンプ 12 の非反転入力端子は第 1 抵抗器 41 と第 2 抵抗器 42 との間に接続されており、高速オペアンプ 12 の反転入力端子は第 3 抵抗器 43 及び第 4 抵抗器 44 の間に接続されている。また、高速オペアンプ 12 の出力端子はバッファアンプ 13 に接続されている。

【0056】

また、バッファアンプ 13 は、出力端子が外部出力部 19 に接続されている。このバッファアンプ 13 は、第 1 電源 18a 及び第 2 電源 18b からの電力で動作する。

【0057】

以下、DA 変換装置 20 の動作を説明する。ここに、図 5 は図 4 に示す DA 変換装置 20 の動作を説明する回路図である。

【0058】

図 5 に示すように、DA 変換器 11 の一方の出力端子からからは矢印に示す向きの電流 $i_{s^{+}}$ が出力され、他方の出力端子からは矢印に示す $i_{s^{-}}$ の電流が出力される。

【0059】

この電流 $i_{s^{+}}$ は、第 1 抵抗器 41 から流れ込み、正のフローティング電源 14a から接地配線 18c に向けて流れるバイアス電流 i_b から $i_{s^{+}}$ を減ずる。第 2 抵抗器 42 には、この残りの電流 ($i_b - i_{s^{+}}$) が流れる。

【0060】

電流 ($i_b - i_{s^{+}}$) は、図示の矢印のように接地配線 18c、第 1 電源 18a、バッファアンプ 23、第 4 抵抗器 44、第 3 抵抗器 43、及び中点 14c に至る経路を流れる。

【0061】

一方、電流 $i_{s^{-}}$ は、DA 変換器 21 を経て電流 $i_{s^{-}}$ として中点 14c に流れ、中点 14c で電流 ($i_b - i_{s^{+}}$) と合流する。

【0062】

ここで、($i_b - i_{s^{+}}$) = 0 の場合には、第 2 抵抗器 42 に流れる電流は 0 となり、第 2 抵抗器 42 に電位差は発生しない。そのため、高速オペアンプ 12 の非反転入力端子は接地配線 18c と同電位の 0V となる。

【0063】

高速オペアンプ 12 の出力端子と反転入力端子は、バッファアンプ 13 及び第 4 抵抗器 44 を介して接続されており、閉ループを形成している。そのため、高速オペアンプ 12 の反転入力端子の電圧も非反転入力端子と同電位の 0V となる。

【0064】

10

20

30

40

50

この状態では第 3 抵抗器 4 3 には電流が流れず、フローティング電源の midpoint 1 4 c の電位は接地配線 1 8 c と同電位の 0 V となる。

【 0 0 6 5 】

この状態から、D A 変換器 2 1 の電流出力 i_s^+ 及び i_s^- を変化させると、変化させた電流量に応じた電圧出力が得られる。

【 0 0 6 6 】

以下、D A 変換器 2 1 の出力電流 i_s^+ の変化に対する出力電圧の変化について説明する。

【 0 0 6 7 】

ここでは、D A 変換器 2 1 の出力電流を i_s^+ とし、第 1 ~ 第 4 抵抗 4 1、4 2、4 3、4 4 の抵抗値をそれぞれ R_1 、 R_2 、 R_3 、 R_4 とする。また、高速オペアンプ 1 2 の非反転入力端子の電位を V_i^+ 、反転入力端子の電位を V_i^- とし、バッファアンプ 1 3 の電位を V_o とする。さらに、フローティング電源の midpoint 1 4 c の電位を V_f とする。なお、ここでの電位は接地配線 1 8 c を基準とした電位をいうものとする。

【 0 0 6 8 】

また、第 1 フローティング電源 1 4 a の電圧（起電力）を V_2^+ とし、第 2 フローティング電源 1 4 b の電圧（起電力）を V_2^- とする。また、第 1 フローティング電源 1 4 a から第 1 抵抗器 4 1 に流れるバイアス電流を i_b とする。

【 0 0 6 9 】

まず、バイアス電流 i_b を求める。高速オペアンプ 1 2 の非反転入力端子及び反転入力端子の電位が同じことに着目すると、バイアス電流 i_b は、第 1 抵抗器 4 1、第 3 抵抗器 4 3 の抵抗値及び D A 変換器 2 1 の出力電流 i_s^+ を用いて以下の式（ 1 ）のように表せる。

【 0 0 7 0 】

【 数 1 】

$$i_b = \frac{V_2^+ - R_3(i_b - i_s^+)}{R_1} \quad \cdots (1)$$

【 0 0 7 1 】

これを i_b について解くことで、 i_b が下記の式（ 2 ）のように求まる。

【 0 0 7 2 】

【 数 2 】

$$i_b = \frac{V_2^+ + i_s^+ R_3}{R_1 + R_3} \quad \cdots (2)$$

【 0 0 7 3 】

次に、高速オペアンプ 1 2 の非反転入力端子の電位 V_i^+ を求める。

【 0 0 7 4 】

高速オペアンプ 1 2 の入力が高インピーダンスなので、電流（ $i_b - i_s^+$ ）はすべて第 2 抵抗器 4 2 に流れるとみなせる。そのため、高速オペアンプ 1 2 の非反転入力端子の電位 V_i^+ は、下記の式（ 3 ）で表される。

【 0 0 7 5 】

【 数 3 】

$$V_i^+ = (i_b - i_s^+) R_2 \quad \cdots (3)$$

【 0 0 7 6 】

式（ 2 ）を式（ 3 ）式に代入することにより、非反転入力端子の電位 V_i^+ が下記の式（ 4 ）のように求まる。

【 0 0 7 7 】

10

20

30

40

50

【数 4】

$$V_i^+ = \left(\frac{V_2^+ + i_s^+ R_3}{R_1 + R_3} - i_s^+ \right) R_2 \quad \cdots (4)$$

【0078】

また、バッファアンプ 13 の出力端子の電位 V_o は下記の式 (5) で表される。

【0079】

【数 5】

$$V_o = R_4 (i_b - i_s^+) + V_i^+ \quad \cdots (5)$$

10

【0080】

式 (2) を式 (5) に代入して整理すると、バッファアンプ 13 の出力端子の電位 V_o を表す下記の式 (6) が得られる。

【0081】

【数 6】

$$V_o = (R_4 - R_2) \left(\frac{V_2^+ - i_s^+ R_1}{R_1 + R_3} \right) \quad \cdots (6)$$

20

【0082】

このとき、高速オペアンプ 12 の動作基準点であるフローティング電源の midpoint 14 c の電位 V_f は下記の式 (7) で表される。

【0083】

【数 7】

$$V_f = V_i^+ - R_3 (i_b - i_s^+) \quad \cdots (7)$$

【0084】

30

この式 (7) に、式 (2) 及び式 (4) を代入することで、midpoint 14 c の電位 V_f を表す下記の式 (8) が得られる。

【0085】

【数 8】

$$V_f = (R_2 - R_3) \left(\frac{V_2^+ - i_s^+ R_1}{R_1 + R_3} \right) \quad \cdots (8)$$

【0086】

バッファアンプ 13 の出力端子の電位 V_o を表す式 (6) と midpoint 14 c の電位 V_f を表す式 (8) とを比較すると、midpoint 14 c の電位 V_f は出力端子 V_o に応じて変化することがわかる。

40

【0087】

以下、 R_1 を 1 k Ω 、 R_2 を 4 k Ω 、 R_3 を 5 Ω 、 R_4 を 20 Ω とし、第 1 フローティング電源 14 a の電圧 V_2^+ を 5 V、第 2 フローティング電源 14 b の電圧 V_2^- を -5 V としたときの外部出力部 19 の電圧 V_o 及び midpoint 14 c の電位 V_f の計算結果を下記の表に示す。

【0088】

なお、計算に当たって、高速オペアンプ 12 のゲインを 80 dB とし、バッファアンプ 13 のゲインは 0.99 とした。

【0089】

50

【表 1】

i_{s+} [mA]	V_o [V]	V_f [V]
0	20	19.87562
2.5	10	9.93781
5	0	0
7.5	-10	-9.9378
10	-20	-19.87562

10

【0090】

上記の計算結果から、DA変換器21の0～10[mA]の出力電流に対してバッファアンプ13の出力端子の電位が20[V]～-20[V]の範囲で変化することがわかる。そして、高速オペアンプ12及びDA変換器21の動作の基準となる中点14cの電位 V_f は、バッファアンプ13の出力端子の電位 V_o に追従することがわかる。

20

【0091】

これにより、本実施形態のDA変換装置20においても、バッファアンプ13の出力端子の電位 V_o が高速オペアンプ12の動作電圧を大きく逸脱しても、高速オペアンプ12が正常に動作し、セtring時間が短縮されて動作速度が向上する。

【0092】

また、本実施形態のDA変換装置20では、第1～第4抵抗器41～44の抵抗値を適宜設定することにより、出力電流 i_{s+} の向きが変えられないDA変換器21の出力から正及び負の出力電圧が得られる。

【0093】

30

(第3実施形態)

図6は、第3実施形態に係るDA変換装置の回路図である。なお、図6のDA変換装置30において、図4のDA変換装置20と同様の構成については同じ符号を付し、その詳細な説明は省略する。

【0094】

図6に示すように、本実施形態のDA変換装置30は、DA変換器21、フローティング電源14a、14b、第1～第4抵抗器41、42、43、44、高速オペアンプ12、及びバッファアンプ13を有する点で、図4のDA変換装置20と同様である。

【0095】

但し、高速オペアンプ12の反転入力端子は、第4抵抗器44を介して高速オペアンプ12の出力端子と接続されており、バッファアンプ13は高速オペアンプ12のフィードバックループから外れている。また、高速オペアンプ12の出力端子はDA変換装置30の外部出力部19に接続されている。

40

【0096】

さらに、バッファアンプ13の出力端子がフローティング電源の中点14cにのみ接続されており、バッファアンプ13の出力はフローティング電源の中点14cの電位の制御にのみ用いられる。

【0097】

上記のDA変換装置30によっても、フローティング電源の中点14cの電位がバッファアンプ13の出力に追従して変化するため、高速オペアンプ12を用いて高電圧の出

50

力の制御を行うことができ、動作速度の向上を図ることができる。

【0098】

(第4実施形態)

図7は、第4実施形態に係る電子ビーム露光装置のブロック図である。

【0099】

図7に示す電子ビーム露光装置90は、露光部100と、露光部100を制御する制御部160とに大別される。このうち、露光部100は、電子ビーム生成部130、マスク偏向部140及び基板偏向部150を備えている。

【0100】

電子ビーム生成部130では、電子銃101から電子ビームEBを発生させ、この電子ビームEBを第1電子レンズ102で収束させて、所定の電流密度の電子ビームEBを生成する。さらに、収束された電子ビームEBは、ビーム整形用マスク103の矩形アパーチャ103aを通過することにより、矩形状の断面に整形される。

【0101】

このようにして電子ビーム生成部130で生成された電子ビームEBは、マスク偏向部140の第2電子レンズ105によって露光マスク110上に結像される。そして、電子ビームEBは、第1静電偏向器104及び第2静電偏向器106により、露光マスク110に形成された特定のパターン S_i に偏向される。露光マスク110を通過することにより、電子ビームEBの断面の形状がパターン S_i の形状に整形される。

【0102】

露光マスク110を通った電子ビームEBは、第3静電偏向器112及び第4静電偏向器113によって光軸Cに振り戻された後、第5電磁レンズ114によってそのサイズが縮小される。

【0103】

マスク偏向部140の静電偏向器104、106、112、113で発生する電子ビームEBの偏向収差は、第1補正コイル107及び第2補正コイル109によりが補正される。

【0104】

その後、電子ビームEBは、基板偏向部150に設けられた遮蔽板115のアパーチャ105aを通過して、第5静電偏向器119及び電磁偏向器120によってウェハ212上の所定の位置に偏向される。そして、電子ビームEBは、第1投影用電磁レンズ116及び第2投影用電磁レンズ121を通じてウェハ212の表面に投影される。

【0105】

第3補正コイル117及び第4補正コイル118は、基板偏向部150の偏向器119、120で生じた電子ビームEBの偏向収差を補正する。

【0106】

以上の電子光学系により、露光マスク110のパターン S_i の像が、所定の縮小率、例えば1/20の縮小率でウェハ212上に転写される。

【0107】

一方、制御部160は、露光部100に含まれる電子光学系の各部の制御を行う。

【0108】

その制御部160には、第1～第5静電偏向器104、106、112、113、119に印加する電圧を発生させる回路として、DA変換装置10(図2参照)、DA変換装置20(図4参照)及びDA変換装置30(図6参照)の何れかが搭載されている。

【0109】

これにより、本実施形態に係る電子ビーム露光装置90では、動作速度に優れたDA変換装置で静電偏向器に電圧を印加できるので、静電偏向器の電圧が安定するまでのセトリング時間が大幅に短縮される。

【0110】

したがって、電子ビーム露光装置90によれば、より素早く電子ビームの偏向を行うこ

10

20

30

40

50

とができ、スルーブットが向上する。

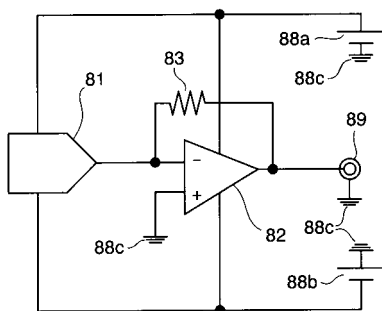
【符号の説明】

【0111】

10、20、30... D A 変換装置、11、21、81... D A 変換器、14a... 第1フローティング電源、14b... 第2フローティング電源、14c... 中点、16、41、42、43、44、83... 抵抗器、18a、88a... 第1電源、18b、88b... 第2電源、18c、88c... 接地配線、19... 外部出力部、82... オペアンプ、90... 電子ビーム露光装置、100... 露光部、101... 電子銃、104、106、112、113、119... 静電偏向器、160... 制御部。

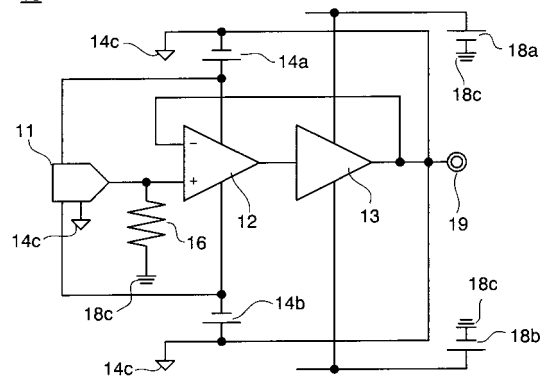
【図1】

80

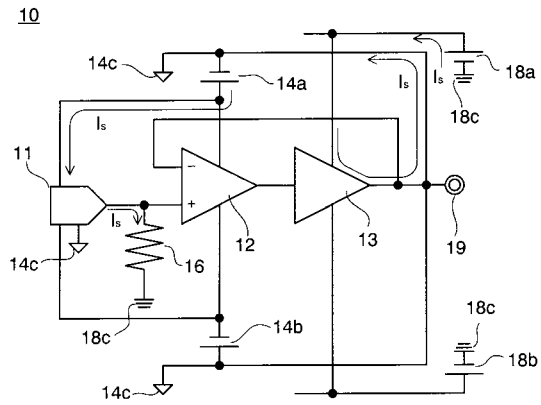


【図2】

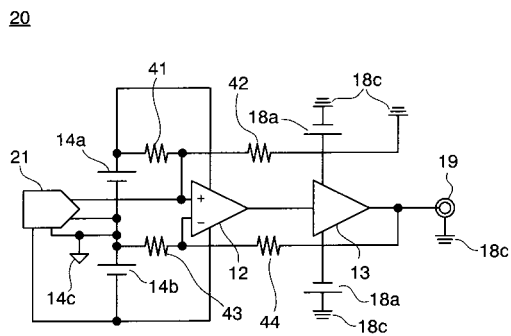
10



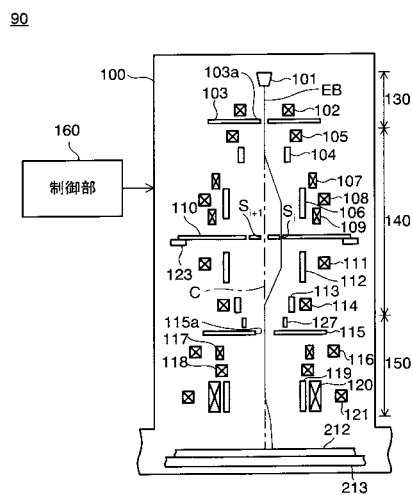
【図 3】



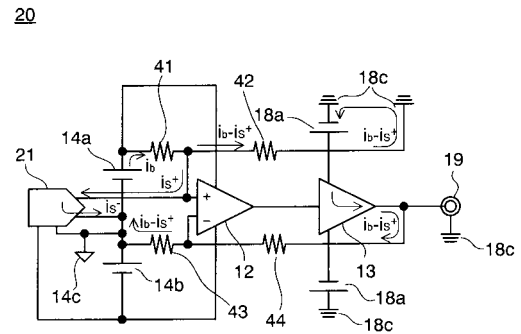
【図 4】



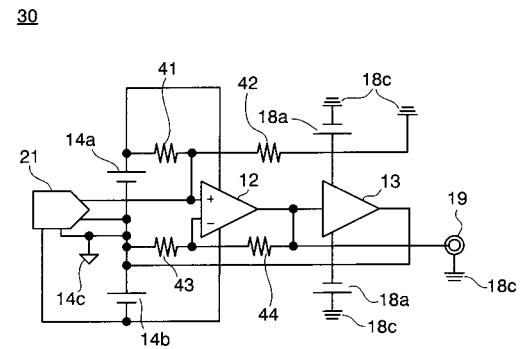
【図 7】



【図 5】



【図 6】



【手続補正書】

【提出日】平成25年7月24日(2013.7.24)

【手続補正 1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

電流出力型の D A 変換器と、

非反転入力端子が前記 D A 変換器に接続され、反転入力端子が外部へ出力信号を出力する外部出力部に接続され、前記 D A 変換器の出力電流に応じた電圧を前記外部出力部に発生させるオペアンプと、

前記オペアンプの出力端子に接続されたバッファアンプと、

前記 D A 変換器及び前記オペアンプに正及び負の電源電圧を供給するとともに、前記正及び負の電源電圧の midpoint の部分が前記バッファアンプの出力端子と接続されたフローティング電源と、

前記オペアンプに供給される電源電圧よりも絶対値の大きな電圧の正及び負の電源電圧を前記バッファアンプに供給するバッファアンプ用電源装置と、

前記バッファアンプ用電源装置の接地配線と前記オペアンプの非反転入力端子との間に接続された抵抗器と、を備え、

前記 D A 変換器の出力電流は、前記抵抗器を介して前記バッファアンプ用電源装置の接地配線に流れ込むことを特徴とする D A 変換装置。

【請求項 2】

電流出力型の D A 変換器と、

非反転入力端子が前記 D A 変換器に接続され、反転入力端子が外部へ出力信号を出力する外部出力部に接続され、前記 D A 変換器の出力電流に応じた電圧を前記外部出力部に発生させるオペアンプと、

前記オペアンプの出力端子に接続されたバッファアンプと、

前記 D A 変換器及び前記オペアンプに正及び負の電源電圧を供給するとともに、前記正及び負の電源電圧の midpoint の部分が前記バッファアンプの出力端子と接続されたフローティング電源と、

前記電源装置の接地配線と前記フローティング電源の正の電圧を出力する部分との間に直列に接続された第 1 抵抗器及び第 2 抵抗器と、

前記バッファアンプの出力端子と前記 midpoint との間に直列に接続された第 3 抵抗器及び第 4 抵抗器と、を備え、

前記オペアンプの非反転入力端子は前記 D A 変換装置の出力端子と、前記第 1 抵抗器及び第 2 抵抗器の間と、に接続され、

前記オペアンプの反転入力端子は前記第 3 抵抗器及び第 4 抵抗器の間に接続されていることを特徴とする D A 変換装置。

【請求項 3】

前記外部出力部は、前記バッファアンプの出力端子と接続されていることを特徴とする請求項 2 に記載の D A 変換装置。

【請求項 4】

前記外部出力部は、前記オペアンプの出力端子と接続されていることを特徴とする請求項 2 に記載の D A 変換装置。

【請求項 5】

電子ビームを放出する電子銃と、

前記電子ビームを偏向させる静電偏向器と、

前記静電偏向器に印加する電圧を制御する制御部と、

を備えた電子ビーム露光装置であって、前記制御部は、

電流出力型の D A 変換器と、非反転入力端子が前記 D A 変換器に接続され、反転入力端子が外部へ出力信号を出力する外部出力部に接続され、前記 D A 変換器の出力電流に応じた電圧を前記外部出力部に発生させるオペアンプと、前記オペアンプの出力端子に接続されたバッファアンプと、前記 D A 変換器及び前記オペアンプに正及び負の電源電圧を供給するとともに、前記正及び負の電源電圧の midpoint の部分が前記バッファアンプの出力端子と接続されたフローティング電源と、前記バッファアンプに、前記オペアンプに供給される電源電圧よりも絶対値の大きな電圧の正及び負の電源電圧を供給するバッファアンプ用電源装置と、前記バッファアンプ用電源装置の接地配線と前記オペアンプの非反転入力端子との間に接続された抵抗器と、を備え、前記 D A 変換器の出力電流は、前記抵抗器を介して前記バッファアンプ用電源装置の接地配線に流れ込む D A 変換装置を有すること

を特徴とする電子ビーム露光装置。

【手続補正 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0008

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0008】

一観点によれば、電流出力型の D A 変換器と、非反転入力端子が前記 D A 変換器に接続され、反転入力端子が外部へ出力信号を出力する外部出力部に接続され、前記 D A 変換器の出力電流に応じた電圧を前記外部出力部に発生させるオペアンプと、前記オペアンプの出力端子に接続されたバッファアンプと、前記 D A 変換器及び前記オペアンプに正及び負の電源電圧を供給するとともに、前記正及び負の電源電圧の midpoint の部分が前記バッファアンプの出力端子と接続されたフローティング電源と、前記オペアンプに供給される電源電圧よりも絶対値の大きな電圧の正及び負の電源電圧を前記バッファアンプに供給するバッファアンプ用電源装置と、前記バッファアンプ用電源装置の接地配線と前記オペアンプの非反転入力端子との間に接続された抵抗器と、を備え、前記 D A 変換器の出力電流は、前記抵抗器を介して前記バッファアンプ用電源装置の接地配線に流れ込む D A 変換装置が提供される。

【手続補正 3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0009

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0009】

また、別の一観点によれば、電子ビームを放出する電子銃と、前記電子ビームを偏向させる静電偏向器と、前記静電偏向器に印加する電圧を制御する制御部と、を備えた電子ビーム露光装置であって、前記制御部は、電流出力型の D A 変換器と、非反転入力端子が前記 D A 変換器に接続され、反転入力端子が外部へ出力信号を出力する外部出力部に接続され、前記 D A 変換器の出力電流に応じた電圧を前記外部出力部に発生させるオペアンプと、前記オペアンプの出力端子に接続されたバッファアンプと、前記 D A 変換器及び前記オペアンプに正及び負の電源電圧を供給するとともに、前記正及び負の電源電圧の midpoint の部分が前記バッファアンプの出力端子と接続されたフローティング電源と、前記バッファアンプに、前記オペアンプに供給される電源電圧よりも絶対値の大きな電圧の正及び負の電源電圧を供給するバッファアンプ用電源装置と、前記バッファアンプ用電源装置の接地配線と前記オペアンプの非反転入力端子との間に接続された抵抗器と、を備え、前記 D A 変換器の出力電流は、前記抵抗器を介して前記バッファアンプ用電源装置の接地配線に流れ込む D A 変換装置を有する電子ビーム露光装置が提供される。

フロントページの続き

(72)発明者 東野 敦

神奈川県横浜市戸塚区戸塚町 3 9 3 番地 日立情報通信エンジニアリング株式会社内

F ターム(参考) 5J022 AB06 BA05 CB04 CF02 CF05