

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2005-534803

(P2005-534803A)

(43) 公表日 平成17年11月17日(2005.11.17)

(51) Int.Cl.⁷

C23C 14/34

F 1

C23C 14/34

R

テーマコード(参考)

4K029

審査請求 未請求 予備審査請求 有 (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2004-505408 (P2004-505408)
 (86) (22) 出願日 平成15年4月30日 (2003.4.30)
 (85) 翻訳文提出日 平成17年1月18日 (2005.1.18)
 (86) 國際出願番号 PCT/EP2003/004572
 (87) 國際公開番号 WO2003/097896
 (87) 國際公開日 平成15年11月27日 (2003.11.27)
 (31) 優先権主張番号 102 22 909.0
 (32) 優先日 平成14年5月22日 (2002.5.22)
 (33) 優先権主張国 ドイツ(DE)

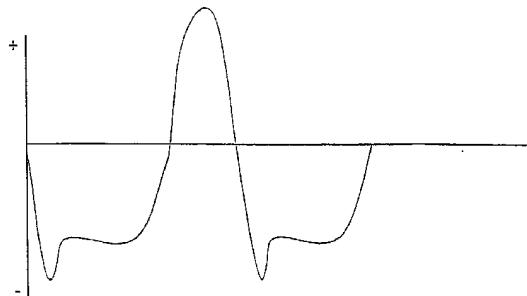
(71) 出願人 504267057
 ユナクシス バルザース アクチエンゲゼ
 ルシャフト
 リヒテンシュタイン, バルツアース エ
 フエル-9496
 (74) 代理人 100094318
 弁理士 山田 行一
 (74) 代理人 100123995
 弁理士 野田 雅一
 (72) 発明者 ハーグ, ウォルター
 スイス, グラブ ツェーハー-9472
 , ブッテンウェグ 3
 F ターム(参考) 4K029 BA21 CA05 DC04 DC27 DC37

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 残留ストレス最適化被覆を形成するスパッタ方法及び装置

(57) 【要約】

本発明は、双極パルス状電圧特性がターゲット(カソード)に発生されるスパッタプロセスにより、残留ストレス最適化被覆、特に、低引っ張りストレス被覆を形成する方法及び装置に係る。ターゲットに印加される正電圧パルスは、基板のバイアス電圧に置き換わるように調整される。



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

双極パルス状電圧特性がターゲット（カソード）に発生されるスパッタプロセスにより、残留ストレス最適化被覆、特に、低引っ張りストレス被覆を形成する方法において、上記ターゲットに印加される正電圧パルスを、基板のバイアス電圧に置き換わるように調整するステップを備えることを特徴とする方法。

【請求項 2】

上記正電圧パルスは、負の基本的信号形状にパルス状正電圧信号を重畠することにより発生され、前記パルス状正電圧信号の周波数、信号形状、振幅等を調整できることを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

10

【請求項 3】

上記正電圧パルスは、30から2000V、特に、40から1800V、好ましくは、50から1000Vの振幅を有することを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の方法。

【請求項 4】

上記正電圧パルスは、パルス巾が1から20μsであることを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれかに記載の方法。

【請求項 5】

上記正電圧パルスは、15から450kHzの周波数で印加されることを特徴とする請求項 1 から 4 のいずれかに記載の方法。

20

【請求項 6】

好ましくは請求項 1 から 5 のいずれかに記載の方法により、被覆、特に、残留ストレス最適化被覆を形成するためのスパッタ被覆装置において、ターゲットにおけるパルス状正電圧信号を調整することができ且つ基板のバイアス電圧に置き換わるに充分なほど強力である電圧供給装置を備えることを特徴とするスパッタ被覆装置。

【請求項 7】

上記ターゲットに電圧を発生するために、負の基本的信号形状及び正電圧信号の両方を発生する信号発生器が設けられたことを特徴とする請求項 6 に記載のスパッタ被覆装置。

【発明の詳細な説明】**【発明の詳細な説明】****【0001】**

30

本発明は、スパッタ被覆プロセスのための方法及び装置に係り、より詳細には、残留ストレス最適化被覆を形成することのできる方法及び装置に係る。

【0002】

従来技術では、真空システム内でプラズマを点火し、プラズマ内のイオンを、適当な電位差の印加により、被覆材料を含むターゲットに向けて加速し、前記イオンで前記ターゲットから材料を取り出して、その材料を、被覆されるべき基板に堆積することのできるスパッタプロセスにより基板に被覆を形成する方法が説明されている。ターゲットに印加しなければならない電位差は、直流電圧又はパルス電圧のいずれかを印加することで発生できる。パルス動作の場合には、高周波レンジ（高周波RF）までまっすぐに延びる周波数を選択することができる。しかしながら、もし可能であれば、ターゲット又はスパッタカソードは、通常、負の電位に常時保持されるか、或いは双極パルス動作の場合には、正のパルスレンジにあるときに非常に低い正の電位のみに保持される。というのは、正のパルスは、プラズマから電荷キャリア（電子）を引き出すので不都合だからである。しかし、あるケースにおいて、例えば、誘電体材料のスパッタリング中に、ターゲットに絶縁層が形成されて被覆装置の容量特性を損なう場合には、これが上述した僅かな程度で必要になる。このようなケースでは、電圧曲線が正の電位レンジへ更に振れることを許すか、又は低い正の電圧を印加して、ターゲットの放電を行なわせ、従って、絶縁層に蓄積した電荷に対抗することが必要となる。しかしながら、スパッタカソード又はターゲットにおける正電位の上述した逆効果を考慮して、正の電位は、従来技術では、非常に低く保持されるか、又はもし可能であれば、回避されていた。

40

50

【0003】

10 残留ストレスをできるだけなくした被覆を形成するために、従来技術では、被覆プロセス中に基板にバイアス電圧を印加することも説明されている。このバイアス電圧も、同様に、単極性又は双極性のパルス電圧でよい。基板にバイアス電圧を印加すると、基板に形成されつつある被覆にイオンの衝撃を受けさせるか、又は双極動作の場合には、イオン及び電子の衝撃を受けさせることになる。基板にかかるバイアス電圧で加速されたイオン又はイオン及び電子で基板にこのように衝撃を受けさせると、膜の極微構造に選択的に影響することにより被覆の堆積中に蓄積されることのある残留ストレスが減少される。しかしながら、この解決策の欠点は、イオン又はイオン及び電子の衝撃を受ける結果として基板が高い温度になることである。又、基板用の電圧ソースが必要となるために、被覆プロセスがより複雑になる。バイアス電圧にパルス動作が使用される場合には、付加的なシステムが必要となり、例えば、信号発生器や、フィルタや、又はパルスバイアス電圧がカソード電圧と同期して動作される場合には同期部品も必要となる。更に別の欠点として、基板のバイアス電圧を伴うスパッタプロセスは、例えば、熱作用のためにプロセス中にバイアス電圧が変化することがあり、又、バイアス電圧の結果として基板に例えばフラッシュオーバーが生じることが考えられるので、取り扱いがより困難である。

【0004】

20 そこで、本発明の目的は、スパッタプロセスで基板を被覆する方法及び装置であって、上述した欠点を緩和又は回避することのできる方法及び装置を提供することである。特定の目的は、例えば、回転する基板バスケットや他のキャリア内に基板が存在する場合のように、バイアス電圧の印加が困難な条件のもとでのみ可能であるか又は全く行なえないような基板に、膜特性及び残留ストレス最適化膜を形成できるようにすることである。膜のストレス最適化に関する限り、目的は、膜内の特に不都合な残留引っ張りストレスを大幅に減少又は防止し、或いはそれらを圧縮ストレスへと逆転することである。更に、この方法及び装置は、設計が簡単で、且つ操作が容易で、即ち経済的であることが意図される。

【0005】

この目的は、請求項1の特徴を有する方法、及び請求項6の特徴を有する装置により確立される。本発明の有用な実施形態は、従属請求項の要旨を構成する。

【0006】

30 上述した問題に対する特に簡単な解決策は、主として、前記欠点に関連した基板バイアス電圧を完全に省略し、それに代わって、従来技術において欠点であると考えられていた初期の発見に基づいて、基板のバイアス電圧に置き換わるように、正のターゲット電圧パルスを調整することより成る。ターゲットに印加される正電位パルスが適当に調整される場合には、イオン、例えば、アルゴンが不活性ガスとして使用される場合には正に荷電されたアルゴンイオンを、基板に向けて加速することができる。その作用は、基板バイアス電圧を印加することにより得られたものと同じであり、この場合も同様に、基板におけるプラズマからイオンが加速される結果として、膜の極微構造に作用して負の引っ張り残留ストレスが減少される。本発明の方法の付加的な効果は、スパッタリフロー作用も得られることである。イオンに対する正の加速電圧を、スパッタスレッシュホールドを越えて上昇した場合には、被覆の膜に最初緩く結合させていただけの原子を膜から後方へ流すことができ、これは、アスペクト比の高い構造の被覆における側壁カバレージにとって重要である。

【0007】

40 基板バイアス電圧とは対照的に、正のパルス電圧をターゲットに印加すると、イオンによる基板のパルス状衝撃しか生じず、イオン又はイオン及び電子による連続的な衝撃は生じない。このようにして、基板に対する熱ストレスが最小にされる。更に、バイアス電圧を印加することが困難であるか又は不可能である基板の場合にも、膜の極微構造に選択的に作用させることができる。基板バイアス電圧を、ターゲットに印加する正の電圧パルスに置き換えることの別の効果は、基板のバイアス電圧のための付加的な電圧ソースを設ける必要がないので、被覆装置を装備して運転するコストが節減されることである。

【0008】

この点について、スパッタカソード(ターゲット)における電圧信号に対する負の基本的信号形状と、本発明の方法に対する正の電圧信号との両方を、ターゲットにおける信号発生器により発生するのが有用である。この構成は、スパッタ被覆装置を簡単化すると共に、その運転をあまり複雑でないものにする。

【0009】

しかしながら、ターゲットにおける正のパルス電圧信号の周波数、信号形状、振幅等をできるだけ自由に調整できるように、負の基本的信号形状を正のパルス電圧信号に重畠することによりスパッタカソード(ターゲット)において電圧信号を発生するのが好ましい。

10

【0010】

本発明の方法により種々の膜を製造する場合、正の電圧パルスの振幅を、30から2000V、特に、40から1800V、好ましくは、50から1000Vの範囲で選択し、及び/又は正の電圧パルスのパルス巾を、1から20μsの範囲で選択するのが特に有益であると分かった。又、周波数を15から450kHzの範囲で選択するのが有用であることも分かった。

【0011】

本発明の更に別の効果、特性及び特徴は、比較例の以下の詳細な説明及び添付図面から明らかとなろう。

【0012】

この比較例では、堆積中に基板にRFバイアス電圧を印加することにより得られるNiV膜における残留ストレスに対する作用を、本発明の方法により異なる正電圧パルスで堆積されたNiV膜における残留ストレスの発生と比較した。図1は、本発明の方法に使用される典型的な信号形状を示す。負の電位をもつ半波に加えて、各サイクルは、正のターゲット電位をもつ半波も含む。

20

【0013】

一方では従来技術の方法により(図2)、他方では本発明の方法により(図3)堆積されたNiV膜内の残留ストレスを比較すると、基板バイアス電圧の場合と同じ作用を本発明の方法で得られることが明らかである。

【0014】

図2に残留ストレスがRFバイアス電力に対してプロットされたNiV膜は、双極パルス状RFバイアス電圧が印加された加熱された基板上に堆積されたものである。スパッタリング電力が9kWで、アルゴン流量が約48sccmである日常のDCスパッタリングプロセスにより、膜厚が約3500のNiV膜が、kW電力当たり約15.6/sのスパッタリング率で堆積された。図2において明らかのように、NiV膜の残留ストレスは、RFバイアス電力の増加と共に減少し、やがて、残留ストレスは、引っ張りから若干の圧縮へと逆転する。

30

【0015】

本発明の方法により形成されたNiV膜でもこの明確な作用が同様に発生され、これは、バイアス電圧を使用せずに、本発明により、ターゲットに双極パルス(図1を参照)を印加することにより与えられる。その他のパラメータは、不变に保たれる。図3において明らかのように、NiV膜の残留引っ張りストレスは、正の電圧パルスの正電位が増加するにつれて、減少するか又は逆転して圧縮性になることもある。対照的に、正のパルス部分を伴わずに堆積されたNiV膜では、残留ストレスの顕著な変化は登録されず、負のパルス電圧を-900Vから約-1600Vへ変化しても登録されなかった。

40

【図面の簡単な説明】

【0016】

【図1】典型的なターゲット電位プロフィールを示す。

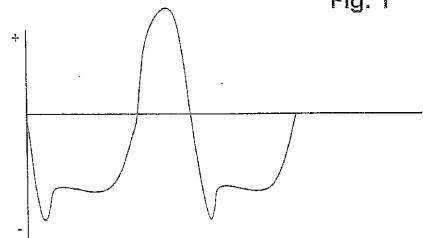
【図2】高周波バイアス電圧で堆積された膜における残留ストレスの減少及び抵抗率の増加を示す。

50

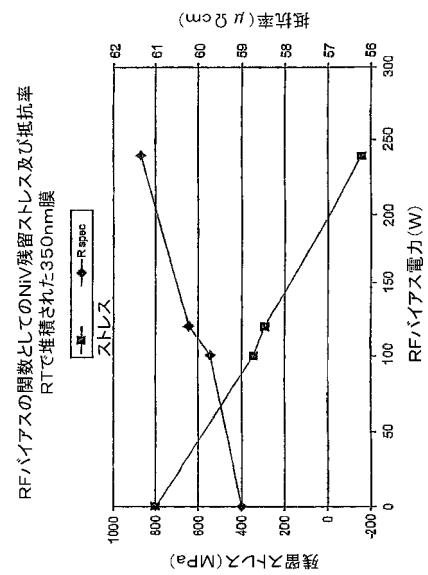
【図3】本発明の方法で堆積された膜における残留ストレスの減少或いは逆転を示す。

【図1】

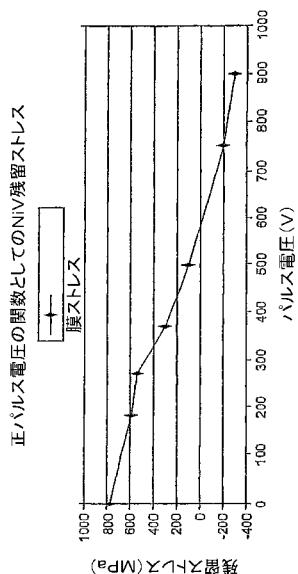
Fig. 1



【図2】



【図3】



【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		In onational Application No PCT/EP 03/04572
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC 7 C23C14/34 H01J37/34		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC 7 C23C H01J		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the International search (name of data base and, where practical, search terms used) PAJ, WPI Data, EPO-Internal, IBM-TDB, INSPEC, COMPENDEX		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	REINIG P ET AL: "Pulsed dc magnetron-sputtering of microcrystalline silicon" PREPARATION AND CHARACTERIZATION, ELSEVIER SEQUOIA, NL, vol. 403-404, 1 February 2002 (2002-02-01), pages 86-90, XP004430332 ISSN: 0040-6090 page 89, left-hand column, line 19 -page 90, left-hand column, line 10 ---	6, 7
Y	page 89, left-hand column, line 19 -page 90, left-hand column, line 10 ---	1-5 -/-
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of box C. <input type="checkbox"/> Patent family members are listed in annex.		
* Special categories of cited documents:		
A document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance		
E earlier document but published on or after the international filing date		
L document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)		
O document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means		
P document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed		
T later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention		
X document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone		
Y document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.		
& document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 14 August 2003		Date of mailing of the international search report 21/08/2003
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer Ekhult, H

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Int'l Application No
PCT/EP 03/04572

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	SELLERS J: "Asymmetric bipolar pulsed DC: the enabling technology for reactive PVD" SURFACE AND COATINGS TECHNOLOGY, ELSEVIER, AMSTERDAM, NL, vol. 98, no. 1-3, 9 September 1996 (1996-09-09), pages 1245-1250, XP002241685 ISSN: 0257-8972 the whole document -----	6,7
A		1-5
Y	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1995, no. 04, 31 May 1995 (1995-05-31) & JP 07 018431 A (ANELVA CORP), 20 January 1995 (1995-01-20) abstract -----	1-5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

In
Initial Application No
PCT/EP 03/04572

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
JP 07018431	A 20-01-1995 JP	2711503 B2	10-02-1998

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT		Int. nationales Aktenzeichen PCT/EP 03/04572
A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES IPK 7 C23C14/34 H01J37/34		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK		
B. RECHERCHIERTE GEBiete		
Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) IPK 7 C23C H01J		
Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) PAJ, WPI Data, EPO-Internal, IBM-TDB, INSPEC, COMPENDEX		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	REINIG P ET AL: "Pulsed dc magnetron-sputtering of microcrystalline silicon" PREPARATION AND CHARACTERIZATION, ELSEVIER SEQUOIA, NL, Bd. 403-404, 1. Februar 2002 (2002-02-01), Seiten 86-90, XP004430332 ISSN: 0040-6090 Seite 89, linke Spalte, Zeile 19 -Seite 90, linke Spalte, Zeile 10 ---	6,7
Y	Seite 89, linke Spalte, Zeile 19 -Seite 90, linke Spalte, Zeile 10 ---	1-5 -/-
<input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen		<input type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie
° Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : °A° Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist °E° älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist °L° Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) °O° Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung oder andere Maßnahmen bezieht °P° Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist		
°T° Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist °X° Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erforderlicher Tätigkeit beruhend betrachtet werden °Y° Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erforderlicher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist °&° Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der Internationalen Recherche 14. August 2003		Absendedatum des Internationalen Recherchenberichts 21/08/2003
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter Ekhult, H

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Int	nales Aktenzeichen
PCT/EP 03/04572	

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	SELLERS J: "Asymmetric bipolar pulsed DC: the enabling technology for reactive PVD" SURFACE AND COATINGS TECHNOLOGY, ELSEVIER, AMSTERDAM, NL, Bd. 98, Nr. 1-3, 9. September 1996 (1996-09-09), Seiten 1245-1250, XP002241685 ISSN: 0257-8972 das ganze Dokument ----	6,7
A		1-5
Y	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1995, no. 04, 31. Mai 1995 (1995-05-31) & JP 07 018431 A (ANELVA CORP), 20. Januar 1995 (1995-01-20) Zusammenfassung -----	1-5

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Inte	tales Albenzeichen
PCT/EP 03/04572	

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
JP 07018431 A	20-01-1995 JP	2711503 B2	10-02-1998

フロントページの続き

(81)指定国 AP(GH,GM,KE,LS,MW,MZ,SD,SL,SZ,TZ,UG,ZM,ZW),EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,MD,RU,TJ,TM),EP(AT, BE,BG,CH,CY,CZ,DE,DK,EE,ES,FI,FR,GB,GR,HU,IE,IT,LU,MC,NL,PT,RO,SE,SI,SK,TR),OA(BF,BJ,CF,CG,CI,CM,GA, GN,GQ,GW,ML,MR,NE,SN,TD,TG),AE,AG,AL,AM,AT,AU,AZ,BA,BB,BG,BR,BY,BZ,CA,CH,CN,CO,CR,CU,CZ,DE,DK,DM,DZ, EC,EE,ES,FI,GB,GD,GE,GH,GM,HR,HU,ID,IL,IN,IS,JP,KE,KG,KP,KR,KZ,LC,LK,LR,LS,LT,LU,LV,MA,MD,MG,MK,MN,M W,MX,MZ,NO,NZ,OM,PH,PL,PT,RO,RU,SC,SD,SE,SG,SK,SL,TJ,TM,TN,TR,TT,TZ,UA,UG,US,UZ,VC,VN,YU,ZA,ZM,ZW