



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



⑪ Veröffentlichungsnummer: 0 494 305 A1

⑫

**EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**  
veröffentlicht nach Art. 158 Abs. 3  
EPÜ

⑬ Anmeldenummer: 91901967.9

⑮ Int. Cl. 5. B24B 31/10

⑭ Anmeldetag: 15.05.90

⑯ Internationale Anmeldenummer:  
PCT/SU90/00119

⑰ Internationale Veröffentlichungsnummer:  
WO 91/18710 (12.12.91 91/28)

⑪ Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
15.07.92 Patentblatt 92/29

Erfinder: JUFA, Mikhail Semenovich  
ul. Telmana, 28-402

Leningrad, 193230(SU)  
Erfinder: LYSANOV, Vladislav Sergeevich  
ul. Zheni Egorovoi, 4-3-123

Leningrad, 194257(SU)  
Erfinder: DOVGAL, Eduard Yakovlevich  
ul. Drezdenskaya, 12-48

Leningrad, 194017(SU)  
Erfinder: REZNIKOV, Yakov Romanovich  
pr. Maslennikova, 41-41

Kuibyshev, 443056(SU)  
Erfinder: ARDASHNIKOV, Boris Naumovich  
ul. Gdanskaya, 3-75  
Leningrad, 194017(SU)  
Erfinder: SHULTS, Jury Avgustovich  
pr. Grazhdansky, 114-1-139  
Leningrad, 195267(SU)

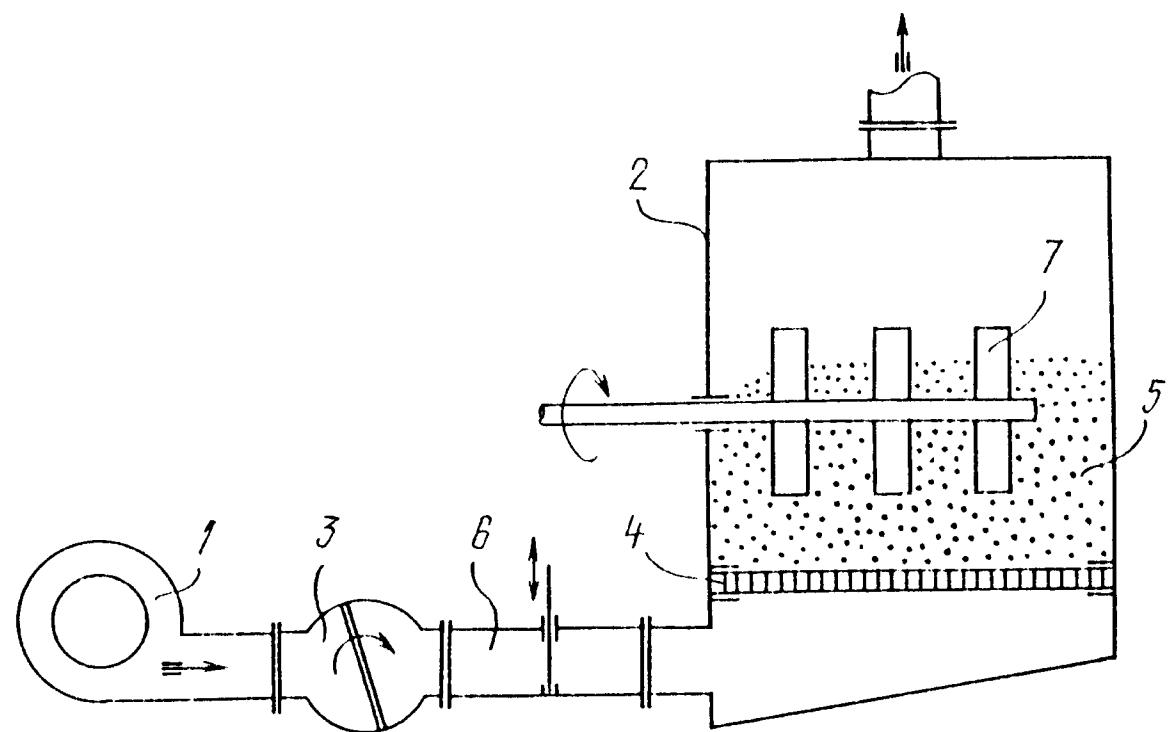
⑪ Anmelder: NAUCHNO-PROIZVODSTVENNOE  
OBIEDINENIE PO ABRAZIVAM I  
SHLIFOVANIJU  
ul.Beloostrovskaya, 17  
Leningrad, 197342(SU)

⑫ Erfinder: KREMEN, Zinovy Illich  
pr. Tikhoretsky, 10-2-54  
Leningrad, 194064(SU)  
Erfinder: MASSARSKY, Moisei Lipovich  
pr. Juria Gagarina, 35-76  
Leningrad, 196142(SU)  
Erfinder: NEPOMNYASCHY, Evgeny  
Alexeevich  
pr. Moskovsky, 161-56  
Leningrad, 196070(SU)  
Erfinder: LOKSHIN, Jury Khonovich  
ul. Tallinskaya, 10-16  
Leningrad, 195196(SU)

⑫ Vertreter: Finck, Dieter et al  
Patentanwälte v. Füner, Ebbinghaus, Finck  
Mariahilfplatz 2 & 3  
W-8000 München 90(DE)

⑯ VERFAHREN ZUR SCHLEIFBEARBEITUNG VON WERKSTUECKEN.

⑰ Ein Werkstück (7) bringt man in eine Wirbelschicht (5) von Schleifmittelpartikeln, die in periodische Schwingungen mit einer Frequenz von 0,5 bis 6,0 Hz und einer Amplitude über 10 mm gesetzt wird.



Gebiet der Technik

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Schleifbearbeitung von Werkstuecken und kann im Maschinen- und Schiffbau und in anderen Industriezweigen eine breite Anwendung finden, in denen

- 5 Werkstuecke zu entgraten sind bzw. eine Fertigbearbeitung von Werkstuecken, darunter auch Werkstuecken mit komplizierter Konfiguration nach Giessen, Gesenkschmieden, Stanzen, grober mechanischer Bearbeitung erforderlich ist, die eine urspruengliche Oberflaechenrauhigkeit von  $R_z = 20$  bis  $50 \mu\text{m}$  aufweisen.

10 Vorhergehender Stand der Technik

Es ist ein Verfahren zur Schleifbearbeitung von Werkstueken bekannt (SU, A, 534344), bei dem das zu bearbeitende Werkstueck in eine Wirbelschicht von Partikeln eines Schleifmittels (von Schleifmittelkoernern) gebracht wird. Dabei erfolgt in der besagten Wirbelschicht ein Abtragen mikroskopischer Unebenheiten von 15 der Werkstueckerflaechen und ein Entgraten des Werkstuecks durch eine Schlagwechselwirkung der Schleifmittelkoerner und des zu bearbeitenden Werkstuecks.

Dieses Verfahren weist aber eine verhaeltnismaessig niedrige Intensitaet der Bearbeitung und darum eine unzureichende Arbeitsproduktivitaet insbesondere bei Bearbeitung von Werkstuecken mit einer 20 urspruenglichen Oberflaechenrauhigkeit von 20 bis  $50 \mu\text{m}$  auf. Dieser Nachteil ist auf die verhaeltnismaessig kleine kinetische Energie eines Schleifmittelkorns in einer Wirbelschicht zurueckzufuehren, die durch seine 25 Masse und Bewegungsgeschwindigkeit bedingt ist. Eine Erhoehung der kinetischen Energie von Schleifmittelkoernern durch Vergroesserung ihrer Masse ist durch die zulaessigen Maximalabmessungen der Schleifmittelkoerner begrenzt, weil bei Abmessungen der Schleifmittelkoerner ueber 800 mm, wie es Versuche gezeigt haben, man kein Aufwirbeln und keine intensive Vermischung dieser Koerner infolge kleiner Dichte 30 einer Schuettlage derartiger Koerner und infolgedessen einer hohen Luftdurchlaessigkeit dieser Lage erzielen kann. Was eine Steigerung der kinetischen Energie der Schleifmittelkoerner durch Vergroesserung der Kornbewegungen in der Wirbelschicht betrifft, die von der Stromgeschwindigkeit der diese Wirbelschicht erzeugenden Luft direkt abhaengt, so ist sie durch einen Wert der besagten Luftstromgeschwindigkeit begrenzt, bei der Auswuerfe und ein Entweichen der Schleifmittelkoerner aus der Wirbelschicht 35 beginnen. Ausserdem nimmt bei einer Vergroesserung der Luftstromgeschwindigkeit dementsprechend die Wahrscheinlichkeit zu, dass in der Wirbelschicht Luftblasen entstehen, was sich auf die Effektivitaet der Werkstueckbearbeitung negativ auswirkt.

Es ist ein Verfahren zur Schleifbearbeitung von Werkstuecken bekannt (SU, A, 532515), wonach im Unterschied vom vorstehend beschriebenen Verfahren ein zu bearbeitendes Werkstueck bei seiner Bearbeitung, in einem Abstand gleich 0,5 bis 0,7 der Wirbelschichthoehe von der Ebene des Verteilungsgitters angeordnet wird.

Dieses Verfahren stellt eine hoehere Intensitaet der Bearbeitung sicher, weil sich das zu bearbeitende Werkstueck in einem Bereich der Wirbelschicht befindet, worin Schleifmittelkoerner die maximale Bewegungsgeschwindigkeit haben.

40 Eine Bearbeitungsintensitaet bleibt aber bei diesem Verfahren unzureichend hoch, weil sie wie beim vorstehenden Verfahren durch die zulaessigen Abmessungen von Schleifmittelkoernern und die zulaessige Geschwindigkeit eines Luftstroms begrenzt ist, der eine Wirbelschicht erzeugt.

Wie Versuche gezeigt haben, ist die Intensitaet einer Werkstueckbearbeitung unter Anwendung der besagten Verfahren insbesondere in jenen Faellen unzureichend, wenn die zu bearbeitenden Werkstuecke 45 eine grosse urspruengliche Rauigkeit von 20 bis  $50 \mu\text{m}$  bzw. grosse Grate aufweisen.

Offenbarung der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Schleifbearbeitung von Werkstuecken in 50 einer Wirbelschicht von Schleifmittelkoernern zu entwickeln, bei dem der Wirbelschicht solche Parameter verliehen werden, dass die kinetische Energie der Schleifmittelpartikel bei Bearbeitung eines Werkstuecks vergroessert und dadurch die Bearbeitungsintensitaet und folglich die Produktionsleistung gesteigert werden.

Diese Aufgabe wird beim bekannten Verfahren zur Schleifbearbeitung von Werkstuecken in einer 55 Wirbelschicht erfindungsgemaess dadurch geloest, dass die Wirbelschicht in periodische Schwingungen mit einer Frequenz von 0,5...6,0 Hz und einer Amplitude von ueber 10 mm gesetzt wird.

Die periodischen Schwingungen der Wirbelschicht mit einer Frequenz und einer Amplitude, die im erfindungsgemaessen Bereich liegen, bewirken die Vergroesserung einer kinetischen Energie von Schleif-

mittelpartikeln. Wie es Versuche gezeigt haben, kann bei derartigen Schwingungen der Wirbelschicht die Bewegungsgeschwindigkeit von Schleifmittelpartikeln um das 3- bis 5-fache in Abhaengigkeit von ihren Abmessungen gesteigert werden, wodurch ihre kinetische Energie vergroessert wird. Die besagte Vergroesserung der kinetischen Energie von Schleifmittelpartikeln stellt die Steigerung einer Intensitaet der Werkstueckbearbeitung sicher.

5 Versuchsergebnisse haben gezeigt, dass bei einer Schwingungsfrequenz der Wirbelschicht unter 0,5 Hz bzw. bei einer Schwingungsamplitude unter 10 mm die Bewegungsgeschwindigkeit der Schleifmittelpartikel so vermindert wird, dass die Intensitaet der Werkstueckbearbeitung jener nach bekannten Verfahren nahe liegt. Schwingungen der Wirbelschicht mit einer Frequenz ueber 6,0 Hz sind infolge der Traegheit von  
10 Schleifmittelpartikeln praktisch unerreichbar.

#### Kurze Beschreibung der Zeichnung

Nachstehend wird die Erfindung durch ausfuehrliche Beschreibung der besten Variante ihrer Durchfueh-  
15 rung unter Bezugnahme auf eine Zeichnung naeher erlaeutert, worin die Vorrichtung zum Durchfuehren des erfindungsgemaessen Verfahrens zur Werkstueckbearbeitung schematisch dargestellt ist.

#### Beste Ausfuehrungsvariante der Erfindung

20 Ein Luftstrom, der durch einen Druckkluefter 1 erzeugt wird, gelangt in eine Arbeitskammer 2 ueber einen Pulsator 3 mit einer bekannten Konstruktion und ein Luftverteilungsgitter 4, wodurch in dieser Kammer 2 eine Wirbelschicht 4 von Schleifmittelpartikeln erzeugt wird. Der Pulsator 3 schliesst und oeffnet periodisch eine Leitung 6 zur Luftzufuhr in die Arbeitskammer 2. Bei der abgespererten Leitung 4 steigt der Druck in einer (nicht eingezeichneten) Kammer des Pulsators 3, und die Wirbelschicht 5 in der Kammer 2 bewegt sich abwaerts. Bei der geoeffneten Leitung 6 wird der Luftstrom der Arbeitskammer 2 mit einer gesteigerten Energie (infolge des Überdrucks in der Kammer des Pulsators 3) zugefuehrt, wodurch eine Aufwaertsbewegung der Wirbelschicht 5 der Schleifmittelpartikel bewirkt wird. Eine Schwingungsfrequenz der Wirbelschicht 5 wird durch eine Bewegungsfrequenz eines (nicht eingezeichneten) Ventils des Pulsators 3 bestimmt. Eine Schwingungsamplitude wird bei einer vorgegebenen Frequenz durch die Masse der  
25 Schuettlage der Schleifmittelpartikel in der Arbeitskammer 2 bestimmt. Dann bringt man nach einem beliebigen bekannten Verfahren in die Wirbelschicht 5 ein zu bearbeitendes Werkstueck 7 und haelt dieses in der Wirbelschicht solange, bis die Bearbeitung beendet wird. Eine Bearbeitungsdauer wird in Abhaengigkeit von Bearbeitungszwecken anhand von bekannten Verhaeltnissen berechnet bzw. durch Versuche ermittelt.  
30

35 Nachstehend sind konkrete Ausfuehrungsbeispiele des erfindungsgemaessen Verfahrens zur Schleifbearbeitung von Werkstuecken beschrieben.

#### Beispiel 1

40 In einer Rotationsschleifanlage bearbeitete man in einer Wirbelschicht von Schleifmittelpartikeln (Siliziumkarbid mit einer Korngroesse 40) Stahlringe mit einer Haerte von HB = 280 bis 300 und einer urspruenglichen Rauigkeit von  $R_z = 50 \mu\text{m}$ . Der Aussendurchmesser jedes Rings betrug 55 mm und die Hoehe 10 mm. Ringe wurden auf Dornen befestigt und in die Wirbelschicht in laufenden Spalten gebracht, wonach man sie mit einer Umfangsgeschwindigkeit von 20 m/s drehen liess. Die Wirbelschicht wurde in  
45 periodische Schwingungen in einer zur Ebene des Verteilungsgitters senkrechten Richtung gesetzt. Diese Versuche fanden bei einer Schuettagedicke der Schleifmittelpartikeln von 150 mm, einem Luftdruck vor dem Pulsator von 0,7 MPa und einer Bearbeitungsdauer von 10 min statt. Ausserdem bearbeitete man unter denselben Bedingungen Stahlringe nach dem bekannten Verfahren in einer stationaeren Wirbelschicht von Schleifmittelpartikeln, d.h. in einer Wirbelschicht, die keine periodische Schwingung ausfuehrte.

50 Versuche fanden bei verschiedenen Frequenzen und Amplituden der Wirbelschichtschwingungen statt. Nach den Versuchen ermittelte man die Dicke einer abgetragenen Metallschicht als Differenz zwischen Werkstueckabmessungen vor und nach der Bearbeitung, die als Mass einer Glaettung der urspruenglichen Rauigkeit galt.

Bearbeitungsbedingungen und Versuchsergebnisse beinhaltet die Tabelle 1.

Tabelle 1

Versuchs-Nr.	Schwingungsfrequenz der Wirbelschicht, V, Hz	Schwingungsamplitude der Wirbelschicht, A, mm	Dicke der abgetragenen Schicht, $\mu\text{m}$
1	0,5	200	114
2	6	10	82
3	3	100	138
4	6	5	28
5	0,3	230	24
6	0	0	27

Aus der Tabelle 1 ist es ersichtlich, dass bei der Schleifbearbeitung von Werkstuecken nach dem erfindungsgemaessen Verfahren (Versuche Nr. 1,2,3) eine Dicke der abgetragenen Metallschicht und folglich ein Glaettungsgrad der Ausgangsrauhigkeit der urspruenglichen zu bearbeitenden Oberflaeche bedeutend groesser ist als bei der Werkstueckbearbeitung nach dembekannten Verfahren, d.h. in einer Wirbelschicht, die keine periodische Schwingungen ausfuehrt (Nr.6). Ausserdem kann man aus der Tabelle 1 ersehen, dass bei einer Schwingungsfrequenz der Wirbelschicht unter 0,5 Hz (Nr.5) bzw. bei einer Schwingungsamplitude unter 10 mm (Nr.4) die Dicke der abgetragenen Metallschicht stark abnimmt.

### Beispiel 2

Auf einer Rotationsschleifanlage bearbeitete man zum Entgraten in einer Wirbelschicht von Schleifmittelpartikeln (Siliziumkarbid mit einer Korngrösse 80) Werkstuecke (Lagerkaefige) aus nichtrostendem Chrom-Nickel-Stahl. Ausgangsgratabmessungen betrugen: Laenge 4,6 bis 5,6 mm, Breite 0,6 bis 0,9 mm. Lagerkaefige wurden in einer besonderen Nockenvorrichtung aufgespannt und in Drehbewegung mit einer linearen Geschwindigkeit von 15 m/s gesetzt. Die Wirbelschicht wurde in periodische Schwingungen in einer zum Verteilungsgitter senkrechten Richtung gesetzt. Pruefungen fanden bei einer Schuettlagenhoehe von Schleifmittelpartikeln von 150 mm, einem Luftdruck vor dem Pulsator von 0,7 MPa und einer Bearbeitungsdauer von 8 Minuten statt. Ausserdem bearbeitete man unter denselben Bedingungen Lagerkaefige nach dem bekannten Verfahren in einer stationaeren Wirbelschicht von Schleifmittelkoernern.

Versuche fuehrte man bei verschiedenen Frequenzen und Amplituden der Wirbelschichtschwingungen durch.

Nach den Versuchen pruefte man das bearbeitete Werkstueck auf das Gratvorhandensein. Bearbeitungsbedigungen und Versuchsergebnisse beinhaltet die Tabelle 2.

Tabelle 2

Versuchs-Nr.	Schwingungsfrequenz der Wirbelschicht, V, Hz	Schwingungsamplitude der Wirbelschicht, A, mm	Grat
1	0,5	200	kein
2	6	10	kein
3	3	100	kein
4	6	5	vorhanden
5	0,3	230	vorhanden
6	0	0	vorhanden

Aus der Tabelle 2 ist es ersichtlich, dass bei der Schleifbearbeitung von Werkstuecken nach dem erfindungsgemaessen Verfahren (Versuche Nr. 1, 2, 3) auf bearbeiteten Werkstuecken kein Grat geblieben ist. Bei der Schleifbearbeitung von Werkstuecken nach dem bekannten Verfahren (Nr.6) sowie bei der Bearbeitung in einer Wirbelschicht, deren periodische Schwingungen eine Frequenz unter 0,5Hz (Nr.5) bzw. eine Amplitude unter 10 mm (Nr.4) aufwiesen, bleiben nach der Bearbeitung Grate auf Werkstuecken.

### Industrielle Anwendbarkeit

Das erfindungsgemaesse Verfahren zur Schleifbearbeitung von Werkstuecken kann zum Abtragen

verhältnismäßig grosser Grate sowie zur Fertigbearbeitung verschiedener Werkstücke, darunter auch Werkstücke mit einer komplizierten Konfiguration, die eine ursprüngliche Oberflächenrauhigkeit von  $R_z = 20$  bis  $50 \mu\text{m}$  aufweisen, nach Giessen, Gesenkschmieden, Stanzen und grober mechanischer Bearbeitung, mit Erfolg verwendet werden.

5

### **Patentansprüche**

1. Verfahren zur Schleifbearbeitung von Werkstücken, bei dem das Werkstück (7) in einer Wirbelschicht (5) von Schleifmittelpartikeln gebracht wird, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Wirbelschicht (5) in periodische Schwingungen mit einer Frequenz von 0,5 bis 6,0 Hz und einer Amplitude über 10 mm gesetzt wird.

15

20

25

30

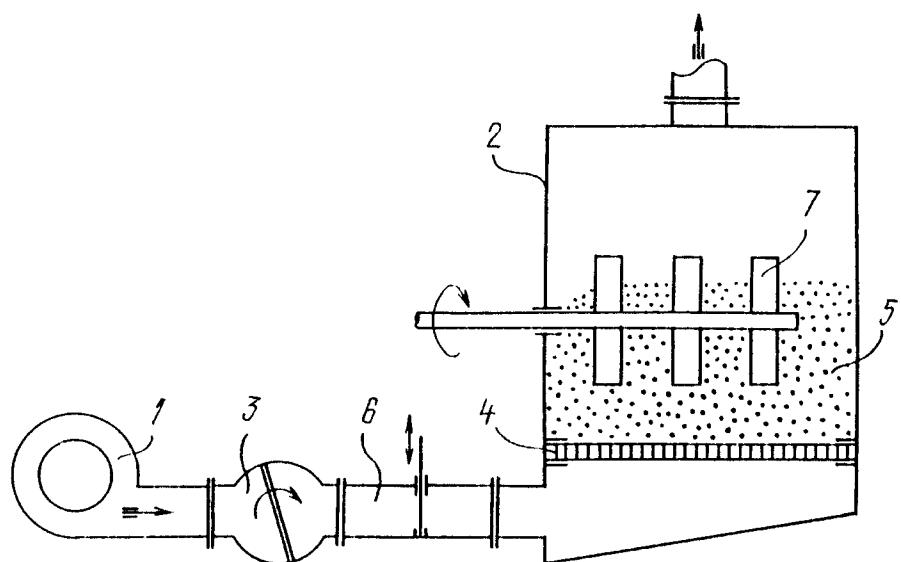
35

40

45

50

55



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No. PCT/SU90/00119

## I. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER (If several classification symbols apply, indicate all) \*

According to International Patent Classification (IPC) or to both National Classification and IPC

IPC<sup>5</sup>: B24B 31/10

## II. FIELDS SEARCHED

### Minimum Documentation Searched ?

Classification System	Classification Symbols
IPC <sup>5</sup>	B24B 31/00, 31/10, B24C 3/12

Documentation Searched other than Minimum Documentation  
to the Extent that such Documents are Included in the Fields Searched \*

## III. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT\*

Category *	Citation of Document, <sup>11</sup> with indication, where appropriate, of the relevant passages <sup>12</sup>	Relevant to Claim No. 13
A	SU, Al, 534344 (R.A. LIZHDVOI) 1 February 1977 (01.02.77), (cited in the description) ---	1
A	SU, Al, 532515 (Z.I. KREMEN et al.) 28 December 1976 (28.12.76), (cited in the description) ---	1
A	SU, Al, 848310 (A.I. POPENKO et al.) 23 July 1981 (23.07.81), the claims ---	1
A	SU, Al, 852510 (A.I. POPENKO et al.) 27 August 1981 (27.08.81), the claims ---	1
A	DE, Al, 2904551 (METALLGESELLSCHAFT AG.) 28 August 1980 (28.08.80) -----	1

\* Special categories of cited documents: <sup>10</sup>

- "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

"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

## IV. CERTIFICATION

Date of the Actual Completion of the International Search

4 March 1991 (04.03.91)

Date of Mailing of this International Search Report

8 April 1991 (08.04.91)

International Searching Authority

ISA/SU

Signature of Authorized Officer