

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6674898号
(P6674898)

(45) 発行日 令和2年4月1日(2020.4.1)

(24) 登録日 令和2年3月11日(2020.3.11)

(51) Int.Cl.	F 1
C 23 C 14/28	(2006.01) C 23 C 14/28
C 23 C 14/24	(2006.01) C 23 C 14/24
H 01 L 51/50	(2006.01) H 05 B 33/14
H 05 B 33/10	(2006.01) H 05 B 33/10
H 05 B 33/02	(2006.01) H 05 B 33/02

請求項の数 10 (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2016-552500 (P2016-552500)
(86) (22) 出願日	平成27年2月18日 (2015.2.18)
(65) 公表番号	特表2017-512252 (P2017-512252A)
(43) 公表日	平成29年5月18日 (2017.5.18)
(86) 国際出願番号	PCT/EP2015/053356
(87) 国際公開番号	W02015/124589
(87) 国際公開日	平成27年8月27日 (2015.8.27)
審査請求日	平成30年2月16日 (2018.2.16)
(31) 優先権主張番号	14156256.1
(32) 優先日	平成26年2月21日 (2014.2.21)
(33) 優先権主張国・地域又は機関	歐州特許庁 (EP)

(73) 特許権者	511052015 ソルマテス・ペスローテン・フェンノート シャップ S o l m a t e s B. V. オランダ7521ペーエー・エンスヘーデ 、アウケ・フレールストラート3番
(74) 代理人	100081422 弁理士 田中 光雄
(74) 代理人	100084146 弁理士 山崎 宏
(74) 代理人	100111039 弁理士 前堀 義之
(74) 代理人	100144200 弁理士 奥西 祐之

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】パルスレーザ堆積による材料堆積装置及びその装置を用いた材料堆積方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

パルスレーザ堆積による材料堆積装置であって、
真空チャンバと、

前記真空チャンバの内側に配置されている、基板を備えた基板ホルダであって、前記基板は、第1、第2、及び第3の方向を有しており、前記3つの方向のそれぞれは互いに垂直であり、前記基板は第1の方向において基板ホルダによって移動可能である、少なくとも1つの基板ホルダと、

前記真空チャンバの内側に配置されている、ターゲットを備えたターゲットホルダであって、前記ターゲットは、前記基板の前記第2の方向において実質的に全長に渡って延伸しており、前記基板に平行であるターゲットホルダと、

前記基板に堆積する材料のプラズマを生成し、前記ターゲット上でのレーザの入射位置が前記基板の前記第2の方向に平行に移動可能である、少なくとも1つのターゲット照射用レーザと、

前記基板ホルダの動き及び前記ターゲット上の前記レーザの入射位置の動きを制御するコントローラと

を備え、

前記コントローラは、運動方向から見て、前記レーザの入射位置が前記基板の末端に到達すると、前記基板上の粒子の堆積を抑制しながら、前記レーザの入射位置を、前記基板の最基礎にリセットする、パルスレーザ堆積による材料堆積装置。

【請求項 2】

前記レーザの入射位置の運動は、前記基板ホルダの運動と直線的に関連している、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 3】

前記ターゲット上での前記レーザの入射位置のリセットの間に、プラズマブルームの前記基板上での堆積を妨害するブロック手段を更に備える、請求項 1 又は 2 に記載の装置。

【請求項 4】

前記ターゲット上での前記レーザの入射位置は、前記ターゲットの表面に沿って前記第 1 の方向に移動可能である、請求項 1 から 3 のいずれか 1 項に記載の装置。

【請求項 5】

前記ターゲットは、前記第 2 の方向に前記基板の全長に渡って、少なくとも部分的に湾曲しており、好ましくは円筒形である、請求項 4 に記載の装置。

【請求項 6】

前記ターゲットは、円筒形棒である、請求項 5 に記載の装置。

【請求項 7】

前記ターゲットは、前記基板の前記第 2 の方向に平行な軸の回りに回転可能である、請求項 6 に記載の装置。

【請求項 8】

前記基板の前記第 2 の方向の長さは、少なくとも 20 センチメートルである、請求項 1 から 7 のいずれか 1 項に記載の装置。

【請求項 9】

前記基板は、エレクトロルミネセンス性材料の層を伴うガラスの層を備えている、請求項 1 から 8 のいずれか 1 項に記載の装置。

【請求項 10】

パルスレーザ堆積による材料堆積装置であって、

真空チャンバと、

前記真空チャンバの内側に配置されている、基板を備えた基板ホルダであって、前記基板は、第 1、第 2、及び第 3 の方向を有しており、前記 3 つの方向のそれぞれは互いに垂直であり、前記基板は第 1 の方向において基板ホルダによって移動可能である、少なくとも 1 つの基板ホルダと、

前記真空チャンバの内側に配置されている、ターゲットを備えたターゲットホルダであって、前記ターゲットは、前記基板の第 2 の方向において実質的に全長に渡って延伸しており、前記基板に平行であるターゲットホルダと、

前記基板に堆積する材料のプラズマを生成し、前記ターゲット上でのレーザの入射位置が前記基板の前記第 2 の方向に平行に移動可能である、少なくとも 1 つのターゲット照射用レーザと、

前記基板ホルダの動き及び前記ターゲット上の前記レーザの入射位置の動きを制御するコントローラと

を備えるパルスレーザ堆積による材料堆積装置を用いたパルスレーザ堆積による材料堆積方法であって、

前記第 1 の方向に前記基板を一定に動かすことと、

前記ターゲット上の前記レーザの入射位置を、前記第 2 の方向に見たとき、前記基板の最基礎から末端まで、前記第 2 の方向に一定の速度で動かすことと

前記基板上の粒子の堆積を抑制しながら、前記第 2 の方向に見たとき、前記基板の前記末端から前記最基礎まで前記レーザの入射位置を後ろに動かすことと、

からなる反復的なステップを備える、パルスレーザ堆積による材料堆積方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、パルスレーザ堆積による材料堆積装置及びこの装置を用いた材料堆積方法に

10

20

30

40

50

関する。

【背景技術】

【0002】

パルスレーザ堆積を使用すると、ターゲット材料は真空チャンバ中でレーザによって照射される。励起によって、材料のプラズマプルームが生成され、このプラズマプルームは、ターゲット上の入射位置に垂直な中心軸を有する。この材料のプラズマプルームは、基板に向かっており、この基板上でプラズマプルームの粒子の堆積が起こる。

【0003】

幅広い適用分野において、パルスレーザ堆積を比較的大きな表面積に適用できることは有益であるだろう。しかしながら、大表面積における現在利用可能なパルスレーザ堆積法では、円形表面積以外の積層構造の生産、例えば大きな有機発光ディスプレイ（OLEDs）の生産はできない。そのような円形基板に限定された現在利用可能な方法の1つは、
10
欧州特許2159300号に開示されている。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

従って、本発明の目的は、前述した欠点を減少させるか、又は予防する装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0005】

この目的は、パルスレーザ堆積による材料堆積装置を用いて達成され、この装置は、
20
真空チャンバと、

前記真空チャンバの内側に配置されている、基板を備える基板ホルダであって、前記基板は、第1、第2、及び第3の方向を有しており、前記3つの方向のそれぞれは互いに垂直であり、前記基板は第1の方向において前記基板ホルダによって移動可能である、少なくとも1つの基板ホルダと、

前記真空チャンバの内側に配置されている、ターゲットを備えるターゲットホルダであって、前記ターゲットは、前記基板の第2の方向において実質的に全長に亘って延伸しており、前記基板に平行であるターゲットホルダと、

前記基板に堆積する材料のプラズマを生成し、前記ターゲット上のレーザの入射位置が前記基材の第2の方向に平行に移動可能である、少なくとも1つのターゲット照射用レーザと、
30

基板ホルダの動き及びターゲット上のレーザの入射位置の動きを制御するコントローラと、を有する。

【0006】

その使用の際、前記基板は、第1の方向における前記基板ホルダの運動によって並進移動し、同時に、前記表面上のプラズマプルームの第1の方向に垂直な第2の方向におけるプラズマプルームの運動は、前記基板上にターゲット材料の層を生成する。

【0007】

プラズマプルームは粒子の分布からなり、前記基板上での第2の方向におけるプラズマプルームの運動の速度は、基板ホルダにおける基板の運動の速度よりも一般的に大きいため、前記基板及び入射位置の運動によって、一般的に、ターゲット材料の基板上における均一な層が生成されるだろう。
40

【0008】

ターゲット上のレーザの入射位置の制御は、レーザを第2の方向に動かすこと及び/又はレーザを傾斜させることの両方によって変化する。

【0009】

1つのターゲット材料の層を堆積させるためにターゲットの構成は、均一であってもよいが、もし異なる材料を一段階で積み重ねて堆積することが望ましいのであれば、不均質であってもよい。この目標を達成するために、装置は1つ以上のターゲットを備える装置
50

であってもよく、ターゲットの構成は、ターゲット毎に及び又はターゲットの中で異なつてもよい。

【0010】

複数のレーザが使用されてもよく、及び／又は、1つのレーザが様々なビームに分割されてもよい。このようにして、複数の入射ポイントがターゲットの表面に作られる。第2の方向のターゲットの長さは、例えば、複数のセグメントに区分されていてもよく、各レーザビームは、プラズマブルームの生成において少なくとも1つのセグメントに及ぶ。そのようにして、同時に励起されるターゲット材料の量は増加し、堆積はより高速度で起こり得る。また、基板上にターゲット材料の線を第1の方向に生成するように、ターゲット表面にわたって第2の方向に実質的に動かない1つ又は複数の個々の入射ポイントがターゲットの表面上に生成される。

10

【0011】

第1の方向は、基板の長さ方向又は幅方向から選択されてもよく、第2の方向は、それに応じて、長さ又は幅のもう一方の方向となるだろう。

【0012】

本発明に係る装置の実施形態では、レーザの入射位置の運動は、基板ホルダの運動と直線的に関連している。

【0013】

ターゲット上の入射位置の運動を基板の運動に基板ホルダを用いて関連させることによって、この装置によって基板上に堆積された層の均一性は、更に増加する。入射位置の運動と基板の運動との関連は、基板表面上のプラズマブルームの経路が線形であることを保証する。非線形関係は、基材の表面に渡って層の厚みの違いを引き起こし、いくつかの適用において、欠点となりうる。しかしながら、他の適用において、層の厚みの違いは利点となり得る。

20

【0014】

本発明に係る装置の好ましい実施形態では、コントローラは、レーザの入射位置が基板の末端に到達すると、レーザの入射位置を、運動方向から見て、基板の最基端にリセットする。

【0015】

基板の最基端は、発生したプラズマブルームが基板上に粒子を堆積し始める端部であり、その一方で、基板の末端は、プラズマブルームの経路が終了する端部である。生成されたプラズマブルームが基端から末端に運動し、繰り返し運動で戻るように入射位置を動かすことによって、基板の広い領域は、連続的なプロセスで、ターゲット材料によって堆積され得る。

30

【0016】

複数のレーザビームが使用される場合、各レーザビームは、当該レーザビームのセグメントに沿ってリセットするだけでよい。

【0017】

本発明に係る装置の更に好適な実施形態では、装置は、ブロック手段を更に備える。ブロック手段は、ターゲット上での入射位置のリセットの間に、プラズマブルームの基板上での堆積を妨害する。

40

【0018】

ブルームが基板の末端に到達する位置まで入射位置が到達するとき、当該位置は、ブルームが最基端にとどまるようにリセットされる必要がある。しかしながら、このリセット運動は、プラズマブルームの各経路の間の距離の相違を引き起こし、それにより、層の均一性、欠点の均一性、及び電気特性の均一性に悪影響を与える恐れがある。リセット運動をしている際のレーザを妨害することで、不均一な層、不均一な欠点、及び不均一な電気的性質を有する可能性は減少する。

【0019】

これらのブロック手段は、例えば、ターゲットと基板との間又はレーザ光源とターゲッ

50

トの間に配置されるシールドを備えていてもよい。又は、本装置は、リセット処理の間ターゲット材料が堆積される第2の基板を備えていてもよくよい。ロック手段は、複数の鏡又は複数のプリズムのような光学手段をも備えていてもよく、又はリセット運動の間にレーザを妨害する他の手段をも備えていてもよい。ロック手段は、リセット運動の間にレーザをオフにする手段を備えていてもよい。

【0020】

本発明に係るその他の実施形態では、ターゲット上でのレーザの入射位置は、ターゲットの表面に沿って第1の方向に移動可能である。

【0021】

適宜位置を変更することで、レーザはターゲットの異なる領域に命中する。これにより、実現可能なターゲットの構成の違いによって、ターゲットの種々の領域が基材上に堆積させられることを許容する。

【0022】

本発明に係る装置の好ましい実施形態では、ターゲットは、第2の方向の基板の全長に渡って、少なくとも部分的に湾曲しており、好ましくは円筒形である。

【0023】

レーザがターゲットに命中するとき、プラズマプルームは入射位置の接線に垂直に生成される。よって、入射位置が第1の方向に沿ってターゲット表面を移動したとき、生成されるプラズマプルームの基材に対する角度は変わるであろう。その結果、粒子が基材に到達するまでに粒子が移動する距離は変わる。プラズマプルーム中の粒子が、ターゲットと基板の間の軌道で速度を落とすため、ターゲットの湾曲に沿った入射位置の変化は、粒子が基板に到達したときの、粒子の動力学、例えば粒子速度、を調整することを許容する。

【0024】

ターゲット材料を基板の広い表面領域に堆積させるために、入射位置がターゲットの表面に沿って第2の方向においても変わるため、ターゲットは、基板の第2の方向に平行な方向に一定な断面を有することが好ましい。

【0025】

本発明に係る装置の更なる好ましい実施形態では、ターゲットは円筒形棒である。

【0026】

円筒形棒は、一定の断面を有し、比較的容易に製造することができる。

【0027】

好ましくは、ターゲットは、基板の第2の方向に平行な軸の回りに回転可能である。

【0028】

前記軸の回りの円筒形棒の回転は、相当なアブレーションにも関わらずターゲットが円筒形状を維持するように、ターゲットの湾曲に沿ったターゲットからの一定かつ一様な材料のアブレーションを許容する。一定でないアブレーションは、ターゲットの表面の湾曲において予期せぬ経時的な変化を招き、それによってプラズマプルームの角度を変化させるが、一方で、ターゲットの回転は、そのような変化を防ぎ、そうでなければ、少なくともこれらの変化をより予期しやすくなる。

【0029】

本発明に係る装置のその他の実施形態では、基板の第2方向の長さは、少なくとも20センチメートルである。

【0030】

本発明に係る装置は、特に第2方向に少なくとも20センチメートルの長さを有する基板では、比較的大きな表面領域を皮膜することを許容する。より好ましくは、当該長さは少なくとも30センチメートルである。より好ましくは、当該長さは少なくとも50センチメートルである。

【0031】

本発明に係る装置の更に他の実施形態では、基板は、エレクトロルミネセンス性材料の層を伴うガラスの層を備えている。

10

20

30

40

50

【0032】

少なくとも層構造の表層の堆積は、本発明に係る装置によって積層されることができる。例えば第2方向に少なくとも50センチメートルを有する、比較的大きな基板の面積が選択されたとしても、本装置は大表面積ディスプレイの製造を許容する。

【0033】

本発明の目的は、本発明に係る装置を用いたパルスレーザ堆積による材料堆積方法を使用して更に達成され、この方法は、

第1方向に基板を一定の速度で動かすことと、

ターゲット上のレーザの入射位置を、第2の方向でみたとき、基板の最基端から基板の末端まで、第2方向に一定の速度で動かすことと、

基板上の粒子の堆積を抑制しながら、第2の方向でみたとき、基板の末端から基板の最基端までレーザの入射位置を後ろに動かすことと

を備える反復的なステップを備える。

【0034】

プラズマブルームを第2の方向に基板の最基端から末端まで、及びその逆方向に一定の速度で反復的に動かすことと、一般的に基板上のターゲット材料の均一な層を生成することができるだろう。前記速度は一般的に基板の一定速度よりも速い。

【0035】

プラズマブルームからの粒子の堆積を妨害することなくプラズマブルームが適宜動かされるとすると、これらの運動は、基板表面での終わりのないV字運動を生成する。この運動のため、プラズマブルーム、例えばプラズマブルームの中心軸、の通過の時間は、基板の第2方向において変動するだろう。まず第1に、これは、基板上の層の不均一を引き起こす。より重要なことには、そのような変動はダメージ量の違い又は基材上で得られた電気的性質の違いを引き起こす。これを防ぐために、入射位置の逆運動の間において、基板上におけるプラズマブルームからの粒子の堆積は抑制される。

【0036】

表面上でプラズマブルームの堆積パターンを変動させることで、もし必要であれば層構造の厚みを変化させることもできる。これは、少なくとも一時的に基板の第1方向への運動を、入射点の第2方向への運動に対して非線形にすることで達成される。

【0037】

一般的に、本発明に係る装置の使用は、例えば、様々な構造（特に大表面有機発光ディスプレイ（OLEDs）又はTFTs）の製造に利点がある。OLEDsは、透過型OLEDs又は上面発光形OLEDsを含む。

【0038】

OLEDは、基板を有し、この基板は、ガラス製であれば好適である。基板は、その上に2つの導電膜が堆積しており、それらの膜の間に発光エレクトロルミネセンス性の膜を伴う。OLEDsは、層状に製造され、第2導電膜の発光エレクトロルミネセンス性の膜の上部への堆積は、後者の膜へ損害を与える可能性があり、得られる装置の機能不全、例えば、漏洩電流又は短絡の可能性を増加させる。現在利用可能なパルスレーザ堆積法それ自体の適用は、そのような損害の可能性を増加させるが、本装置は、入射位置を変動させることで粒子速度を調整することができる。本装置の適用は、特にOLEDsの製造において、エレクトロルミネセンス層への不均一な損害の可能性を減少させる。少なくとも層構造の上部の堆積は、本発明に係る装置によって製造される。もし、例えば、少なくとも50センチメートルの長さを第2方向に有する比較的大きな表面積が選択されたとしても、本装置は大表面積ディスプレイの製造を許容する。

【0039】

アクティブ薄膜トランジスタ（TFTs）の生産において、本装置は、IGZO（インジウムガリウム亜鉛酸化物）、ZTO（亜鉛スズ酸化物）、又はZnON（亜鉛酸窒化物）のような高流動性材料を塗布するために使用され得る。TFTsの製造に本装置を適用することで、製品の不均一な電気的特性の可能性は特に減少する。

10

20

30

40

50

【0040】

コントローラは、1つ又は複数の基板ホルダと、1つ又は複数のターゲットホルダと、レーザと、自動化された堆積プログラムを実行するようにプログラムされたものとを制御する手段を備えていてもよい。

【0041】

本発明のこれらの及びその他の特徴は、添付の図面と併せて説明される。

【図面の簡単な説明】**【0042】**

【図1】本発明に係る装置の実施形態の概略図。

【図2A】ターゲットの湾曲に沿った入射位置の変動を伴う本発明に係る装置の実施形態の平面図。 10

【図2B】ターゲットの湾曲に沿った入射位置の変動を伴う本発明に係る装置の実施形態の平面図。

【図3】本発明に係る基板の堆積パターン。

【発明を実施するための形態】**【0043】**

図1において、レーザ2と、円筒形棒形状のターゲット3と、基板4とを有する装置1が示されている。ターゲット3にレーザ2を命中させることで、中心6を有する複数の粒子のプラズマブルーム5は、基板4に向けて生成される。基板4は、少なくとも第1の方向Aにおいて移動可能であり、ターゲット3上のレーザの入射位置7は、第2の方向Bにおいて変更可能である。基板4は、軸8の回りを方向Cに更に回転可能である。基板4の方向Aにおける運動、及びそれと同時に起こるターゲット3の表面上のレーザ2の入射位置7の運動によって、プラズマブルーム5は、基板4上を繰り返しのパターンで移動させられる。 20

【0044】

ターゲット3上のレーザ2の入射位置7の運動は、図2A及び図2Bに示されている。図2Aでは、生成されるプラズマブルーム5が、図2Bと比較して、基板4に対する比較的短い距離10aを有するように、レーザ2の入射位置7は、選択されている。ここで、プラズマブルーム5は、ターゲット3の表面の接線9aに垂直である。この図において、入射位置7が、ターゲット3の側面により向かって選択されると、その結果として、生成されるプラズマブルーム5は、基板4に対するより長い距離10bを有する。プラズマブルーム5は、またターゲット3の表面の接線9bに垂直である。この長い距離10bが原因で、基板4の表面に命中するプラズマブルーム5の粒子の速度は遅くなり、基板4に損害を与える可能性は減少する。 30

【0045】

図3は、明瞭性のために拡大した、基板4の表面の一部におけるプラズマブルーム5の中心6の運動のパターンを示している。この運動において、基板4を第1の方向Aに動かしながら、プラズマブルーム5は、第1の縁11から第2の縁12の間を軌跡13において反復して動かされる。第1の縁から第2の縁12への軌跡の13aにおいて、プラズマブルーム5からの堆積は基板4上で起こり、破線で示す復路13bにおいて基板4上で堆積は抑えられる。基板4の動きが一定であるため、プラズマブルーム5のその後の経路14a, b, cの間での時間及び距離は共に、基板4の第2の方向B及び第1の方向Aにおいて同一であり、それによって不均一な堆積の可能性を減少させ、より重要なことには、基板4への不均一な損害又は基板4の不均一な電気的性質の可能性を減少させる。 40

【 図 1 】

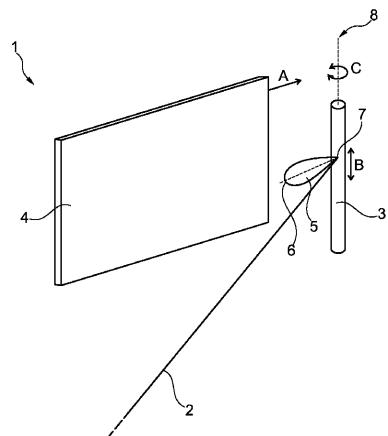


Fig. 1

【図2A】

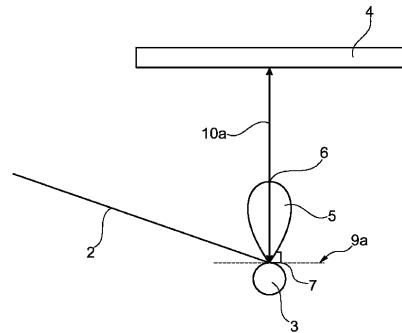


Fig. 2A

【図2B】

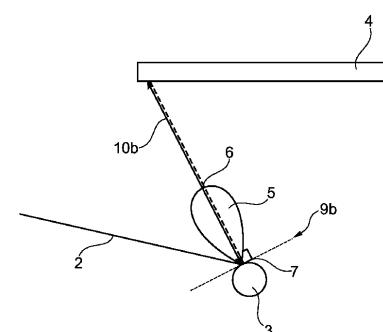


Fig. 2B

【図3】

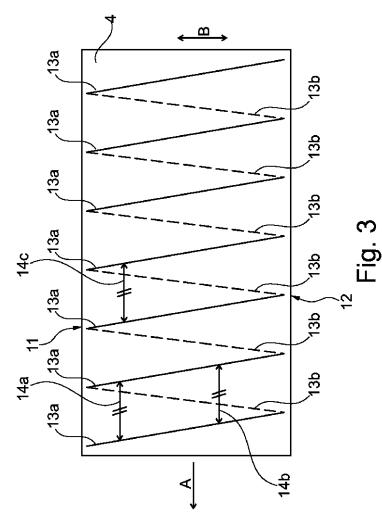


Fig. 3

フロントページの続き

(72)発明者 ヤン・マテイン・デッケルス

オランダ、エヌエル - 7 6 1 1 セーベー・アードルプ、ウェーテリングスフーグ 1 2 番

(72)発明者 ヤン・アルナウト・ヤンセンス

オランダ、エヌエル - 7 4 1 2 デーエル・デフェンテル、エフェルハルト・ファン・ブロンクホル
ストストラート 2 番

審査官 宮崎 園子

(56)参考文献 米国特許第 0 6 0 6 3 4 5 5 (U S , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , DB名)

C 2 3 C 1 4 / 2 8

C 2 3 C 1 4 / 2 4

H 0 1 L 5 1 / 5 0

H 0 5 B 3 3 / 0 2

H 0 5 B 3 3 / 1 0