



Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

⑫ PATENTSCHRIFT A5

⑪

643 080

⑫ Gesuchsnummer: 10713/78

⑫ Anmeldungsdatum: 16.10.1978

⑩ Priorität(en): 15.10.1977 JP 52-123695

⑫ Patent erteilt: 15.05.1984

⑫ Patentschrift veröffentlicht: 15.05.1984

⑦ Inhaber:
Casio Computer Co., Ltd., Shinjuku-ku/Tokyo (JP)

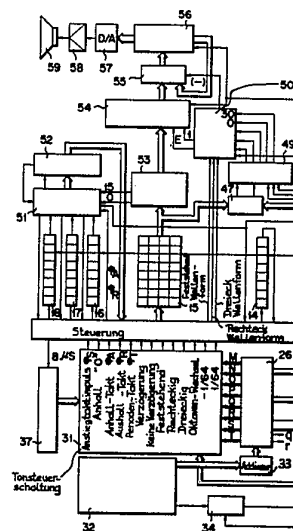
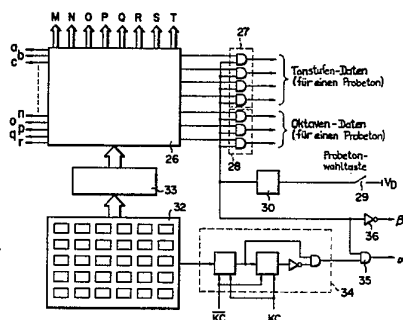
⑦ Erfinder:
Toshio Kashio, Setagaya-ku/Tokyo (JP)

⑦ Vertreter:
E. Blum & Co., Zürich

⑤ Elektronisches Musikinstrument.

⑤ Das elektronische Musikinstrument kann Töne verschiedener Klangfarbe erzeugen. Vor dem Spielen wählt der Spieler eine gegebene Klangfarbe aus und spielt dann ein Stück in dieser Klangfarbe durch Betätigen einer Spieltastatur. Das Musikinstrument ist mit Klangfarbenwahl-tasten (32) versehen. Um vor dem Spielen jene Klangfarbe wählen zu können, die er für das zu spielende Stück als geeignet hält, kann er die einzelnen Klangfarben durch Erzeugung von Probetönen ausprobieren. Dabei genügt die Betätigung der entsprechenden Klangfarbenwahl-taste, worauf ein Probeton einer vorgeschriebenen Tonhöhe und Dauer erzeugt wird, falls zuvor eine Probetonwahl-taste

(29) betätigt worden ist. Dadurch entfällt das Betätigen einzelner Spieltasten bei der Auswahl der Klangfarbe, wodurch diese erleichtert wird. Als Klangfarbenwahl-tasten (32) kann ein Teil der Spieltasten verwendet werden.



PATENTANSPRÜCHE

1. Elektronisches Musikinstrument zur Erzeugung von Tönen in einer von mehreren, wählbaren Klangfarben, mit einer Anordnung von Spieltasten (3) zum Spielen eines Musikstücks und einer Klangfarbenwähleinrichtung (32) zur Festlegung der jeweils wiederzugebenden Klangfarbe, dadurch gekennzeichnet, dass zur Auswahl der gewünschten Klangfarbe eine Probetonerzeugungsvorrichtung (26-30) vorgesehen ist, die an die Klangfarbenwähleinrichtung (32) anschaltbar ist, derart dass bei Betätigung derselben ein Probeton vorbestimmter Tonhöhe in der entsprechenden Klangfarbe erzeugbar ist.

2. Elektronisches Musikinstrument nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Klangfarbenwähleinrichtung (32) Tasten aufweist, von denen jede einer Klangfarbe zugeordnet ist, wobei die Tasten entweder in einer speziellen Klangfarbenwähl tastatur enthalten oder durch einen Teil der Spieltasten (3) gebildet sind.

3. Elektronisches Musikinstrument nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Probetonerzeugungseinrichtung (26-30) ferner eine Schaltung (26) zur Erzeugung von Tonsteuersignalen aufweist, die der jeweils betätigten Klangfarbenwähltaste zugeordnet sind und Schaltkreise (27, 28) zur Erzeugung einer Oktaveninformation und einer Tonstufeninformation, die der vorbestimmten Oktavenlage und der Tonstufe des Probetons innerhalb dieser Oktavenlage entsprechen sowie eine Auslöseschaltung (29, 30) besitzt, bei deren Betätigung die Oktaven- und Tonstufeninformation zur Erzeugung eines hörbaren Probetons verarbeitbar sind.

Die Erfindung betrifft ein elektronisches Musikinstrument zur Erzeugung von Tönen in einer von mehreren, wählbaren Klangfarben, mit einer Anordnung von Spieltasten zum Spielen eines Musikstücks und einer Klangfarbenwähleinrichtung zur Festlegung der jeweils wiederzugebenden Klangfarbe.

Solche Musikinstrumente sind bekannt, wie sich z.B. aus US-PS 4 050 343 ergibt. Instrumente dieser Art, wie z.B. elektronische Orgeln oder Synthesizer, sind in der Lage, selbsttätig Töne zu erzeugen, die in ihrer Art den Tönen von natürlichen Instrumenten wie Cembalo, Klavier, Flöte, Oboe, Klarinette usw. entsprechen, wobei die jeweilige Klangfarbe mittels eines Wählschalters einstellbar ist. Vom Ausdruck «Klangfarbe» wird im folgenden nicht nur die harmonische Struktur der erzeugten Töne umfasst, sondern ebenso auch andere, wählbare Charakteristiken derselben wie Anhall- und Aushallcharakteristik, Vibratoeffekten und dergleichen. Bei elektronischen Musikinstrumenten, welche zur Erzeugung von Klangfarben ausgebildet sind, die solchen von natürlichen Instrumenten ähnlich sind und wenn zudem nur eine kleine Zahl von Klangfarben erzeugbar ist, kann sich der Spieler an die betreffenden Klangfarben erinnern und ein Stück in der gewählten Klangfarbe spielen. Bei elektronischen Musikinstrumenten mit einem solch kleinen Bereich kann die gewünschte Klangfarbe vom Spieler leicht eingestellt werden durch Betätigung eines von mehreren Schaltern.

Im Gegensatz dazu können mit grösseren elektronischen Musikinstrumenten nicht nur Klangfarben erzeugt werden, die natürlichen Instrumenten entsprechen, sondern Töne vieler möglicher Klangfarben. Bei solchen Instrumenten muss der Spieler die gewünschte Klangfarbe wählen, bevor er ein Stück zu spielen beginnt. Falls der Spieler sich dazu zuerst durch Abhören von Probetönen vergewissern muss, ob die von ihm gewünschte Klangfarbe eingestellt ist und er diese Probetöne immer wieder durch Betätigen der Spieltasten

erzeugen muss, wird der Wählvorgang sehr mühsam.

Die vorliegende Erfindung strebt an, eine Anordnung zu schaffen, mittels welcher Probetöne einer bestimmten Tonhöhe und Dauer durch blosser Betätigung einer Wähltaste für die gewünschte Klangfarbe erzeugt werden, ohne dass beim Ausprobieren mehrerer Klangfarben eine mühevoller Handhabung nötig ist.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäss dadurch gelöst, dass zur Auswahl der gewünschten Klangfarbe eine Probetonerzeugungsvorrichtung vorgesehen ist, die an die Klangfarbenwähleinrichtung anschaltbar ist, derart dass bei Betätigung derselben ein Probeton vorbestimmter Tonhöhe in der entsprechenden Klangfarbe erzeugbar ist. Damit kann der Spieler reibungslos die gewünschte Klangfarbe wählen, indem er einfach auf die erzeugten Probetöne horcht, die durch Betätigung der Klangfarbenwähleinrichtung erzeugt wird, ohne dass er dabei selbst eigens Spieltasten betätigen muss.

Im folgenden ist eines mehrerer Ausführungsbeispiele des Erfindungsgegenstandes anhand der beiliegenden Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1A, 1B und 1C ein Schaltbild eines elektronischen Musikinstrumentes, welches mit der erfindungsgemässen Vorrichtung versehen ist,

Fig. 2 ein Schaltbild der Klangfarbenwählschaltung in Fig. 1,

Fig. 3 eine im Zusammenhang mit den Fig. 1A-1C erläuterte Hüllkurve,

Fig. 4A und 4B Wellenformen verschiedener Töne,

Fig. 5, 6, 7 die Gatter, welche mit Tonsteuersignalen aus dem ROM von Fig. 2 gespeist werden,

Fig. 8A-1, 8A-2, 8B-1, 8B-2, 8C-1, 8C-2, 8D-1, 8D-2, 8E-1, 8E-2, 8E-3, 8F-1, 8F-2, 8F-3 und 8G die Schaltungen der verschiedenen Abschnitte in Fig. 1A-1C,

Fig. 9 ein Laufzeit-Diagramm, welches angibt, wie die Fig. 8A-1 bis 8F miteinander verbunden sind,

Fig. 10 ein Diagramm, welches die Grundlage, auf welcher die verschiedenen in den Fig. 8A-1, 8A-2 dargestellten Steuersignale gebildet werden, darstellt,

Fig. 11 ein Laufzeit-Diagramm eines in einem in Fig. 8A-2 dargestellten Tonstufenzähler erzeugten Signals,

Fig. 12 ein Diagramm eines in einem in Fig. 8A-1 dargestellten Oktavenzähler erzeugten Signals,

Fig. 13 ein Diagramm der Signale in den Schaltungen von Fig. 8B-1 und 8B-2 zur Abtastung der Eingangssignale aus den Spieltasten,

Fig. 14 ein Laufzeit-Diagramm der Tasteneingänge zu den Schaltungen von Fig. 8A-1, 8A-2,

Fig. 15 ein Schema, welches aufzeigt, in welcher Weise die Steuersignale in den Zeilenspeichern, die in den verschiedenen Schaltungen nach Fig. 8A-1, 8A-2 verwendet werden, gespeichert sind,

Fig. 16 ein Schema, welches aufzeigt, in welcher Weise die Steuersignale in den Zeilenspeichern, die in den verschiedenen Schaltungen von Fig. 8A-1, 8A-2 verwendet werden, gespeichert sind, wenn zweistimmig gespielt wird,

Fig. 17 ein Schema, welches aufzeigt, in welcher Weise die Steuersignale in den Zeilenspeichern, die in der Schaltung von Fig. 8A-1 verwendet werden, gespeichert sind, wenn vierstimmig gespielt wird,

Fig. 18 ein Laufzeit-Diagramm der von den Spieltasten abgegebenen Eingangssignale,

Fig. 19 ein Laufzeit-Diagramm des Signals zur Steuerung einer Anzahl von Stopp-Taktimpulsen, die in den Schaltungen der Fig. 8D-1 und 8D-2 verwendet werden, und

Fig. 20A und 20B Tabellen von Tonhöhen-Taktimpulsfrequenzen, die in den Fig. 8D-1, 8D-2 angewendet werden.

Anhand von Fig. 2 wird zunächst auf das Grundprinzip

der Probetonerzeugung hingewiesen, wie es nachfolgend im einzelnen detailliert beschrieben ist. Das elektronische Musikinstrument besitzt eine Klangfarbenwähleinrichtung 32 etwa in Form einer Tastatur, bei welcher jede Taste zur Wahl einer zugeordneten Klangfarbe vorgesehen ist. Als Tastatur kann dabei entweder eine ausschliesslich hierfür vorgesehene Einrichtung verwendet werden, wie in den Fig. 1A bis C sowie Fig. 2 gezeigt. Ebenso ist es möglich, hierfür einen Teil der Spieltasten 3 vorzusehen, wenn ein entsprechender Umschalter vorgesehen wird. Für die Klangfarbenvorwahl wird zunächst eine Probetonwähltaste betätigt, wodurch die Probetonerzeugung in einer Probetonerzeugungsvorrichtung 26-30 ermöglicht wird. Bei Betätigung der Klangfarbenwähleinrichtung wird ein Signal erzeugt, das in einem Adressendekoder 33 dekodiert und einem ROM 26 als Adressensignal zugeführt wird. Aus dem ROM 26 werden daraufhin unter anderem die zur gewählten Klangfarbe gehörenden Tonsteuersignale M bis T sowie bestimmte Tonstufendaten und Oktaveninformationen ausgelesen, welche letztere die Tonhöhe des Probetons bestimmen. Die Tonerzeugung selbst erfolgt dabei mittels der auch für den Spiel-Betrieb vorgesehenen Tonerzeugungsvorrichtung mit den Schaltungsteilen 13, 15, 42, 44, 49, 53-56, wie sie nachfolgend detailliert beschrieben werden.

Im folgenden wird nun die Tonerzeugungsvorrichtung beschrieben, die bei einem elektronischen Musikinstrument verwendet wird. Fig. 1 zeigt schematisch die Schaltung eines vollständigen elektronischen Musikinstrumentes. Die Bezugsziffer 1 bezeichnet eine Schaltung zur Erzeugung der später beschriebenen Steuersignale zur Steuerung der verschiedenen Schaltungsteile des elektronischen Musikinstrumentes auf der Basis eines Referenztaktsignals, das von einem Taktimpuls-generator 2 erzeugt wird. Bei diesem Ausführungsbeispiel hat der Taktimpuls eine Dauer von 1 μ s und eine Frequenz von 1000 kHz. Die Bezugsziffer 3 bezeichnet eine Gruppe von Spieltasten. Bei diesem Ausführungsbeispiel wird davon ausgegangen, dass die Tastatur des elektronischen Musikinstrumentes 84 Spieltasten hat. Die Spieltasten sind an einer Seite parallel geschaltet, werden mit einer Spannung V_D bestimmter Höhe gespeist und sind an der anderen Seite einzeln an eine Abtastschaltung 4 angeschlossen, welche eine Einrichtung zur Abgabe eines Taktsignals aufweist, welches zur aufeinanderfolgenden Abtastung der Spieltasten verwendet wird. Die Abtastschaltung 4 gibt das Taktsignal synchron mit dem Zählvorgang eines Tonstufenoktavenzählers 5 ab, der Daten betreffend die 12 Tonstufen der Tonleiter und Daten betreffend 7 Oktaven erzeugt. Die Abtastschaltung 4 enthält ferner eine Tasteneingangsschaltung, um die Abgabe eines kurzen Tasteneingangssignals der entsprechenden Spieltaste sicherzustellen, wenn einige dieser Tasten gleichzeitig betätigt werden, um insbesondere einen Akkord zu erzeugen. Ein Ausgangssignal aus dem Oktavenzähler 5, welches seine letzte Zählung anzeigt, wird an einen Tastenbetätigungsüberwacher 7 abgegeben, der von einem Haltebefehlsschalter 6 abgegebenes Betätigungssignal erhält sowie das vorher erwähnte Taktsignal der Spieltasten von der Abtastschaltung 4. Der Tastenbetätigungsüberwacher 7 ist dazu bestimmt, festzustellen, dass die Spieltasten länger als ein bestimmter Zeitraum, nachdem das elektronische Musikinstrument in Betrieb genommen wurde, nicht betätigt sind. Ein vom Tastenbetätigungsüberwacher 7 abgegebenes Betätigungssignal (entgegengesetzt zum Nichtbetätigungssignal) und ein neues aus der Abtastschaltung 4 abgegebenes Abtastsignal werden der Steuersignalerzeugungsschaltung 1 und der später beschriebenen Steuereinheit 8 als Synchronisiersteuersignale für die Spieltasten zugeführt.

Die Bezugsziffer 9 bezeichnet einen Oktavenwählspeicher mit 24 Bits, der aus drei parallel geschalteten Schieberegistern besteht, die aus acht seriell geordneten Bits gebildet sind. Die

Bezugsziffer 10 bezeichnet einen Oktavenbitspeicher mit 40 Bits, der aus fünf parallel geschalteten Schieberegistern besteht, die aus acht seriell geordneten Bits gebildet sind und dazu bestimmt sind, einen Oktavenreferenztaktimpuls zu erzeugen. Die Bezugsziffer 11 bezeichnet einen Tonhöhen-taktimpuls-Steuerspeicher, der nachfolgend als FA-Speicher bezeichnet wird und aus einem aus acht seriell angeordneten Bits gebildeten Schieberegister besteht. Die Bezugsziffer 12 bezeichnet einen Datenspeicher für die Tonstufenwahl mit 32 Bits, der aus vier parallel geschalteten Schieberegistern besteht, die jeweils aus acht seriell geordneten Bits gebildet sind. Die Bezugsziffer 13 bezeichnet einen Adressenspeicher mit 48 Bits, der aus sechs parallel geschalteten Schieberegistern besteht, die jeweils aus acht seriell geordneten Bits gebildet sind und dazu bestimmt ist, die Adressenschritte zu speichern, d.h. die Schritte, die eine Periode eines Tones umfassen. Die Bezugsziffer 14 bezeichnet einen Zeitsteuerspeicher, der nachfolgend als Fb-Speicher bezeichnet wird und aus einem aus acht seriell geordneten Bits gebildeten Schieberegister aufweist und dazu bestimmt, eine Phasensynchronisierung zwischen der Periode eines Tones und einer Periode, die sich aus dem später beschriebenen Befehl zur Änderung der Periode ergibt, sicherzustellen. Die Bezugsziffer 15 bezeichnet einen Hüllkurvenspeicher mit 32 Bits, der aus vier parallel geschalteten Schieberegistern besteht, die jeweils aus acht seriell geordneten Bits gebildet sind und dazu bestimmt sind, die aufeinanderfolgenden Änderungen im Wert einer Tonvolumenhüllkurve in Form von Zahlen zu speichern. Die Bezugsziffer 16 bezeichnet einen Synchronisierspeicher, der nachfolgend als Fc-Speicher bezeichnet wird, aus einem aus acht seriell geordneten Bits gebildeten Schieberegister besteht und dazu bestimmt ist, die Synchronisierung zwischen einem Taktimpulssignal für eine Tonvolumenhüllkurve und einer Tonperiode zu bewirken. Die Bezugsziffer 17 bezeichnet einen Betriebszustandsspeicher, der nachfolgend als Fd-Speicher bezeichnet wird und dazu bestimmt ist, die den Betriebszustand bezeichnenden oder die das Ausserbetriebsein kennzeichnenden Daten zu speichern. Die Bezugsziffer 18 bezeichnet einen Speicher, der ein Schieberegister besitzt, das aus acht seriell geordneten Bits gebildet ist und dazu bestimmt ist, wahlweise Daten zu speichern, welche angeben, dass die Tonvolumenhüllkurve ansteigt oder Daten, die anzeigen, dass die Hüllkurve abfällt. Bei all diesen Speichern 13, 14, 15, 16, 17 und 18 wird die Verschiebung in Vorwärtsrichtung sukzessive ausgeführt, jeweils auf den Empfang eines Signals mit einer Dauer von 1 μ s. Wenn acht Signale empfangen sind, d. h. wenn eine Periode von 8 μ s abgelaufen ist, hat die Verschiebung einen Zyklus beendet. Die Speicher bilden acht Zeilenspeicher K0, K1, K2, K3, K4, K5, K6 und K7 (Fig. 15, 16, 17), die jeweils von acht Zeilen gebildet werden. Deshalb ist es möglich, höchstens acht Formen von Tonstufenwähldaten, Oktavenwähldaten, Tonwellenformen und Tonvolumenhüllkurven in den entsprechenden Zeilenspeichern K0 bis K7 zu speichern. Werden z.B. im Maximum acht Handtasten zur gleichen Zeit betätigt, können die durch ihre Betätigung sich ergebenden Signale alle dem elektronischen Musikinstrument zugeführt werden, wobei die Zeilenspeicher K0-K7, die durch die Speicher 9-18 gebildet werden, die entsprechenden durch die Betätigung der acht Handtasten erzeugten Signale verarbeiten.

Die Tonstufendaten, die aus dem Zähler 5 erhalten werden, werden über eine Korrekturschaltung 19 einem UND-Gatter 20 zugeführt, an dessen einer Eingangsklemme ein Signal zur Unterdrückung der Erzeugung der später beschriebenen Probetöne erscheint, wobei die Tonstufendaten auch dem Datenspeicher 12 für die Tonstufenwahl in Form von vier Bit parallelen Daten durch eine ODER-Schaltung 21 zugeführt werden. Die Oktavdaten werden zusammen mit

einem Korrektursignal, das über eine UND-Schaltung 23 von einer weiteren Korrekturschaltung 22 abgegeben wird, einem Addierer 25 zugeführt. Der Funktion der UND-Schaltung 23 wird durch das vorher genannte Unterdrückungssignal und eine ODER-Schaltung 24 gesteuert. Parallele 3-Bit-Daten, die vom Addierer 25 stammen, werden dem Oktavenwählspeicher 9 zugeführt. Die Korrekturschaltungen 19 und 22 werden durch eine Kombination von Mehrfachspiel-Wählsignalen a–p gesteuert, die aus einem ROM 26 für die Auswahl des Klangtyps ausgelesen werden. Wird ein Befehl für Mehrfachspiel gegeben, wird ein Befehl für Zweistimmigkeit und wird ein Befehl für Vierstimmigkeit gegeben, so werden die vorstehend genannten Schaltungen 19, 26 auf +2, +3 bzw. +4 Oktaven im Vergleich mit der Normaloktave, die als «1. Oktave» bezeichnet wird, gesetzt. Insbesondere wird, wenn die +3 Oktave gewählt ist, zu den Tonstufendaten, die bereits in der Korrekturschaltung 19 erzeugt wurde, +7 dazu addiert, um die normale Tonhöhe und Oktave zu ändern. Die aus dem ROM 26 ausgelesenen und zur Auswahl eines bestimmten Klangtyps verwendeten Signale q, r werden verwendet, um je den Fall, wo kein Befehl für Mehrfachspiel gegeben wurde, den Fall, wo ein Befehl für Zweistimmigkeit ausgegeben wurde, und den Fall, wo ein Befehl für Vierstimmigkeit ausgegeben wurde, zu bezeichnen. Das Signal q stellt einen Befehl für Zweistimmigkeit dar. Das Signal r stellt einen Befehl für Vierstimmigkeit dar. Wird weder ein Signal q noch ein Signal r erzeugt, so bedeutet dies, dass kein Befehl für ein Mehrfachspiel gegeben wurde. Die Signale q, r werden an die Steuerschaltung 1 angelegt. Tonstufendaten, welche je eine besondere Tonhöhe darstellen sowie Oktaveninformation, werden aus dem ROM 26 ausgelesen, der verwendet wird, um einen bestimmten Klangtyp auszuwählen. Die Tonstufendaten werden in Form von vier parallel geordneten Bits über eine UND-Schaltung 27 an die ODER-Schaltung 21 angelegt. Die Oktaveninformation wird in Form von drei parallel geordneten Bits über eine UND-Schaltung 28 der ODER-Schaltung 24 zugeleitet. Die UND-Schaltungen 27, 28 erhalten einen Befehl zur Erzeugung von Probetönen, wenn ein Zählerausgang von 1 aus einem in absteigender Folge zählenden Binärzähler 30 abgegeben wird und zwar jedesmal, wenn eine Probetonwahltaste 29 betätigt wird. Deshalb werden nur, wenn der Schalter 29 betätigt ist, Tonstufendaten und Oktaveninformation von den UND-Schaltungen 27, 28 abgegeben. Die später beschriebenen Tonsteuersignale M, N, O, P, Q, R, S, T werden aus dem ROM 26 ausgelesen und einer Tonsteuerschaltung 31 zugeführt. Wie in Fig. 2 dargestellt, ist der ROM 26 für ein Adressensignal zugänglich, das durch einen Adressendekoder 33 auf die Betätigung einer Klangfarbenwahltaste, die in einer Klangfarbenwahltastatur 32 enthalten ist, dekodiert wird. Dadurch wird die Ausgabe eines bestimmten Tonsteuersignals M–T und Mehrfachspielwählsignale a bis p erzielt. Die Klangfarbenwahltastatur 32 enthält eine grosse Anzahl von Berührungsschaltern, die in einer Matrix angeordnet sind und mittels deren eine bestimmte Klangfarbe ausgewählt werden kann. Diese Schalter sind jeweils mit der entsprechenden Klangfarbe gekennzeichnet. Die betätigte Taste der Tastatur 32 bewirkt die Wahl der entsprechenden Adresse des ROM 26 durch den Adressendekoder 33. In Übereinstimmung mit der betätigten Taste der Tastatur 32 werden die später beschriebenen Tonsteuersignale M–T, die Mehrfachspielwählsignale a–p, die Mehrfachspielbefehlssignale q, r die Tonstufendaten und die Oktaveninformation aus dem ROM 26 ausgelesen. Ist eine der Wähltasten betätigt, gibt eine Synchronisierschaltung 34 ein Signal α ab, das die Betätigung der Wähltaste nach Empfang des später zu beschreibenden Signals $\overline{Kc'}$ angibt. Wird das Probetonbefehlssignal abgegeben, so wird das Signal α der Steuerschaltung 1 über eine UND-Schaltung 35 zugeführt. Ein die

Erzeugung von Probetönen unterdrückendes Signal, welches den UND-Schaltungen 20, 23 zugeleitet wird, ist durch einen Zählerausgang 0 aus dem Binärzähler 30, der durch einen Inverter 36 invertiert wird, gebildet. Die Korrekturschaltung 22 wird mit einem Zeitsignal aus der Steuerschaltung 1 gespeist, um irgendeinen der später beschriebenen Zeilenspeicher K0–K3 zu bestimmen. Dieses Zeitsignal wird an der Ausgangsklemme der Korrekturschaltung 22 entsprechend der gewählten Oktavenkombinationen an die Steuerschaltung 8 abgegeben, wodurch die Zufuhr eines Eingangssignals an die Speicher 9, 10, 11, 12, 13, 15, 16, 17 gesteuert wird. Ein Zweistimmigkeit oder Vierstimmigkeit befehlendes Signal q oder r, das aus dem ROM 26 ausgelesen wird, wird an die Steuerschaltung 1 angelegt. Ist ein Befehl für Zweistimmigkeit gegeben, wird die Ausgabe eines Zeitsignals zum Lesen des Signals q oder r so gesteuert, dass zwei der Zeilenspeicher entsprechend den Speichern 9–18 für eine Einfachspielwahltaste gewählt werden. Im Falle von Vierstimmigkeit wird die Ausgabe eines Zeitsignals so gesteuert, dass vier dieser Zeilenspeicher bestimmt werden. Die Wirkungsweise der Tonsteuerschaltung 31 wird durch irgendeine ausgewählte Kombination einer Vielzahl von Tonsteuersignalen, wie Hüllkurvenanfallzeitbefehle MI₁ bis MIV₁, MI₂ bis MIV₂, Hüllkurvenabfallzeitbefehle NI₁ bis NIV₁, NI₂ bis NIV₂, Periodenbefehlssignale OI₁ bis OIV₁, OI₂ bis OIV₂, Anstiegsdifferenzfeststellungsbefehlssignale PI bis PIV, Wellenformbefehlssignale QI₁ bis QIV₂, QI₂ bis QIV₂, QI₃ bis QIV₃, Vibratobefehlssignale RI bis RIV, Oktavenwechselbefehlssignale SI bis SIV, die alle mit Bezug auf die Töne I, II, III, IV ausgegeben werden, bestimmt. Die Tonsteuerschaltung 31 wird von Zeitzetssignalen, die von einer Zeitmessschaltung 37 abgegeben werden, gespeist, um Signale in einer 8- μ s-Periode zu zählen und Taktimpulse mit verschiedener Weite zu erzeugen. Die Tonsteuerschaltung 31 erzeugt ein Anstiegstaktsignal $\emptyset S$ zur Bestimmung einer Anstiegszeitdifferenz, ein Nichtansprechsignal 0, das die Wahl eines Anfalls unterdrückt, ein Anhallzeitsignal $\emptyset A$ zur Bestimmung einer Anhallzeit, ein Aushallzeitsignal $\emptyset R$ zur Bestimmung einer Aushallzeit, ein Periodentaktsignal $\emptyset T$ zur Bestimmung einer Periode, ein Verzögerungsbefehl-Abtastsignal bei Mehrfachspiel, ein Wellenformbefehlssignal zur Auswahl irgendeiner einer feststehenden oder fließenden Wellenform, Rechteckwellenform, Sägezahnwellenform und Dreieckwellenform, die alle zur Bestimmung der Wellenform eines Tones verwendet werden, ein Oktavenwechselbefehlssignal und ein $-\frac{1}{64}$ oder $+\frac{1}{64}$ befehlendes Signal, um eine Änderung im Vibrato zu bewirken. Alle vorstehend aufgeführten Signale werden der Steuerschaltung 8 zugeführt. Eine oktavenbestimmende Information, die vom Addierer 25 geliefert wird, wird im Oktavenwählspeicher 9 gespeichert. Ein Oktavenbefehl von 3 Bits, der vom hintersten Zeilenspeicher abgegeben wird, wird in einer Additionsteuerschaltung 38 in einer Form, die irgendeiner der ersten bis siebten Oktave entspricht, dekodiert. Der dekodierte Oktavenbefehl wird einem Addierer 39 als ein Befehl zur Bestimmung eines Additionswertes, welcher sich mit den entsprechenden Oktaven ändert, zugeleitet. Dieser Oktavenbefehl wird als ein Befehl zur Ausführung einer Addition von +1 für die erste Oktave, +2 für die zweite Oktave, +4 für die dritte Oktave, +8 für die vierte Oktave, +16 für die fünfte Oktave und 0 für die sechste und siebente Oktave zugeführt. Der Addierer 39 summiert diejenigen Additionswerte für die Oktaven, welche in den Zeilenspeichern des Oktavenbitspeichers 10 und den Zeilenspeichern des Oktavenwählspeichers 9 gespeichert sind, in einem Operationszyklus (innerhalb 8 μ s). Ein diese Summe darstellendes Signal wird im vordersten Zeilenspeicher an der Eingangsseite des Oktavenbitspeichers 10 gespeichert. Zu dieser Zeit wird ein Übertragssignal, das der oben genannten Summe zugeordnet ist,

abgegeben. Das Ausgangssignal aus der Additionssteuerschaltung 38 an den Addierer 39 ist ein um so höherer Additionswert, je höher die Oktave ist. Demzufolge wird die Periode, in welcher ein Übertragssignal vom Addierer 39 abgegeben wird, kürzer, je höher die bestimmte Oktave ist. Daraus ergibt sich, dass ein Signal erzeugt wird, bei dem die Frequenz eines Taktimpulses als Referenz für eine Oktave dient, die durch die ausgewählten Oktaveninformation, welche im Oktavenwählspeicher 9 gespeichert ist, bestimmt ist. Die Additionssteuerschaltung 38 enthält einen Oktavenschiebeschaltkreis, um eine Verschiebung von +1 durchzuführen (um 2 Oktaven zu erzielen) und zwar bezüglich der Daten der normalen ersten Oktave, die im Oktavenspeicher 9 gespeichert ist.

Die im Datenspeicher für Tonstufenwahl 12 gespeicherte Tonstufeninformation ist im vordersten Zeilenspeicher an der Eingangsseite des Speichers 12 gespeichert. Ein Ausgangssignal aus 4 Bits wird aus dem hintersten Zeilenspeicher in einen Tonstufendekoder 40 ausgelesen. Das durch den Dekoder 40 dekodierte 4-Bit-Ausgangssignal wird einem später beschriebenen Tonstufentaktwählschaltkreis 41 über irgendeine der 12 Ausgangsleitungen entsprechend den 12 Tonstufen der Tonleiter zugeführt.

Die entsprechenden Zeilenspeicher des Adressenspeichers 13 speichern eine bestimmte Zahl von Adressenschritten, die in einer Tonperiode enthalten sind. Bei dem vorliegenden Ausführungsbeispiel enthält eine Periode eines Tones 64 Schritte. Die Schrittzahl von 0–63 wird durch ein 10stelliges System ausgedrückt (im Falle eines Binärsystems durch 6-Bits von 000000 bis 111111). Das die Schrittzahl bezeichnende 6-Bit-Signal, das fortlaufend vom hintersten Zeilenspeicher des Adressenspeichers 13 abgegeben wird, wird über eine Adressschrittnummer-Abtastschaltung 42 und eine Schrittnummer-Abtastmatrixschaltung 43 einem Addierer 44 zugeführt. Der Addierer 44 summiert die später beschriebenen Tonhöhentaktimpuls signale entsprechend den Tonhöhendaten, die im Tonstufenspeicher 12 und im Oktavenspeicher 9 gespeichert sind, auf. Ein diese Summe darstellendes Signal wird im vordersten Zeilenspeicher des Adressenspeichers 13 gespeichert. Das Tonhöhentakt signal wird entsprechend der Frequenz eines Übertragssignals, das vom Addierer 39 abgegeben wird, gebildet, d.h. als Signal, welches die Oktavenreferenztaktfrequenz darstellt. Das Tonhöhentakt signal wird durch Stoppen der Addition der Oktavenreferenz takt signale durch den Addierer 44 gebildet und bewirkt benachbarte Tonstufenfrequenzen mit einem Quotienten von $12\sqrt{2}$. Es ist demzufolge möglich, die Periode (64 Schritte) eines Tones mit der bestimmten Oktaveninformation und Tonhöheninformation, die auf der Tonstufeninformation basiert, zu versehen. Die Adressschrittnummerabtastschaltung 42 erzeugt einen Taktimpuls für jeden ersten, jeden zweiten, jeden vierten, jeden achten, jeden sechzehnten und jeden zweiunddreißigsten Schritt, die in einer Tonperiode enthalten sind. Die entsprechenden Ausgangstaktimpulse werden wie später beschrieben durch die Stopptaktimpulsanzahl erzeugende Matrixschaltung 45 kombiniert, derart, dass die Tonstufenfrequenzen ein Verhältnis von $12\sqrt{2}$ haben und an die 12 Ausgangsleitungen entsprechend den 12 Tonstufen abgegeben werden. Eine der 12 Ausgangsleitungen der Schaltung 45 wird durch die Tonstufentaktwählschaltung 41 entsprechend einer bestimmten Tonstufe, die vom Tonstufendekoder 40 geliefert wird, ausgewählt. Ein Ausgangssignal aus der ausgewählten Ausgangsleitung wird an einen Taktimpulszeitsteuerschaltkreis 46 angelegt. Diese Steuerschaltung 46 stoppt unter der Steuerung des Fa-Speichers die Zufuhr eines Übertragssignals, das von dem Addierer 39 abgegeben wird, d.h. eines Oktavenreferenztaktimpulses, wodurch das Tonhöhentaktimpulsfrequenzsignal erzeugt wird, das dem Addierer 44 zuzu-

führen ist.

Die genannte Matrixschaltung 42 tastet aus den entsprechenden Zeilenspeichern des Adressenspeichers eine Ziffer 0, die dem vordersten Adressenschritt zugeteilt ist, eine Ziffer 30, die einem mittleren Adressenschritt zugeteilt ist, eine Ziffer 0, die dem vordersten Adressenschritt zugeteilt ist oder eine Ziffer 32, die einem mittleren Adressenschritt zugeteilt ist, wobei die Ziffern von 0 bis 31, die den Adressenschritten zugeteilt sind, im wesentlichen die erste Hälfte einer Periode eines Tones bilden sowie eine Ziffer 63, die dem letzten Adressenschritt zugeteilt ist, ab. Die Matrixschaltung 42 gibt ferner die vier mittleren Bit-Ausgangssignale der 6 Bit-Ausgangssignale an einen Komparator 47 ab. Ein Signal, das eine Ziffer 0 anzeigt, die dem vordersten Adressenschritt zugeteilt ist, wird einer Synchronisierungsschaltung 48 zugeleitet. Gleichzeitig wird ein von der Tonsteuerschaltung 31 abgegebenes $1/64$ Wählsignal der Matrixschaltung 42 zugeführt. Ein von der Tonsteuerschaltung 31 abgegebenes $+1/64$ Wählsignal wird der Tonstufentaktwählschaltung 41 zugeführt. Diese beiden Signale sind vorgesehen, um den sogenannten Vibratoeffekt auf die sich zeitlich ändernden Signalfrequenzen durch Subtraktion von 1 von den normalen Frequenzen der 64 Adressenschritte, die eine Periode eines Tones bilden, oder durch Zuzählen von 1 zu den normalen Frequenzen zu erzeugen. Ein Signal, das eine Ziffer von 0 oder 30 darstellt, die einem bestimmten Adressenschritt, der von der Matrixschaltung 42 abgegeben wird, zugeteilt ist, ein Signal, das eine Ziffer 30, die einem bestimmten Adressenschritt zugeteilt ist, darstellt und Signale, die die Ziffer von 0 bis 31, die bestimmten Adressenschritten zugeteilt sind, kennzeichnen, werden einer Wellenformsteuerschaltung 49 zugeführt. Ein Signal, das eine Ziffer von 63, die dem letzten Adressenschritt zugeordnet ist, bezeichnet, wird einer später beschriebenen Addition/Subtraktion-Steuerschaltung 51 zugeführt. Das Signal, das die Ziffer 63, die dem letzten Adressenschritt zugeteilt ist, bezeichnet, wird auch der Steuereinheit 8 als ein Steuersignal für den Fb-Speicher 14 zugeführt, um die Synchronisation zwischen einem Periodentakt signal, das von der Tonsteuerschaltung 31 abgegeben wird und einer Periode eines Tones sicherzustellen.

Der Addierer 52 addiert einen Anhalttaktimpuls $\emptyset A$ mit einer durch die Tonsteuerschaltung 31 bestimmten Dauer oder einen Aushalltaktimpuls $\emptyset R$, der aus der Addition-Subtraktion-Steuerschaltung 51 empfangen wurde. Ein Ausgangssignal aus dem Addierer 52 wird in den vordersten Zeilenspeicher des Hüllkurvenspeichers 15 gespeichert. Gleichzeitig werden die Ziffern 0 bis 15 (durch den Binärcode als 0000 bis 1111 ausgedrückt), in den vordersten Zeilenspeicher des Hüllkurvenspeichers 15 gespeichert. Die im vordersten Zeilenspeicher des Hüllkurvenspeichers 15 gespeicherten Ziffern werden aus dem hintersten Zeilenspeicher durch die Abtastschaltung 53 in die später beschriebene Summandenwertabtastschaltung 54 ausgelesen. Beim vorliegenden Ausführungsbeispiel wird eine Tonvolumenhüllkurve gebildet, wie in Fig. 3 dargestellt, aus einem Anhallzustand, in welchem eine Addition von 0 bis 15 auf Grund des Empfanges eines Auslösetaktimpulses $\emptyset A$ ausgeführt wird und einem Aushallzustand, in welchem eine Subtraktion von 15 bis 0 auf Grund des Empfanges eines Auslösetaktimpulses $\emptyset R$ ausgeführt wird. Das Ergebnis der vorstehend genannten Addition oder Subtraktion wird in den Zeilenspeichern des Hüllspeichers 15 gespeichert. Wird der Additions-Subtraktion-Steuerschaltung 51 ein Signal, das eine maximale Anhallzahl von 15 darstellt, die durch die Abtastschaltung 53 abgetastet wurde, zugeführt, dann wird ein Befehl zur Subtraktion an den Addierer 52 abgegeben, und ein Signal, das eine Ziffer von 1 darstellt, wird in dem Fe-Speicher 18 gespeichert, wodurch die Tonvolumenhüllkurve auf den Aushallzustand gesetzt wird. Unter

dieser Bedingung wird die Subtraktion von der Maximalzahl 15 aus durchgeführt, und zwar auf Empfang des Auslösetaktimpulses $\emptyset R$, bis eine Ziffer 0 durch die Abtastschaltung 53 abgetastet wird. Der Fc-Speicher 16 wird durch ein Ausgangssignal aus der Abtastschaltung 42, welche eine Ziffer von 63 darstellt, gesteuert, um die Synchronisation zwischen einem Taktsignal für die Addition oder Subtraktion in dem Addierer 46 der Anhalttaktimpulse $\emptyset A$ der Tonvolumenhüllkurve oder der Aushalltaktimpulse $\emptyset R$ und einer Tonperiode sicherzustellen. Der Fd-Speicher 17 erhält ein Signal, das eine Ziffer 1 darstellt, um dem in Betrieb befindlichen Zeilenspeicher des Hüllkurvenspeichers 15 zu entsprechen. Der Fd-Speicher 17 wird, wie später beschrieben, insbesondere durch ein verzögertes Befehlssignal, das von der Tonsteuerschaltung 31 abgegeben wird, und Anstiegstaktimpuls $\emptyset S$ gesteuert.

Ein Ausgangssignal aus dem hintersten Zeilenspeicher des Hüllkurvenspeichers 15 wird auch dem Komparator 47 zugeführt, der einen Vergleich zwischen den Binärcodes der entsprechenden mittleren 4-Bits eines Ausgangssignals aus dem Adressenspeicher 13 und dem entsprechenden 4-Bits eines Ausgangssignals aus dem Hüllkurvenspeicher 15 durchgeführt. Der Komparator 47 erzeugt entsprechend dem Vergleichsergebnis ein Signal, das eine komplette Binärcode-Koinzidenz zwischen beiden Gruppen der 4-Bit-Signale oder zwischen der vorderen oder der hinteren Hälfte der Bit-Signale dieser Gruppen bezeichnet. Diese Koinzidenz-Signale werden der Wellenformsteuerschaltung 49 zugeführt, die ihrerseits ein Signal, das eine Adressenschrittziffer von 30 darstellt, ein Signal, das einen Adressenschritt 0 darstellt, ein Signal, das eine Binärcode-Koinzidenz zwischen den beiden vorstehend genannten Gruppen von 4-Bit-Signalen bezeichnet und ein Signal, das eine Binärcode-Koinzidenz zwischen der vorderen und der hinteren Hälfte der beiden 4-Bit-Signal-Gruppen anzeigt, abgibt. Diese Abtastsignale werden der Additionssteuerschaltung 50 zugeführt, die auch mit einem Feststellbefehl gespeist wird, um die Tonwellenformen festzulegen, sowie mit einem Rechteckwellenformbefehl und einem Dreieckwellenformbefehl, die alle von der Tonsteuerschaltung 31 geliefert werden. Die Tonwellenformen bestehen, wie in Fig. 4 gezeigt, aus drei Arten: die Sägewellenform, die Rechteckwellenform und die Dreieckwellenform. Manchmal wird ein Befehl gegeben, um den fließenden oder feststehenden Typ der Sägezahn- und Rechteckwellenformen zu bestimmen. Unter der fließenden Wellenform ist jene Form zu verstehen, bei welcher eine Adressschrittziffer nicht festgelegt ist, wenn die Wellenform abfällt, d.h. die Weite eines Amplitudenimpulses variiert. Die feststehende Wellenform ist hier so definiert, dass sie den Typ bezeichnet, in welchem eine Adressziffer festgelegt ist (bei 30 in diesem Fall), nämlich den Typ, bei welchem die Weite durch einen Amplitudenimpuls festgelegt ist, und der Spitzenabschnitt entsprechend einem Tonvolumensteuerwert, der aus dem Hüllkurvenspeicher 15 ausgelesen ist, abgeschnitten wird. Die Dreieckwellenform ist immer fest. Die zusätzliche Steuerschaltung 50 enthält eine Matrixschaltung, durch welche ein Feststellbefehl, ein Fließbefehl (beim Fehlen des Feststellbefehls), ein Rechteckwellenbefehl, ein Dreieckwellenbefehl und ein Sägezahnwellenbefehl (beim Fehlen des Rechteckwellenbefehls und des Dreieckwellenbefehls) mit den vorgenannten Abtastsignalen, die aus der Wellenformsteuerschaltung 49 zugeführt werden, kombiniert wird. Ein E-Wählbefehl und ein +1-Befehl werden an der Ausgangsklemme der Matrixschaltung an die Additionswertabtastschaltung 54 abgegeben. Von der Matrixschaltung wird ein Subtraktionsbefehl an den Addierer 55, der als ein Zähler zum Zählen einer Ziffer, die einer Ausgangswellenform zugeteilt ist, wird, zugeführt. Ein Befehl für die siebente Oktave, der im Oktavenwählspeicher 9 gespeichert ist, wird über die Additionssteuerschaltung 38 der Wel-

lenformschaltung 49 und der Additionssteuerschaltung 50 zugeführt. Die Additionswertabtastschaltung 54 liefert an den Addierer 55 eine Hüllkurvenzahl, die im Hüllkurvenspeicher 15 gespeichert ist, welche einem Befehl entspricht, der von der Additionssteuerschaltung 50 entsprechend einer Tonwellenform ausgegeben wird, sowie ein Signal, das einen Tonhöhentaktimpuls in Synchronisation mit diesen Signalen bezeichnet. Wie aus Fig. 4 ersichtlich ist, zeigt eine Tonwellenform, die durch ein Signal dargestellt wird, das von dem für jeden Zeilenspeicher gesteuerten Addierer erzeugt wird, eine relativ weite Variationsbreite, falls ein Volumen progressiv ansteigt, wie $a \rightarrow c \rightarrow b \rightarrow a$ im Falle des Anhallzustandes der Hüllkurve. Im Gegensatz dazu zeigt eine Tonwellenform eine relativ geringe Änderung im Aushallzustand, wenn ein Tonvolumen graduell abfällt, wie $a \rightarrow b \rightarrow c \rightarrow d$. Diese Änderungen in der Tonwellenform treten in den entsprechenden Zeilenspeichern auf.

Ein Ausgangssignal aus dem Addierer 45 wird diesem als Additionswert über eine Ausgangsteuerschaltung 56 in Synchronisation mit einem Tonhöhentaktimpulsfrequenzsignal zugeführt. Ein Ausgangssignal aus der Ausgangsteuerschaltung 56 wird als Tonhöhe von einem Lautsprecher 59 über einen Digital-Analog-Wandler 57 und einen Verstärker 58 abgegeben.

Ein Anhallbefehl M, ein Aushallbefehl N und ein Periodenwählbefehl 0, die alle in 4-Bit-Form vorliegen, werden aus dem ROM 26, das den Klangtyp bestimmt, ausgelesen. Diese Befehlssignale M, N, O veranlassen einen nicht dargestellten Dekoder, der in der Tonsteuerschaltung 31 enthalten ist, Ausgangssignale I_1 bis IV_1 , I_2 bis IV_2 (Fig. 5) abzugeben. Die auf den Anhallbefehl M basierenden Signale I_1 bis IV_1 werden an einer der Eingangsklemmen jedes UND-Gatters 31-1 bis 31-4 angelegt. Die auf den Anhallbefehl M basierenden Ausgangssignale I_2 bis IV_2 werden an eine Eingangsklemme jedes UND-Gatters 31-5 bis 31-8 angelegt. Die auf den Aushallbefehl N basierenden Ausgangssignale I_1 bis IV_1 werden an eine der Eingangsklemmen jedes UND-Gatters 31-10 bis 31-13 angelegt. Die auf den Aushallbefehl N basierenden Ausgangssignale I_2 bis IV_2 werden an eine der Eingangsklemmen jedes UND-Gatters 31-14 bis 31-17 angelegt. Die auf dem Periodenwählbefehl 0 basierenden Ausgangssignale I_1 bis IV_1 werden an eine der Eingangsklemmen jedes UND-Gatters 31-18 bis 31-21 angelegt. Die auf dem Periodenwählbefehl basierenden Ausgangssignale I_2 bis IV_2 werden an eine der Eingangsklemmen der UND-Gatter 31-22 bis 31-25 übertragen. Die anderen Eingangsklemmen jedes dieser UND-Gatter 31-1, 31-5, 31-10, 31-14, 31-18, 31-22 werden mit einem Steuersignal K_0' , das von der Steuerschaltung 1 abgegeben, gespeist. Die anderen Eingangsklemmen jedes der UND-Gatter 31-2, 31-6, 31-11, 31-15, 31-19, 31-23 werden mit einem Steuersignal K_1' , das aus der Steuerschaltung 1 erhalten wird, gespeist. Die anderen Eingangsklemmen jedes der UND-Gatter 31-3, 31-7, 31-12, 31-16, 31-20, 31-24 empfangen ein Steuersignal K_2' aus der Kontrollschaltung 1. Die anderen Eingangsklemmen der UND-Gatter 31-4, 31-8, 31-13, 31-17, 31-21, 31-25 empfangen ein Steuersignal K_3' aus der Steuerschaltung 1. Die UND-Gatter 31-1 bis 31-4 sind an ein ODER-Gatter 31-26 angeschlossen. Die UND-Gatter 31-5 bis 31-8 sind an ein ODER-Gatter 31-27 angeschlossen. Sind die ODER-Gatter 31-26, 31-27 leitend, um ein Ausgangssignal abzugeben, wird ein vorbeschriebener Anhalttaktimpuls $\emptyset A$, der von der Zeitmessschaltung 37 geliefert wird, durch einen Anhalldekoder weggeführt. Die UND-Gatter 31-10 bis 31-13 sind an ein ODER-Gatter 31-28 angeschlossen. Die UND-Gatter 31-14 bis 31-17 sind an ein ODER-Gatter 31-29 angeschlossen. Sind die ODER-Gatter 31-28, 31-29 leitend, dann wird ein Taktimpuls $\emptyset R$, der aus der Zeitmessschaltung 37 stammt, durch einen Aushalldekoder (nicht dargestellt) weg-

geführt. Die UND-Gatter 31-18 bis 31-21 sind an ein ODER-Gatter 31-30 angeschlossen. Die UND-Gatter 31-22 bis 31-25 sind an ein ODER-Gatter 31-31 angeschlossen. Erzeugen die ODER-Gatter 31-30, 30-31 zusammen ein Ausgangssignal, dann wird ein Periodentakimpuls $\emptyset T$, der von der Zeitmessschaltung 37 abgegeben wird, über einen nicht dargestellten Periodendekoder abgegeben. Die Steuersignale K_0' , K_1' , K_2' bzw. K_3' entsprechen den Zeilenspeichern $k_0(k_4)$, $k_1(k_5)$, $k_2(k_6)$, $k_3(k_7)$. Deshalb können die unterschiedlichen Inhalte des Anhallbefehls, des Aushallbefehls und des Periodenwahlbefehls in den Zeilenspeichern entsprechend ihren Inhalten in Übereinstimmung mit der Art und Weise, in welcher die Befehlssignale in den ROM 26 gespeichert werden, gespeichert werden.

Es wird nun auf Fig. 6 Bezug genommen. Ein Anstiegsdifferenzabtabstbefehl P, ein Wellenformwählbefehl Q, ein Vibratowählbefehl R, ein Oktavenwechselbefehl S, und Mehrfachspiel-Zeitdifferenzabtabstbefehl T werden über einen nicht dargestellten Dekoder abgegeben. Die auf den Anstiegsdifferenzabtabstbefehl P basierenden Ausgangssignale I bis IV werden an eine der Eingangsklemmen jedes UND-Gatters 31-32 bis 31-35 angelegt. Die auf den Wellenformwählbefehl Q basierenden Ausgangssignale I_1 bis IV_1 , die eine Unterscheidung zwischen den feststehenden und den fließenden Wellenformarten befehlen, werden an einen der Eingänge jedes UND-Gatters 31-36 bis 31-39 angelegt. Die eine Dreieckwellenform spezifizierenden Ausgangssignale I_2 bis IV_2 werden an einen der Eingangsklemmen jedes UND-Gatters 31-40 bis 31-43 angelegt. Die einen Sägezahnrechteckwelle spezifizierenden Ausgangssignale I_3 bis IV_3 werden an einen Eingang jedes UND-Gatters 31-44 bis 31-47 weitergeleitet. Die auf den Vibratowählbefehl R basierenden Ausgangssignale werden an eine der Eingangsklemmen jedes UND-Gatters 31-48 bis 31-51 weitergeleitet. Die auf den Oktavenwechselbefehl S basierenden Ausgangssignale I bis IV werden an einen Eingang jedes UND-Gatters 31-52 bis 31-55 angelegt. Die auf den Mehrfachspielzeitdifferenzabtabstbefehl T basierenden Ausgangssignale I_1 bis IV_1 werden an einen Eingang jedes UND-Gatters 31-56 bis 31-59 angelegt. Die auf diesen Befehl T basierenden Ausgangssignale I_2 bis IV_2 werden an einen Eingang jedes UND-Gatters 31-60 bis 31-63 weitergeleitet. An die anderen Eingänge jedes der UND-Gatter 31-32, 31-36, 31-40, 31-44, 31-48, 31-52, 31-56, 31-60 wird ein Steuersignal K_0' angelegt. Ein Steuersignal K_1' wird an die anderen Eingangsklemmen jedes der UND-Gatter 31-33, 31-37, 31-41, 31-45, 31-49, 31-53, 31-57, 31-61 angelegt. Ein Steuersignal K_2' liegt an die anderen Eingangsklemmen jedes der UND-Gatter 31-34, 31-38, 31-42, 31-46, 31-50, 31-54, 31-58, 31-62 an. Ein Steuersignal K_3' wird an die anderen Eingangsklemmen jedes der UND-Gatter 31-35, 31-39, 31-43, 31-47, 31-51, 31-55, 31-63 angelegt. Ausgangssignale aus den UND-Gattern 31-32 bis 31-35 werden über ein ODER-Gatter 31-64 abgegeben und wirken als ein Anstiegs-Differenzbefehl (Verzögerungszeit t). Die Ausgangssignale aus den UND-Gattern 31-36 bis 31-39 werden über ein ODER-Gatter 31-65 abgeleitet, und wirken als ein Signal, das eine Unterscheidung zwischen den feststehenden und den fließenden Wellenformarten befiehlt. Die Ausgangssignale aus den UND-Gattern 31-40 bis 31-43 werden über ein ODER-Gatter 31-66 geführt, um als Signale zu wirken, die jede der Standardwellenformen (dreieckig, rechteckig, sägezahnförmig) bestimmt. Die Ausgangssignale aus den UND-Gattern 31-44 bis 31-47 werden über ein ODER-Gatter 31-67 geführt, und dienen dem gleichen Zweck. Die Ausgangssignale aus den UND-Gattern 31-48 bis 31-51 werden über ein ODER-Gatter 31-68 geführt, und wirken als Signale, die ein Vibrato von $\frac{1}{64}$ befehlen. Die Ausgangssignale aus den UND-Gattern 31-52 bis 31-55 werden über ein ODER-Gatter 31-69 erzeugt und wirken als

Signale, die einen Oktavenwechsel befehlen. Die Ausgangssignale aus den UND-Gattern 31-56 bis 31-59 werden durch ein ODER-Gatter 31-70 erzeugt und wirken als Signale, die eine Mehrfachspielzeitdifferenz von $-\frac{1}{64}$ befehlen. Die Ausgangssignale aus den UND-Gattern 31-60 bis 31-63 werden über ein ODER-Gatter 31-71 erzeugt und wirken als Signale, die eine Mehrfachspielzeitdifferenz von $+\frac{1}{64}$ bewirken. Die Ausgangssignale aus den vorstehend genannten UND-Gattern 31-32 bis 31-63 werden in Synchronisation mit den Steuersignalen K_0' , K_1' , K_2' , K_3' in Übereinstimmung mit den verschiedenen Befehlssignalen, die vom ROM 26 abgegeben werden, abgegeben. Vier Steuersignale K_0' , K_1' , K_2' , K_3' steuern die Funktion der sieben Zeilenspeicher k_0 bis k_7 .

Fig. 7 zeigt einen Oktavenkorrekturbefehlsgenerator, der einen Befehl für Mehrfachspiel durch Kombination von Oktaven in Abhängigkeit des Mehrfachspielsignals a bis b, das aus dem ROM 26 ausgelesen wird, erzeugt. Signale, die die Ausgabe der Mehrfachspielsignale a bis p befehlen, werden entsprechend an einen der Eingänge jedes der UND-Gatter 22-1 bis 22-16 angelegt. Die Steuersignale K_0' , K_1' , K_2' , K_3' , die von der Steuerschaltung 1 abgegeben werden, werden an vier Gruppen von UND-Gattern 22-1 bis 22-4, 22-5 bis 22-8, 22-9 bis 22-12, 22-12 bis 22-16 abgegeben. Die Ausgangssignale aus den UND-Gattern 22-1, 22-5, 22-9, 22-13 sind an ein ODER-Gatter 22-17 angelegt. Die Ausgangssignale aus den UND-Gattern 22-2, 22-6, 22-10, 22-14, sind an ein ODER-Gatter 22-18 angelegt. Die Ausgangssignale aus den UND-Gattern 22-3, 22-7, 22-11, 22-15 sind an ein ODER-Gatter 22-19 angelegt. Die Ausgangssignale aus den UND-Gattern 22-4, 22-8, 22-12, 22-16, sind an ein ODER-Gatter 22-20 angelegt. Ein Befehl, der die natürliche erste Oktave spezifiziert, wird vom ODER-Gatter 22-17 abgegeben, ein Befehl, der + 2 Oktaven bestimmt, wird vom ODER-Gatter 22-18 und ein Befehl, der + 4 Oktaven bestimmt, wird vom ODER-Gatter 22-20 abgegeben.

Der ROM 26 kann Signale, die Zählungen von Klangtypen in Übereinstimmung mit einer Zahl von Tasten, die für ein elektronisches Musikinstrument vorgesehen sind, speichern. Das vorliegende elektronische Musikinstrument kann vier Klangtypen hinsichtlich des Anhalls, vier Klangtypen hinsichtlich des Aushalls, vier Klangtypen bezüglich der Periode und zwei Klangtypen bezüglich der Schaffung einer Anstiegsdifferenz und des Fehlens derselben, zwei Klangtypen bezüglich der feststehenden und fließenden Wellenform, drei Klangtypen entsprechend den drei Standardwellenformen, zwei Klangtypen hinsichtlich der Erzeugung des Vibratos und des Fehlens desselben, zwei Klangtypen hinsichtlich des Oktavenwechsels und das Fehlen desselben, zwei Klangtypen hinsichtlich der Ausgabe eines Signals, das eine Mehrfachspielzeitdifferenz von $+\frac{1}{64}$ befiehlt und das Fehlen desselben, zwei Klangtypen hinsichtlich der Ausgabe eines Signals, das eine Mehrfachspielzeitdifferenz von $-\frac{1}{64}$ befiehlt und das Fehlen desselben, und vier Klangtypen hinsichtlich der Bezeichnung der + 1, + 2, + 3, + 4 Oktaven bei Fehlen des Mehrfachspiels, das zweistimmige Spielen und das vierstimmige Spielen. Die vorstehend genannten Klangtypen können durch Kombinationen untereinander weiter erhöht werden. Die vorstehend beschriebenen aufgeführten Klangtypen sind im ROM 26 in Form eines Programmes gespeichert und können durch Betätigung des zugehörigen Schalters selektiv erzeugt werden.

Wenn vor dem Spielen ein einen Probeton erzeugender Schalter oder Binärzähler 30 in Betrieb genommen wird, und eine bestimmte Taste, die in der Klangwahltafel 32 enthalten ist, betätigt wird, dann wird das sich ergebende Signal der Steuerschaltung 1 über eine Synchronisierschaltung 34 zugeführt. Zu diesem Zeitpunkt wählt der Adressendekoder 33 jene Adresse des ROM 26, die der vorgenannten, betätigten

Taste entspricht. Der ausgewählte Tonsteuerbefehl M bis T und die ausgewählten Mehrfachspielbefehle a bis p werden aus dem ROM 26 ausgelesen. Ferner werden die Daten auf der vorgewählten Tonstufe und die Daten auf der vorgewählten Oktave ebenfalls durch die entsprechenden UND-Schaltungen 27, 28 ausgelesen. Die Daten über der Tonstufe und der Oktave werden dem Oktavenspeicher 9 und dem Tonstufenwahlspeicher 12 über die entsprechenden ODER-Schaltungen 21 bis 24 in Synchronismus mit einem Tasten-EIN-Signal zugeführt. Töne, die bestimmte Tonhöhendaten darstellen, werden in Übereinstimmung mit den Tonsteuerbefehlen M bis T und den Befehlen a bis p, die aus dem ROM 26 ausgelesen werden, gesteuert, wodurch Probetöne erzeugt werden. Die Erzeugung von Probetönen wird jeweils, wenn eine bestimmte Taste wahlweise betätigt ist, ausgeführt.

Zu Beginn des normalen Spieles wird die Probetonwahl-taste 29 gelöst, und demzufolge bleiben die UND-Schaltungen 27, 28 gesperrt und unterdrücken Signale, die die Tonstufen-daten und Oktavendaten bezeichnen. Deshalb werden während der Aufführung keine Probetöne erzeugt, wenn eine Klangtypwahl-taste betätigt ist. Die Steuerung wird jedoch durch die Tonsteuerbefehle M bis T und die Mehrfachspiel-befehle a bis p ausgeführt. Wenn somit eine bestimmte Taste, die in der Klangwahl-tastatur 32 enthalten ist, selektiv während der Aufführung betätigt wird, dann können die Töne, die nun erzeugt werden, in Töne eines anderen Klangtyps geändert werden.

Im folgenden wird nun das Ausführungsbeispiel von Fig. 1 mit Bezug auf die konkreten Schaltungen der verschiedenen Teile, die in den Fig. 8A-1, 8A-2, 8B-1, 8B-2 ... 8G dargestellt sind, beschrieben. Die Teile sind gemäss Fig. 9 miteinander verbunden. Es wird zunächst auf die Fig. 8A-1, 8A-2 Bezug genommen. Referenztaktimpulse B (Fig. 10a), welche jeweils eine Dauer einer μ s aufweisen und die von einem Impulsgenerator 2 abgegeben werden, werden durch einen 3-Bit-Binärlzähler 1-1 gezählt. Ein Steuertaktimpuls Ka mit einer Dauer von zwei Mikrosekunden, ein Steuertaktimpuls Kb mit einer Dauer von vier Mikrosekunden und ein Steuertaktimpuls von Kc mit einer Dauer von acht Mikrosekunden werden aus den entsprechenden Bit-Stellen, wie dies in den Fig. 10b, c, d dargestellt ist, abgegeben. Die Steuertaktimpulse Ka, Kb, Kc und die durch die entsprechenden Inverter 1-2, 1-3, 1-4 invertierten Steuertaktimpulse $\overline{Ka}$, $\overline{Kb}$, $\overline{Kc}$ werden an eine UND-Schaltung 1-5 angelegt. Aus dieser UND-Schaltung 1-5 wird ein Steuerimpuls Kd (Fig. 10e), ein Steuertaktimpuls $\overline{Kc}$ (Fig. 10f) und Steuertaktimpulse K_0' , K_1' , K_2' , K_3' (Fig. 10b bis 10j) ausgelesen.

Ein binärer, 12stufiger 4-Bit-Tonstufenzähler 5-1 zählt eine Anzahl der Steuertaktimpulse $\overline{Kc}$. Zwölf Steuertaktimpulse $\overline{Kc}$, die durch den Zähler 5-1 gezählt werden, entsprechen, wie in Fig. 11b dargestellt, den 12 Tonstufen gemäss Tabelle 1.

Tabelle 1

Tonbezeichnung		Tonfolgezähler (5-1)			
		1	2	4	8
1	B	0	0	0	0
2	C	1	0	0	0
3	C#	0	1	0	0
4	D	1	1	0	0
5	D#	0	0	1	0
6	E	1	0	1	0
7	F	0	1	1	0
8	F#	1	1	1	0
9	G	0	0	0	1
10	G#	1	0	0	1
11	A	0	1	0	1
12	A#	1	1	0	1

Die Ausgangsbits mit Gewichten 1, 2, 8 werden an ein UND-Gatter 5-2 angelegt. Ein vom UND-Gatter 5-2 abgegebenes Fallsignal löscht den Tonfolgezähler 5-1 und wird an einen Oktavenzähler 5-3 als Zählstandvorschiebesignal angelegt. Dieser Oktavenzähler 5-3 ist ein 3-Bit-7-Stufen Binärlzähler. Die Ausgangssignale aus den entsprechenden Bitstellen werden an ein UND-Gatter 5-4 angelegt. Ein Ausgangssignal (Fig. 12c) aus dem UND-Gatter 5-4 wird dem Oktavenzähler 5-3 als Befehl zum Einlesen einer Zahl 1 zugeleitet. Die Ausgangssignale (Fig. 12b) aus den entsprechenden Bit-Stellen des Oktavenzählers 5-4 bezeichnen 7 Oktavendaten, wie sie in der folgenden Tabelle 2 angegeben sind.

Tabelle 2

Oktavenbezeichnung		Oktavenzähler (5-3)		
		1	2	4
1	erste Oktave	1	0	0
2	zweite Oktave	0	1	0
3	dritte Oktave	1	1	0
4	vierte Oktave	0	0	1
5	fünfte Oktave	1	0	1
6	sechste Oktave	0	1	1
7	siebente Oktave	1	1	1

Die Ausgangssignale aus dem UND-Gatter 5-4 und die Ausgangssignale aus dem UND-Gatter 5-2 werden an ein UND-Gatter 5-5 angelegt, von dem sie als Ausgangssignale (Fig. 12d) entsprechend der Tonstufe und dem Endzählstand 84, der durch die Oktavenzähler 5-1, 5-3 erzeugt wird, abgegeben werden. Die Ausgangssignale aus dem UND-Gatter 5-5 bilden Eingangssignale (Fig. 13c) zu einem 84-Bit-Schieberegister 4-1, das in einer Eingangsabtastungsschaltung 4 (Fig. 8B) enthalten ist. Die Eingangssignale werden in Synchronisation mit einem Auslesesignal Kc (Fig. 13a) und einem Einschreibimpulssignal $\overline{Kc}$ (Fig. 13b) verschoben. Es werden Taktsignale t_1 bis t_{84} (Fig. 13d) zur Abtastung der Spieltasten erzeugt. Die Spieltastengruppe 3 (Fig. 8B-1, 8B-2) weist 84 Spieltasten und Tonhöhentasten entsprechend den 7 Oktaven der 84 Tasten $B_0, C_1 \dots A_7, A_7 \# \#$. Die den Spieltasten entsprechenden Tonsignale werden wahlweise von einer UND-Gatter-Matrixanordnung 4-2, die sukzessive durch die Taktsignale t_1 bis t_{84} abgetastet wird, die aus dem Schieberegister 4-1 ausgelesen werden, abgegeben. Die nachfolgende Tabelle 3 zeigt das Verhältnis zwischen den Taktsignalen t_1 bis t_{84} , den Tonstufenbezeichnungen der Spieltasten, den durch den Tonstufenzähler 5-1 gezählten Daten und den durch den Oktavenzähler 5-3 gezählten Daten.

Tabelle 3

erste Oktave		Tonstufenzähler				Oktavenzähler		
Takt	Tonstufenbezeichnung	1	2	4	8	1	2	4
t1	B0	0	0	0	0			
t2	C1	1	0	0	0			
t3	C1#	0	1	0	0			
t4	D1	1	1	0	0			
t5	D1#	0	0	1	0			
t6	E1	1	0	1	0		1	0
t7	F1	0	1	1	0			
t8	F1#	1	1	1	0			
t9	G1	0	0	0	1			
t10	G1#	1	0	0	1			
t11	A1	0	1	0	1			
t12	A1#	1	1	0	1			

zweite Oktave								
Takt	Tonstufen- bezeichnung	Tonstufenzähler				Oktavenzähler		
		1	2	4	8	1	2	4
t13	B1	0	0	0	0			
t14	C2	1	0	0	0			
t15	C2#	0	1	0	0			
t16	D2	1	1	0	0			
t17	D2#	0	0	1	0			
t18	E2	1	0	1	0	0	1	0
t19	F2	0	1	1	0			
t20	F2#	1	1	1	0			
t21	G2	0	0	0	1			
t22	G2#	1	0	0	1			
t23	A2	0	1	0	1			
t24	A2#	1	1	0	1			

sechste Oktave								
Takt	Tonstufen- bezeichnung	Tonstufenzähler				Oktavenzähler		
		1	2	4	8	1	2	4
t61	B5	0	0	0	0			
t62	C6	1	0	0	0			
t63	C6#	0	1	0	0			
t64	D6	1	1	0	0			
t65	D6#	0	0	1	0			
t66	E6	1	0	1	0	0	1	1
t67	F6	0	1	1	0			
t68	F6#	1	1	1	0			
t69	G6	0	0	0	1			
t70	G6#	1	0	0	1			
t71	A6	0	1	0	1			
t72	A6ε	1	1	0	1			

dritte Oktave									
t25	B2	0	0	0	0				
t26	C3	1	0	0	0				
t27	C3 #	0	1	0	0				
t28	D3	1	1	0	0				
t29	D3 #	0	0	1	0				
t30	E3	1	0	1	0	1	1	0	
t31	F3	0	1	1	0				
t32	F3 #	1	1	1	0				
t33	G3	0	0	0	1				
t34	G3 #	1	0	0	1				
t35	A3	0	1	0	1				
t36	A3 #	1	1	0	1				

siebente Oktave									
t73	B6	0	0	0	0				
t74	C7	1	0	0	0				
t75	C7# #	0	1	0	0				
t76	D7	1	1	0	0				
t77	D7# #	0	0	1	0				
t78	E7	1	0	1	0		1	1	1
t79	F7	0	1	1	0				
t80	F7# #	1	1	1	0				
t81	G7	0	0	0	1				
t82	G7# #	1	0	0	1				
t83	A7	0	1	0	1				

vierte Oktave								
t37	B3	0	0	0	0			
t38	C4	1	0	0	0			
t39	C4#	0	1	0	0			
t40	D4	1	1	0	0			
t41	D4#	0	0	1	0			
t42	E4	1	0	1	0	0	0	1
t43	F4	0	1	1	0			
t44	F4#	1	1	1	0			
t45	G4	0	0	0	1			
t46	G4#	1	0	0	1			
t47	A4	0	1	0	1			
t48	A4#	1	1	0	1			

fünfte Oktave								
t49	B4	0	0	0	0			
t50	C5	1	0	0	0			
t51	C5#	0	1	0	0			
t52	D5	1	1	0	0			
t53	D5 #	0	0	1	0			
t54	E5	1	0	1	0	1	0	1
t55	F5	0	1	1	0			
t56	F5 #	1	1	1	0			
t57	G5	0	0	0	1			
t58	G5 #	1	0	0	1			
t59	A5	0	1	0	1			
t60	A5 #	1	1	0	1			

Die Ausgangssignale aus der UND-Gatter-Matrixanordnung 4-2 werden durch die ODER-Gatter-Ausgangsleitung 4-3 in Synchronisation mit dem Einschreibtaktimpuls $\overline{Kc}$ verschoben und an die Eingangsklemme eines 84-Bit-Schieberegisters 4-4 und auch an eine der Eingangsklemmen eines UND-Gatters 4-5 abgegeben. Die andere Eingangsklemme dieses UND-Gatters 4-5 wird mit einem durch einen Inverter 4-6 invertierten Ausgangssignal des Schieberegisters 4-4 gespeist. Das UND-Gatter 4-5 gibt demzufolge ein neues Impulssignal mit einer Dauer von 8 Mikrosekunden ab, jedesmal wenn eine Spieltaste betätigt wird. Das vorliegende elektronische Musikinstrument hat deshalb eine Konstruktion, die so ausgelegt ist, dass sie durch Betätigen einer Mehrzahl von Spieltasten zur gleichen Zeit oder in kurzen Zeitabständen einen Akkord erzeugen kann. Das Impulssignal entsprechend dem Zeitpunkt, an welchem eine Spieltaste betätigt ist, wird, wie aus Tabelle 4 ersichtlich, nur während des ersten Operationszyklus bezüglich der Betätigung einer Spieltaste abgegeben.

Tabelle 4

Tasten- betäti- gungs- zeit	erster Zyklus							zweiter Zyklus									
	t1	t2	t3	t4	.	.	.	t82	t83	t84	t1	t2	t3	t4	.	.	.
t1	0										x						
t2		0										x					
t3			0										x				
t4				0										x			
.					.										.		
.						.										.	
.							.										.
t82								0									
t83									0								
t84										0							

Es wird nun auf die Fig. 8B-1, 8B-2 Bezug genommen. Der ansteigende Teil eines Ausgangssignals (mit einer Dauer von 8 Mikrosekunden) aus dem ODER-Gatter 4-3, das in der Eingangsabstastschaltung 4 enthalten ist, wird an die Rückstellklemme eines S-R-Flip-Flop 7-3 über das ODER-Gatter 7-1 und die Verzögerungsschaltung 7-2 einer Tastensignalunterdrückungsschaltung 7 (Fig. 8A-1, 8A-2) zugeführt. Dieser ansteigende Abschnitt wird auch als ein Löschesignal an einen 3-Bit-Binärlzähler 7-4 abgegeben. Die andere Eingangsklemme des ODER-Gatters 7-1 wird mit einem Signal α gespeist, das die Betätigung einer Probetonwähltaste bezeichnet, und welches von dem UND-Gatter 35 von Fig. 2 abgegeben wird. Der oben erwähnte 3-Bit-Binärlzähler 7-4 zählt eine Anzahl von Ausgangssignalen, die von dem UND-Gatter 5-4 abgegeben werden. Ein Ausgangssignal von der dritten Bit-Stelle des Zählers 7-4 wird an die Setzklemme des S-R-Flip-Flops 7-3 angelegt. Der Zähler 7-4 erzeugt nur ein Ausgangssignal, wenn ein Löschesignal mit einer Zeit $(12 \times 7 \times 4) \times 8 = 2688$ (Mikrosekunden) nicht empfangen hat. Mit anderen Worten, der Zähler 7-4 kann den Zustand, in welchem eine Spieltaste über einen Zeitraum von 2688 Mikrosekunden nicht betätigt wurde, abtasten, und die Erzeugung eines Signals, das auf die Betätigung einer Spieltaste basiert, wird unterdrückt. Demgemäss gibt der S-R-Flip-Flop 7-3 am Q-Ausgang ein Signal ab, das die Betätigung einer Spieltaste bezeichnet. Dieses Signal wird zusammen mit einem Signal aus dem Haltebefehlsschalter 6 an ein ODER-Gatter 7-5 angelegt.

Ein Ausgangssignal aus dem ODER-Gatter 7-5 wird der Eingangsklemme des UND-Gatters 1-8 zugeführt und mit einem Steuerimpuls Kd, der vom UND-Gatter 1-5 abgegeben wird, und auch an die Eingangsklemme eines ODER-Gatters 8-1 (Fig. 8C-1, 8C-2) angelegt. Ein neues Signal, das die Betätigung einer Spieltaste bezeichnet und von dem UND-Gatter 4-5 (Fig. 8B-1, 8B-2) abgegeben wird, wird an ein ODER-Gatter 1-10 (Fig. 8B-1, 8B-2) über ein ODER-Gatter 1-9 geführt, dessen einer Eingang mit einem Signal (Fig. 2), das die Betätigung einer Probetonwähltaste bezeichnet, beaufschlagt wird, sowie über einen Inverter 1-11 zu den Eingangsklemmen der UND-Gatter 1-6, 1-8 und ODER-Gatter 7-5, 8-1 geliefert. Das ODER-Gatter 7-5 wird während 8 Mikrosekunden daran gehindert, durch die erste Betätigung einer Spieltaste ein Ausgangssignal zu erzeugen, nachdem der Zustand beendet ist, in welchem der S-R-Flip-Flop 7-2 gesetzt ist, um die Erzeugung eines Tastensignals zu unterdrücken, nämlich der Zustand, in welchem der Haltebefehlsschalter 6 nicht betätigt ist. In allen anderen Fällen gibt das ODER-Gatter 7-5 Ausgangssignale ab.

Es wird nun auf die Fig. 8A-1, 8A-2 Bezug genommen. Die Bezugsziffer 1-12 bezeichnet ein 8-Bit-Schieberegister und die Bezugsziffer 1-13 bezeichnet ein 4-Bit-Schieberegister. Die Verschiebung in dem 8-Bit-Schieberegister erfolgt nach Empfang eines Ausleseimpulses mit einer Dauer von einer Mikrosekunde und im 4-Bit-Schieberegister nach Empfang eines Einschreibimpulses, der durch den Inverter 1-14 invertiert wird. Die Eingangsklemme des Schieberegisters 1-12 ist an ein ODER-Gatter 1-15 angeschlossen, dessen Ausgangsklemme an die Eingangsklemmen der UND-Gatter 1-6, 1-10 angeschlossen ist. Die Eingangsklemme des ODER-Gatters 1-14 ist an die Ausgangsklemmen der ODER-Gatter 1-6 der später beschriebenen ODER-Gatter 1-16 und dem UND-Gatter 1-8 angeschlossen. Die UND-Gatter 1-8 geben ein Steuersignal zur Unterdrückung eines Tastensignals ab. Dieses Steuersignal Kd wird an ein Schieberegister 1-12 angelegt. Wird ein Signal erzeugt, um die Betätigung einer Spieltaste anzuzeigen, dann findet eine Verschiebung durch das Register 1-12, das UND-Gatter 1-6 und das ODER-Gatter 1-15 statt. Das ODER-Gatter 1-10 gibt ein Steuersignal Ko ab, welches an das Schieberegister 1-13 abgegeben wird. Die von den entsprechenden Bit-Stellen des Schieberegisters 1-13 abgegebenen Steuersignale K₁, K₂, K₃ und K₄ werden der UND-Schaltung 1-17 zugeführt. Diese UND-Gattermatrixanordnung 1-17 wird ferner mit einem später zu beschreibenden Zweistimmigkeitswählbefehl und Vierstimmigkeitswählbefehl und Signalen, die aus diesen Mehrfachspielbefehlen durch entsprechende Inverter 1-18, 1-19 invertiert wurden, gespeist. Demzufolge gibt die UND-Schaltung 1-17 ein Steuersignal K₁ ab, wenn zwei- und vierstimmiges Spiel unterdrückt wird, ein Steuersignal K₂, wenn ein Befehl für Zweistimmigkeit gegeben ist, und ein Steuersignal K₄, wenn ein Befehl für Vierstimmigkeit abgegeben wird. Diese Steuersignale K₁, K₂, K₃ und K₄ werden dem ODER-Gatter-Ausgang 1-16 zugeleitet. Die Schieberegister 1-12, 1-13 und die Gruppen der peripheren Gatter spezifizieren jene der Zeilenspeicher der Speicher 9 bis 19, welche der betätigten Spieltaste 3 (Fig. 1) entsprechen.

Das UND-Gatter 1-8 kann leitend gemacht werden, wie das in Fig. 14S dargestellt ist, wenn kein Befehl für zwei- oder vierstimmiges Spiel gegeben wurde und der Haltebefehlsschalter 6 unbetätigt bleibt, wodurch der Flip-Flop 7-3 in den Setzzustand gebracht wird (in welchem die Erzeugung eines Tastensignals unterdrückt wird). Gleichzeitig gibt das UND-Gatter 1-5 ein Steuersignal K₀ (Fig. 10e) ab, welches dem Schieberegister 1-12 über das ODER-Gatter 1-15 zugeführt wird. Es tritt die Verschiebung gemäss f bis m in Fig. 14 auf. Wenn unter dieser Bedingung das UND-Gatter 4-5 ein Ausgangssignal (Fig. 14c) erzeugt, das die erste Betätigung einer Spieltaste bezeichnet, dann wird das UND-Gatter 1-8 gesperrt. Das UND-Gatter 1-10 erlaubt aber den Durchgang eines Steuersignals K₀ (Fig. 14n) (mit einer Dauer von 1 Mikrosekunde), das aus der letzten Bit-Stelle P₈ des Schieberegisters 1-12 abgegeben wird. Das Ausgangssignal K₀ aus dem UND-Gatter 1-10 wird an die Eingangsklemme des Schieberegisters 1-13 angelegt. Nach Ablauf von einer Mikrosekunde wird ein Steuersignal K₁, das von der ersten Bit-Stelle des Schieberegisters 1-13 abgegeben wird, an die Eingangsklemme des Schieberegisters 1-12 über die ODER-Gatter 1-16, 1-15 angelegt. Wie aus Fig. 14f ersichtlich ist, wird das vorstehend erwähnte Steuersignal K₁ zu einem Zeitpunkt empfangen, der um ein Bit gegenüber einem Taktsignal verspätet ist (in Fig. 14 strichliert dargestellt), denn die Lieferung des ursprünglichen Kontrollsignals K₀, das den Zeilenspeicher K₀ spezifiziert und in Synchronisation mit einem Taktsignal für die Einführung des Steuersignals K₁ erfolgt, wird in dem Schieberegister 1-12 gespeichert. Wird ein zweites Signal (Fig. 14c), das die Betätigung einer Spieltaste bezeichnet, abgegeben, wird das Taktsignal für die Abgabe

des Steuersignals K_1' vom UND-Gatter 1-10 ausgesandt und bestimmt die Zeit, in welcher ein Eingangssignal an den Zeilenspeicher k_1 angelegt wird. Gleichzeitig wird das Schieberegister 1-12 auch mit einem Signal gespeist, das die Zeit angibt, in welcher ein Steuersignal K_2' , das den Zeilenspeicher k_2 bestimmt, ausgesandt werden soll. Somit können im Maximum acht Zeilenspeicher k_0-k_7 aufeinanderfolgend bestimmt werden. Diese Art der Wähloperation ist in Fig. 15 dargestellt, die einen Fall zeigt, wo acht Spieltasten nacheinander betätigt werden. Im Falle von Zweistimmigkeit werden zwei Steuersignale K_0, K_1 abgegeben, um irgendeine von vier Gruppen, die jeweils aus zwei Zeilenspeichern, wie $k_0-k_1, k_2-k_3, k_4-k_5, k_6-k_7$ bestehen, zu bestimmen und zwar mit Bezug auf eine Spieltaste (Fig. 16). Im Falle von Vierstimmigkeit werden vier Steuersignale K_0, K_1, K_2, K_3 erzeugt, um eine von zwei Gruppen, die je aus vier Zeilenspeichern wie k_0-k_3, k_4-k_7 bestehen, zu bestimmen (Fig. 17).

Es wird nun auf die Fig. 8A-1, 8A-2 Bezug genommen. Ein vom UND-Gatter 1-10 abgegebenes Steuersignal K_0 wird an einen Eingang jedes der UND-Gatter 22-1 bis 22-4 angelegt. Ein von der ersten Stelle des Schieberegisters 1-12 abgegebenes Steuersignal K_1 wird an eine der Eingangsklemmen jedes UND-Gatters 22-5 bis 22-8 angelegt. Ein Steuersignal K_2 wird an eine der Eingangsklemmen jedes der UND-Gatter 22-9 bis 22-12 angelegt. Ein Steuersignal K_3 wird an eine der Eingangsklemmen jedes der UND-Gatter 22-12 bis 22-16 zugeführt.

Es wird nun auf Fig. 7 Bezug genommen. Die Befehle, welche die Oktave [1] (normale Oktave), Oktave [+2], Oktave [+3] und Oktave [+4] bestimmen, werden von den ODER-Gattern 22-17, 22-18, 22-19, 22-20 abgegeben. Alle diese Befehle werden an ein ODER-Gatter 22-21 abgegeben (Fig. 18C-1, 8C-2). Ein Ausgangssignal des ODER-Gatters 22-18 wird an das ODER-Gatter 22-22 angelegt. Ein Ausgangssignal vom ODER-Gatter 22-19 wird an die ODER-Gatter 22-22, 22-23 über die entsprechenden UND-Gatter 22-24, 22-25 abgegeben. Ein Ausgangssignal aus dem ODER-Gatter 22-19 wird ferner an eine der Eingangsklemmen jedes der UND-Gatter 19-1, 19-4, die in der Tonstufenkorrekturschaltung 19 enthalten sind, und auch an die UND-Gatter 19-6 bis 19-9 über den Inverter 19-5 abgegeben. Die vom Zähler 5-1 (Fig. 8A-1, 8A-2) abgegebenen Daten werden über die Inverter 19-11, 19-12, 19-13, 19-14 an die Matrixschaltung 19-10 mit einer UND-Funktion, die in der Schaltung 19 enthalten ist, abgegeben. Diese Daten werden auch an den anderen Eingang jedes der UND-Gatter 19-6 bis 19-9 angelegt, nachdem sie durch die Matrixschaltung 19-10 passiert haben. Zwei Ausgangssignale aus dem Stufenzähler 5-1, welche die Gewichte von 1 bzw. 2 haben, werden an ein Exklusiv-ODER-Gatter 19-15 angelegt. Ein Ausgang aus diesem wird durch einen Inverter 19-16 invertiert und dann an den anderen Eingang des UND-Gatters 19-2 angelegt. Ein Ausgangssignal aus dem Inverter 19-11 wird an die andere Eingangsklemme des UND-Gatters 19-1 angelegt. Die UND-Gatter-Ausgangsleitungen 19-17, 19-18, 19-19, der Matrixschaltung 19-10 sind in der Form eines logischen ODER's verbunden. Das sich ergebende Signal wird dem UND-Gatter 22-25 als ein Befehl, der die +4 Oktave bestimmt, zugeführt. Dieses Signal wird durch den Inverter 19-20 invertiert. Das invertierte Signal wird zu einem der Eingangsklemmen jedes der UND-Gatter 22-14, 19-21 zugeführt. An der anderen Eingangsklemme des UND-Gatters 19-21 liegt ein Signal an, welches von dem UND-Gatter 19-22 herangeführt und durch einen Inverter 19-23 invertiert wird. Ein Ausgangssignal aus dem UND-Gatter 19-21 wird an die andere Klemme des UND-Gatters 19-4 angelegt. An der anderen Eingangsklemme des UND-Gatters 19-3 wird ein Signal angelegt, das sich aus der ODER-Schaltung aus den UND-Gatter-Aus-

gangsleitungen 19-22, 19-24, 19-25 der Matrixschaltung 19 ergibt. Die Tonstufenkorrekturschaltung 19 führt die +7 (3fach) Korrektur der natürlichen Tonstufendaten, die vom Tonstufenzähler 51 geliefert werden, aus, wenn ein Befehl für die +3 Multiplikation aus dem ODER-Gatter 22-19 abgegeben wird. Die Korrekturschaltung 19 ist so ausgelegt, dass sie eine Binärcodewandlung, wie sie in der nachfolgenden Tabelle 5 dargestellt ist, ausführt.

Tabelle 5									
Tonstufenzähler				Tonstufenzähler +7 (3fach)				Oktave +4	
1	2	4	8	1'	2'	4'	8'		
0	0	0	0	1	1	1	0		
1	0	0	0	0	0	0	1		
0	1	0	0	1	0	0	1		
1	1	0	0	0	1	0	1		
0	0	1	0	1	1	0	1		
1	0	1	0	0	0	1	1		
0	1	1	0	1	0	1	1		
1	1	1	0	0	1	1	1		
0	0	0	1	1	1	1	1		
1	0	0	1	0	0	0	0		1
0	1	0	1	1	0	0	0		1

Danach werden in Übereinstimmung mit den Inhalten eines [+3] Befehls, der von dem ODER-Gatter 22-19 abgegeben wird, die normalen Tonstufendaten, die von den UND-Gattern 19-6, 19-7, 19-8, 19-9 abgegeben werden, oder die korrigierten Tonstufendaten, die von den UND-Gattern 19-1, 19-2, 19-3, 19-4 abgegeben werden, selektiv zu den ODER-Gattern 19-26, 19-27, 19-28, 19-29 weitergeleitet. Die Oktavendaten aus dem Oktavenzähler 5-3 (Fig. 8A-1, 8A-2) und die Ausgangssignale aus den ODER-Gattern 22-22, 22-23 werden dem Addierer 25 zugeführt und zwar über die UND-Gatter 23-1 bis 23-3, welche mit einem Ausgangssignal β aus dem Inverter 36 gespeist werden, wenn eine Probetonwähltaste 29 (Fig. 2) nicht betätigt ist und ebenso über die ODER-Gatter 24-1 bis 24-3 mit den Oktavendaten aus dem UND-Gatter 28 (Fig. 2). Der Addierer 25 gibt einen Oktavenwählbefehl ab. Dieser Befehl wird dem Speicher 9 als 3-parallele Bit-Information über die UND-Gatter 8-2, 8-3, 8-4, ODER-Gatter 8-5, 8-6, 8-7 und UND-Gatter 8-8, 8-9, 8-10 (Fig. 8D-1, 8D-2) in Synchronisation mit einem Ausgangssignal aus dem ODER-Gatter 22-21 (Fig. 8C-1, 8C-2) zugeführt. Die Tonstufenwählendaten, die aus den ODER-Gattern 19-26, 19-27, 19-28, 19-29 (Fig. 8C-1, 8C-2) abgegeben werden, durchlaufen die UND-Gatter 20-1 bis 20-3, die mit einem Ausgangssignal β aus dem Inverter 36 gespeist werden, wenn die Probetonwähltaste 29 (Fig. 2) nicht betätigt ist und ebenso die ODER-Gatter 24-1 bis 24-3, die mit den Oktavendaten aus dem UND-Gatter 28 (Fig. 2) gespeist werden. Der Addierer 25 gibt ein Oktavenwählbefehl ab. Dieser Befehl wird an den Speicher 9 als 3-Parallel-Bit-Information über die UND-Gatter 8-2, 8-3, 8-4, ODER-Gatter 8-5, 8-6, 8-7 und UND-Gatter 8-8, 8-9, 8-10 (Fig. 8D-1, 8D-2) in Synchronisation mit einem Ausgangssignal aus dem ODER-Gatter 22-21 (Fig. 8C-1, 8C-2) abgegeben. Tonstufenwählendaten, die aus den ODER-Gattern 19-26, 19-27, 19-28, 19-29 (Fig. 8C-1, 8C-2) abgegeben werden, durchlaufen die UND-Gatter 20-1 bis 20-3, die mit einem Ausgangssignal β aus dem Inverter 36 gespeist werden, wenn die Probetonwähltaste 29 (Fig. 2) nicht betätigt ist, die ODER-Gatter 21-1 bis 21-3 von Fig. 2, die mit den Tonstufendaten aus dem UND-Gatter 27 gespeist werden sowie ferner die UND-Gatter 8-11, 8-12, 8-13, 8-14, ODER-Gatter 8-15, 8-16, 8-17, 8-18 und UND-Gatter 8-19, 8-20, 8-21, 8-22 (Fig. 8D-1, 8D-2). Diese Tonstufenwählendaten werden

dem Speicher 12 als 4-Parallel-Bit-Information zugeführt. Ein Ausgangssignal aus dem ODER-Gatter 22-21 in Fig. 8C-1, 8C-2 wird auch an das ODER-Gatter 8-1 übertragen. Ein Ausgangssignal aus dem ODER-Gatter 22-21 wird durch den Inverter 20-26 invertiert und als ein Unterdrückungssignal einer der Eingangsklemmen jedes der UND-Gatter 8-23 bis 8-35 (Fig. 8D-1, 8D-2) und der UND-Gatter 8-36 bis 8-49 (Fig. 8F-1, 8F-2) zugeführt. Ein Ausgangssignal aus dem ODER-Gatter 7-6 (Fig. 8A-1, 8A-2) wird als Gattersteuersignal einer der Eingangsklemmen jedes der UND-Gatter 8-48 bis 8-53 (Fig. 8D-1), UND-Gatter 8-54 bis 8-66 (Fig. 8F-1, 8F-2) und dem UND-Gatter 8-48 zugeführt. Ist der Haltebefehlsschalter 6 nicht betätigt und als ein Flip-Flop 7-3 gesetzt (um die Erzeugung eines Spieltastensignals zu unterdrücken), wie dies in Fig. 18 dargestellt ist, und wird unter dieser Bedingung ein Signal (Fig. 18a) vom UND-Gatter 4-5 erzeugt, das die Betätigung einer Spieltaste bezeichnet, dann sperrt das vorgenannte Ausgangssignal aus dem ODER-Gatter 7-6 während des Intervalls (8 Mikrosekunden) die Abgabe eines Ausgangssignals aus den UND-Gattern 8-48 bis 8-53 (Fig. 8D-1, 8D-2) und den UND-Gattern 8-54 bis 8-66 (Fig. 8F-1, 8F-2), wodurch alle Inhalte der Speicher 10, 11, 13, 15, 16 und 17 gelöscht werden. Das ODER-Gatter 8-1 wird mit einem Steuersignal K_0 gespeist, das von dem ODER-Gatter 22-21 (Fig. 8C-1, 8C-2) in Abhängigkeit eines Signals (Fig. 18e), das die Betätigung einer Spieltaste bezeichnet, abgegeben wird. Während der Dauer von einer Mikrosekunde, in welcher das Steuersignal K_0 abgegeben wird, bleiben die UND-Gatter 8-8 bis 8-10, 8-19 bis 8-22 offen, wodurch neue Oktavenwähldaten in den Oktavenwähldatenspeicher 9 und neue Tonstufenwähldaten in den Zeilenspeicher k_0 des Tonstufenwähldatenspeichers 12 eingespeichert werden können. Da zu dieser Zeit ein Ausgangssignal aus dem ODER-Gatter 22-21, das durch den Inverter 22-26 invertiert wird, als ein Torsperrsignal an die UND-Gatter 8-23 bis 8-25, 8-32 bis 8-35 angelegt wird, werden die vorher gespeicherten Inhalte des Zeilenspeichers k_0 gelöscht. Wenn jedoch der Halteschalter 6 (Fig. 8A-1, 8A-2) betätigt ist, werden die Inhalte der entsprechenden Speicher nicht gelöscht. Ist im Gegensatz dazu der Flip-Flop 7-3 (Fig. 8A-1, 8A-2) zurückgestellt, um ein Signal, das die Betätigung einer Spieltaste bezeichnet, zu erzeugen und ist z.B. die neunte Spieltaste betätigt, dann wird der Zeilenspeicher k_0 des Speichers 9 und der Zeilenspeicher k_0 des Speichers 12 entsprechend mit den Oktavenwähldaten und den Tonstufenwähldaten entsprechend der neunten Spieltaste gespeist. Demzufolge werden die vorher in den Speichern k_0 gespeicherten Informationen gelöscht. Wie oben erwähnt, werden die folgenden Zeilenspeicher $k_1, k_2, \dots$ der Speicher 9 und 12 mit neuen Informationen gespeist, entsprechend der jeweils neu gedrückten Spieltaste.

Im folgenden wird mit Bezug auf die Fig. 8D-1, 8D-2, 8E-1, 8E-2, 8F-1 und 8F-2 die Erzeugung eines Tonhöhentaktimpulses mit einer vorgeschriebenen Frequenz beschrieben. Dieser Tonhöhentaktimpuls mit vorgeschriebener Frequenz wird in Übereinstimmung mit den Oktavenwähldaten, die in dem Speicher 9 gespeichert sind, und den Tonstufenwähldaten, die im Speicher 12 gespeichert sind, erzeugt. Eine 3-Bit-Oktavenwählinformation wird durch den Dekoder 38-1 dekodiert, und zwar jedes Mal, wenn die Information aus dem letzten Zeilenspeicher des Speichers 9 abgenommen wird. Sieben dekodierte Signale 1, 2, 3, 4, 5, 6 und 7 werden in Übereinstimmung mit der Reihenfolge der sieben Oktaven erzeugt. Die dekodierten Signale, welche die erste bis fünfte Oktave darstellen, werden direkt an eine Schieberegisterschaltung 38-3 (Fig. 8D-1, 8D-2) zugeführt und die dekodierten Signale, die die sechste und siebente Oktave bezeichnen, werden über ein ODER-Gatter 38-2 an diese Schaltung 38-3 angelegt. Diese Schieberegisterschaltung 38-3 wird nur nach

Empfang eines Oktavenwechselbefehls in Betrieb gesetzt. Normalerweise wird keine Verschiebung in dieser Schaltung 38-3 durchgeführt. Die Ausgangssignale, die die entsprechenden Oktaven darstellen, welche vom Dekoder 38-1 abgegeben werden, werden über die Schaltung 38-3 an einen Addierer 39-1 angelegt, um zu den Inhalten der entsprechenden Zeilenspeicher des Oktavenbitspeichers 10 (Fig. 8D-1, 8D-2) addiert zu werden. Die Inhalte des letzten Zeilenspeichers des Oktavenbitspeichers 10 werden bei jedem Zyklus (8 Mikrosekunden) zu Additionszahlen, die in der nachstehenden Tabelle aufgeführt sind, addiert, welche den Signalen, die durch den Dekoder 38-1 dekodiert sind, entsprechen. Das Ergebnis der Addition wird in dem vordersten Zeilenspeicher des Oktavenbitspeichers 10 gespeichert, und zwar in Form der Verschiebung durch den Zeilenspeicher und die UND-Gatter 8-26 bis 8-30, 8-48 bis 8-52.

Tabelle 6

Oktave	Additionszahl	Übertrag pro	Dauer	TfB	Frequenz 1/TfB
1	+1	32 Zyklen	256 μ s	Tfb1	3906,25 Hz
2	+2	16 Zyklen	128 μ s	Tfb2	7812,5 Hz
3	+4	8 Zyklen	64 μ s	Tfb3	15625 Hz
4	+8	4 Zyklen	32 μ s	Tfb4	31250 Hz
5	+16	2 Zyklen	16 μ s	Tfb5	62500 Hz
6	0	1 Zyklus	8 μ s	Tfb6	12500 Hz
7	0	1 Zyklus	8 μ s	Tfb7	12500 Hz

Ein von dem Addierer 38-1 abgegebenes Übertragungssignal ändert je nach Oktave. Wie die vorstehende Tabelle zeigt, wird ein Übertragungssignal pro 32 Zyklen, 16 Zyklen, 8 Zyklen, 4 Zyklen und 2 Zyklen in Übereinstimmung mit der Reihenfolge der ersten bis fünften Oktave abgegeben. Daten, die in der Dauer T_{fb} und Frequenz ausgedrückt sind, sind ebenfalls in der Tabelle 6 angegeben. Wie daraus ersichtlich ist, werden dekodierte Signale aus dem Dekoder 38-1, die der sechsten und siebten Oktave entsprechen, an das ODER-Gatter 38-2 und auch direkt an ein ODER-Gatter 39-2 zusammen mit einem Übertragungssignal, das pro 8 Mikrosekunden (1 Zyklus) abgegeben wird, ohne über einen Addierer 39-1 geführt zu werden. Ein Ausgangssignal aus dem ODER-Gatter 39-2 bildet den vorher genannten Oktavenreferenztaktimpuls mit einer vorgeschriebenen Frequenz. Die entsprechenden Bitsignale der Tonstufenwähldaten, die aus dem letzten Zeilenspeicher des Speichers 12 ausgelesen werden, werden einem Tonstufendekoder 40 (Fig. 8D-1, 8D-2) zugeführt, welcher ein Signal, das einer der zwölf Tonstufen der Tonleiter entspricht, abgibt. Die entsprechenden Ausgangsleitungen des Dekoders 40 sind an eine Tonstufentaktwählschaltung 41 angeschlossen.

Signale mit einer Oktavenreferenztaktimpulsfrequenz, welche entsprechenden Übertragungssignalen zugeordnet sind, die durch das ODER-Gatter 38-2 abgegeben werden, werden einer der Eingangsklemme eines UND-Gatters 46-4 über UND-Gatter 46-1, 46-2 und dem Inverter 46-3 zugeführt. Eine Addition von +1 wird in einem Addierer 44 durchgeführt, und zwar jedes Mal, wenn ein Signal mit einer Oktavenreferenztaktimpulsfrequenz von dem UND-Gatter 46-1 abgegeben wird.

Der Adressenspeicher 13 in den Fig. 8F-1, 8F-2 besteht aus acht Zeilenspeichern, die jeweils 64 Adressenschritte in 6-Bit-Form speichern können. Jeder Zeilenspeicher speichert eine Anzahl von Adressenschritten, die in einer Periode mit einer Tonwellenform, wie sie in Fig. 4 gezeigt ist, enthalten sind. Ein 6-Bit-Ausgangssignal aus dem letzten Zeilenspeicher des Adressenspeichers 13 ist direkt oder über Inverter 42-1 bis

42-6 an eine UND-Gatter-Schaltung 42-7 eines Adressenschrittzählers 42 und eine laufende Schrittzahlabtastschaltung 43 angelegt. Diese Schaltung 43 hat sechs Ausgangsleitungen a1 bis a6 und wirkt als ein UND-Gatter. Die sechs Ausgangsleitungen a1 bis a6 sind an eine Matrixschaltung 45 (Fig. 8D-1, 8D-2) angeschlossen zur Erzeugung eines Signals, das eine Anzahl von Taktimpulsen bezeichnet, deren Abgabe gestoppt werden sollte. Diese Matrixschaltung 45 bestimmt, wie viele der Signale mit einer Oktavenreferenztaktimpulsfrequenz, die aus dem UND-Gatter 38-2 für jede durch den Tonstufendekoder 40 bestimmten Tonstufe abgegeben wird, nicht weitergeleitet wird. Die Funktion des UND-Gatters 46-1 ist so gesteuert, dass ein Signal erzeugt wird, dessen Frequenz einer Tonstufe entspricht, die gewählt wurde, während die 64 Adressenschritte jedes der Zeilenspeicher des Adressenspeichers gezählt oder gespeichert werden. Nachfolgend wird nun das Hauptprinzip beschrieben, auf welchem die Operation der laufenden Schrittnummerabtastschaltung 43 beruht, sowie die Matrixschaltung 45 zur Bestimmung einer Anzahl von Taktimpulsen, deren Abgabe gestoppt werden soll. Die Abtastschaltung 43 (Fig. 8F-1, 8F-2) ist so ausgelegt, dass während die 64 Schritte, die in einen der Zeilenspeicher des Adressenspeichers 13 gespeichert sind, voll gezählt werden, die Ausgangsleitung a1 32 Taktimpulse, die Ausgangsleitung a2 16 Taktimpulse, die Ausgangsleitung a3 8 Taktimpulse, die Ausgangsleitung a4 4 Taktimpulse, die Ausgangsleitung a5 2 Taktimpulse und die Ausgangsleitung a6 1 Taktimpuls erhalten. Fig. 19 zeigt die Wellenformen von Taktimpulsen und zeigt, in welcher Weise das Hauptprinzip abläuft. Mit Bezug auf nur eine Speicherzeile des Adressenspeichers 13 wird angenommen, dass Taktimpulse von Fig. 19a gezählt und 6-Bit-Ausgangssignale aus dem Adressenspeicher 13 gezählt und gespeichert werden, wie das in Fig. 19b gezeigt ist. An die Ausgangsleitungen a1 bis a6 der Abtastschaltung 43 werden Taktsignale mit einer solchen Anzahl, wie in Fig. 19 dargestellt, abgegeben. Eine Kombination der Ausgangsleitungen a1 bis a6 der Abtastschaltung 43 setzt die Matrixschaltung 45 in die Lage, eine Anzahl von Taktimpulsen zu bestimmen, die für jede Tonstufe unterdrückt werden soll. Es wird angenommen, dass ein Taktimpuls, der aus dem Taktimpulsgenerator 2 abgegeben wird, eine Bezugsfrequenz f_B von 1000 kHz hat. Der Taktimpuls hat dann eine Periode, die sich wie folgt ausdrücken lässt:

$$T_{fB} = \frac{1}{f_B} = \frac{1}{1000 \text{ KHz}} = 1 \text{ } \mu\text{s} \quad (1)$$

Deshalb,

$$f_a = \frac{f_B}{8} = \frac{1000 \text{ KHz}}{8} = 125 \text{ KHz} \quad (2)$$

$$T_{f_a} = \frac{1}{f_a} = \frac{1}{125 \text{ KHz}} = 8 \text{ } \mu\text{s} \quad (3)$$

wobei f_a = die Frequenz eines Verschiebungsumlaufes im Adressenspeicher 13, und T_{f_a} = die Periode von f_a ist.

Bezeichnet n (64 Schritte) die Anzahl Schritte, die in einer Periode einer Tonwellenform enthalten sind, dann gilt folgende Gleichung

$$\begin{aligned} T_x &= T_{fB} \cdot (n + \alpha) = T_{fB} (64 + \alpha) \\ &= \frac{T_x}{T_{fB}} - 64 \end{aligned} \quad (4)$$

wobei:

T_{fB} = die Periode eines Signals mit einem Oktavenreferenztaktimpuls (Ausgangssignal aus dem ODER-Gatter 39-2) ist,

T_x = die Periode jeder Tonfolge ist,

α = der Korrekturwert (Anzahl der gestoppten Taktimpulse) ist, daraus folgt, F_x = die Frequenz für jede Tonstufe = $1/T_x$.

Bei jeder Oktave hat das Verhältnis zwischen den Frequenzen der entsprechenden Tonstufen einen Wert von $12\sqrt{2}$. Deshalb dient dies dem Zweck, einen Korrekturwert für jede Oktave zu bestimmen. Schliesslich hat eine Anzahl von gestoppten Taktimpulsen (ein Korrekturwert α) für jede Tonstufe einen Wert, wie in Fig. 20 angegeben. Es ist ratsam, eine ODER-Funktionsschaltung in Übereinstimmung mit den in Fig. 20 angegebenen Daten vorzusehen, um die zwölf Ausgangsleitungen X1 bis X12 der Schaltung 12 mit einem Signal, das eine Anzahl von gestoppten Taktimpulsen (Fig. 19d) bezeichnet, zu speisen. Die Angaben F_{x1} bis F_{x6} , wie sie in Fig. 20 gezeigt sind, bezeichnen Tonstufenfrequenzen, die der Schaltungsanordnung gemäss der Erfindung zugeordnet sind. Der Ausdruck «Ist-Frequenz» in Fig. 20 bedeutet die tatsächlich auftretende Tonstufenfrequenz. Die Tonstufentaktwählschaltung 41 nimmt eine der Ausgangsleitungen x1 bis X12 ab, je nach den Inhalten der Ausgangssignale aus dem Tonstufendekoder 40. Somit wird ein Signal, das eine Anzahl von gestoppten Taktimpulsen bezeichnet, an die ODER-Ausgangsleitung 41-1 angelegt (Fig. 8D-1, 8D-2). Ein Signal, das eine Anzahl von gestoppten Taktimpulsen für jede Tonstufe bezeichnet, wird als ein Gattersperrsignal an das UND-Gatter 46-1 über das UND-Gatter 46-5 und den Inverter 46-6 angelegt. Ein Ausgangssignal aus dem letzten Zeilenspeicher des F_a -Speichers 11 zur Steuerung einer Anzahl von Tonhöhentaktimpulsen wird über den Inverter 46-7 an das UND-Gatter 46-5 angelegt. Ein Ausgangssignal aus dem F_a -Speicher 11 wird auch direkt an das UND-Gatter 46-4 abgegeben. Die Ausgangssignale aus den UND-Gattern 46-2 bis 46-4 werden als Steuersignale an den vordersten Zeilenspeicher des F_a -Speichers 11 über das ODER-Gatter 46-8 und die UND-Gatter 8-31, 8-53 abgegeben. Ein Signal, das die Abtastung eines Zählstandes Null bezeichnet, welches vom letzten Zeilenspeicher des Adressenspeichers 13 abgegeben wird, wird an eine der Eingangsklemmen jedes der UND-Gatter 48-1, 48-2 abgegeben. Vibratosignale, die $+1/64$, $-1/64$ befehlen, werden entsprechend an die anderen Eingangsklemmen der UND-Gatter 48-1, 48-2 angelegt. Ein Ausgangssignal aus dem UND-Gatter 48-1 wird an die ODER-Ausgangsleitung 41-1 der Tonstufentaktwählschaltung 41 abgegeben (Fig. 8D-1, 8D-2). Ein Ausgangssignal aus dem UND-Gatter 48-2 wird über das ODER-Gatter 48-3 an die Ausgangsleitung a1 der Matrixschaltung 43 zugeführt. Wird eine Adressenschrittzahl 1 abgetastet, so wird das UND-Gatter 48-1 unbedingt mit einer um einen Taktimpuls höheren Frequenz als die normale Tonstufenfrequenz gespeist, um die Tonstufenfrequenz leicht zu erhöhen. Wird die Adressenschrittziffer 0 abgetastet, wird das UND-Gatter 48-2 unbedingt mit einer um einen Taktimpuls niedrigeren Frequenz als die normale Tonstufenfrequenz gespeist, um die Tonstufenfrequenz leicht zu verringern. Daraus ergibt sich der Vibratoeffekt. Im Addierer 44 wird eine Addition von $+1$ auf das Tonhöhenimpulsfrequenzsignal aus dem UND-Gatter 46-1 durchgeführt. Dieses so aufaddierte Signal wird dem entsprechenden Zeilenspeicher des Adressenspeichers 13 zugeleitet. Die Ausgangssignale S1, S2, S, 4, S8, S16, S32 aus dem Addierer 44 werden im vordersten Zeilenspeicher des Adressenspeichers 13 gespeichert, indem sie durch den Speicher 13 und die UND-Gatter 8-36 bis 8-41, 8-56 bis 8-61 verschoben werden. Diese Verschiebung der gespeicherten Daten wird für die ent-

sprechenden Zeilenspeicher jedes Speichers ausgeführt.

Ein Ausgangssignal aus der Matrixschaltung 42-7 des Adressenschrützzählers 42 (Fig. 8F-1, 8F-2), welches eine gezählte Schrittziffer von 30 darstellt, wird an eine der Eingangsklemmen eines UND-Gatters 49-1 angelegt. Signale, die die gezählten Schrittzahlen von 0 und 33 zeigen, werden an eine der Eingangsklemmen eines UND-Gatters 49-2 angelegt. Die Signale, die die gezählte Schrittzahl von 0 und 32 anzeigen, werden durch einen Inverter 49-3 invertiert und an die erste Eingangsklemme eines UND-Gatters 49-4 angelegt. Die zweite Eingangsklemme des UND-Gatters 49-4 wird mit einem Koinzidenzabtastsignal, das von einem Komparator 47 abgegeben wird, gespeist. Eine der Eingangsklemmen jedes der UND-Gatter 49-5, 49-6 wird mit einem Signal beaufschlagt, das die Koinzidenz zwischen den vorderen Hälften zweier benachbarter Tonwellenformen bezeichnet, und einem Signal, das die Koinzidenz zwischen der hinteren Hälfte zeigt. Diese Koinzidenzsignale werden von dem Komparator 47 abgegeben.

Die anderen Eingangsklemmen der UND-Gatter 49-1, 49-2, 49-4, 49-5 werden entsprechend mit einem Ausgangssignal aus dem Inverter 42-6 sowie mit einem Ausgangssignal von einem ODER-Gatter 49-7 versehen, welches bereits mit einem Ausgangssignal vom Dekoder 38-1 (Fig. 8D-1, 8D-2) beaufschlagt ist, welches die siebente Oktave bezeichnet. Die andere Eingangsklemme des UND-Gatters 49-6 wird mit einem Signal aus dem ODER-Gatter 49-7, das durch einen Inverter 49-8 invertiert wird, gespeist. Die UND-Gatter 49-1, 49-2, 49-4, 49-5 und 49-6 geben Signale ab, die eine gezählte Schrittzahl von 30, eine gezählte Schrittzahl von 0, die volle Koinzidenz zwischen zwei benachbarten Tonwellenformen, die Abweichung zwischen der vorderen Hälfte der zwei benachbarten Wellenformen sowie die Abweichung zwischen den letzten Hälften derselben darstellen. Alle diese Signale werden der Additionssteuerschaltung 50 zugeführt.

Die Steuersignale K_0' , K_1' , K_2' , K_3' , die von der Matrixschaltung 1-5 (Fig. 8A-1, 8A-2) erzeugt werden, werden den entsprechenden UND-Gattern (Fig. 5 und 6) zugeführt. Die Ausgangssignale von den ODER-Gattern 31-26, 31-27 werden an den Dekoder 31-72 angelegt, der dekodierte Ausgangssignale, wie in der nachfolgenden Tabelle 7 gezeigt, abgibt. Die Ausgangssignale von den ODER-Gattern 31-28, 31-29 werden dem Dekoder 31-73 zugeführt, der dekodierte Ausgangssignale, wie in der nachfolgenden Tabelle 8 angegeben, erzeugt. Die Ausgangssignale von den ODER-Gattern 31-30, 31-31 werden dem Dekoder 31-74 zugeleitet, der dekodierte Ausgangssignale, wie in der nachfolgenden Tabelle 9 angegeben, erzeugt.

Tabelle 7

MI 1 (II 1) (III 1) (IV 1)	MI 2 (II 2) (III 2) (IV 2)	Ausgang vom Dekoder	Anhaltaktimpuls $\emptyset A$
AUS	AUS	0	—
EIN	AUS	1	16,384 ms ($\approx$ 16 ms)
AUS	EIN	2	32,768 ms ($\approx$ 32 ms)
EIN	EIN	3	65,536 ms ($\approx$ 65 ms)

Tabelle 8

NI 1 (II 1) (III 1) (IV 1)	NI 2 (II 2) (III 2) (IV 2)	Ausgang vom Dekoder	Aushaltaktimpuls $\emptyset R$
AUS	AUS	0	65,536 ms ($\approx$ 65 ms)
EIN	AUS	1	0,131073 s ($\approx$ 0,1 s)
AUS	EIN	2	0,262144 s ($\approx$ 0,26 s)
EIN	EIN	3	0,524288 s ($\approx$ 0,5 s)

Tabelle 9

OI 1 (II 1) (III 1) (IV 1)	OI 2 (II 2) (III 2) (IV 2)	Ausgang vom Dekoder	Periodentaktimpuls $\emptyset T$
AUS	AUS	0	0,262144 s ($\approx$ 0,26 s)
EIN	AUS	1	0,524288 s ($\approx$ 0,5 s)
AUS	EIN	2	1,048576 s ($\approx$ 1 s)
EIN	EIN	3	2,097152 s ($\approx$ 2 s)

Ein Ausgangssignal von 0 wird als ein Anhaltssignal von 0 aus dem Dekoder 31-72 ausgelesen. Die Ausgangssignale von 1, 2 und 3 aus dem Dekoder 31-72 werden entsprechend an eine der Eingangsklemmen jedes der UND-Gatter 31-75, 31-76, 31-77 abgegeben. Die Ausgangssignale von 0, 1, 2, 3 werden entsprechend je einer der Eingangsklemmen der UND-Gatter 31-78, 31-79, 31-80, 31-81 abgegeben. Die Ausgangssignale von 0, 1, 2, 3 werden entsprechend an eine der Eingangsklemmen der UND-Gatter 31-82, 31-83, 31-84, 31-85 abgegeben.

Die Bezugsziffer 37 (Fig. 1) bezeichnet eine Zeitmessschaltung, die aus einem 18-Bit-Binärlzähler, der die Signale mit einer Dauer von 8 Mikrosekunden zählt, besteht. Die in den entsprechenden Zählerstufen des Binärlzählers 37 (Fig. 8E-1, 8E-2) gegebenen Ziffern bezeichnen grobe Perioden, die auf der binären Zählung basieren. Die Bezugsziffern 31-86 bis 31-92 bezeichnen verzögerte Flip-Flop-Schaltkreise, die als DFF bezeichnet werden. Am D-Eingang dieser Schaltung liegt immer ein Signal von 1 an. Der C-Eingang dieser Schaltung wird mit Ausgangssignalen aus den Bit-Stufen entsprechend der gezählten Zeitdauer, wie 2 ms, 16 ms, 32 ms, 64 ms, 128 ms, 256 ms, 512 ms, gespeist. Der DFF wird durch ein Ausgangssignal aus der ersten Bit-Stufe entsprechend einer gezählten Zeit von 16 ms zurückgestellt. Die Q-Ausgänge des DFF 31-86 bis 31-93 erzeugen deshalb einen Taktimpuls mit einer Dauer von 8 Mikrosekunden. Der DFF 31-86 gibt einen Anstiegstaktimpuls $\emptyset s$ ab. Der Q-Ausgang des DFF 31-87 ist an die andere Eingangsklemme des UND-Gatters 31-75 angeschlossen. Der Q-Ausgang des DFF 31-88 ist an die andere Eingangsklemme des UND-Gatters 31-76 angeschlossen und der Q-Ausgang des DFF 31-89 ist an die anderen Eingangsklemmen der UND-Gatter 31-77, 31-78 angeschlossen. Der Q-Ausgang des DFF 31-90 ist an die andere Eingangsklemme des UND-Gatters 31-79 angeschlossen und der Q-Ausgang des DFF 31-91 ist an die andere Eingangsklemme des UND-Gatters 31-80 angeschlossen. Der Q-Ausgang des DFF 31-92 ist an die andere Eingangsklemme des UND-Gatters 31-81 angeschlossen. An den anderen Eingangsklemmen der UND-Gatter 31-82 bis 31-85 sind Ausgangssignale aus den Bit-Stufen des Binärlzählers 37 entsprechend den gezählten Perioden von 256 ms, 512 ms, 1 s, 2 s angelegt. Die Ausgangssignale von den UND-Gattern 31-75 bis 31-77 werden deshalb an ein ODER-Gatter 31-93 abgegeben und dadurch ein Anhaltstaktimpuls $\emptyset A$, der einem Ausgangssignal von

dem Dekoder 31-72, das durch den ROM 26 bestimmt wird, erzeugt. Die Ausgangssignale von den UND-Gattern 31-78 bis 31-81 werden einem ODER-Gatter 31-94 zugeführt und dadurch ein Aushalltaktimpuls $\emptyset R$, der einem Ausgangssignal aus dem Dekoder 31-73, das durch den ROM 26 bestimmt wird, erzeugt. An ein ODER-Gatter 31-95 werden ebenfalls Ausgangssignale angelegt und dadurch ein Periodentaktimpuls $\emptyset T$, der einem Ausgangssignal aus dem Dekoder 31-74, welches durch den ROM 26 bestimmt ist, erzeugt. Der Anhalttaktimpuls $\emptyset A$, Aushalltaktimpuls $\emptyset R$ und der Periodentaktimpuls $\emptyset T$ haben Dauern, wie in den Tabellen 7, 8 bzw. 9 dargestellt sind und zwar in Übereinstimmung mit den Inhalten der Ausgangssignale aus den Dekodern.

Das ODER-Gatter 31-64 gibt ein Ausgangssignal ab, wenn es ein Anstiegsdifferenzbefehlssignal aus dem ROM 26 empfängt, welches bestimmt, ob eine Verzögerungszeit t für den Anstieg einer Tonvolumenhüllkurve, die in einem Zeilenspeicher neben dem ODER-Gatter 31-74 gespeichert ist, bewirkt werden sollte. Beim Fehlen dieses Befehls gibt ein Inverter 31-96 ein Ausgangssignal ab, die ODER-Gatter 31-65, 31-66, 31-67 geben Ausgangssignale in Übereinstimmung mit den Inhalten eines Wellenformwählbefeihls, der von dem ROM 26 abgegeben wird, ab. Die Ausgangssignale von den ODER-Gattern 31-66, 31-67 und durch die entsprechenden Inverter 31-97, 31-98 invertierten Signale werden einer Wellenformbefehlsschaltung 31-99 zugeleitet, welche einen Befehl zur Wahl der drei Standard-Wellenformarten abgibt, d.h. einer Rechteckwelle, einer Dreieckwelle und einer Sägezahnwelle (bei Fehlen von Instruktionen zur Wahl von Dreieck- und Rechteckwellen) wie in der nachfolgenden Tabelle angegeben ist.

Tabelle 10

QI 1	II 1	AUS	fließend
	III 1		
	IV 1		
	IV 1	EIN	fest eingestellt

Wellenformmatrixschaltung (31-99)				
QI 2	II 2	QI 3	II 3	Wellenformbezeichnung
	III 2		III 3	
	IV 2		IV 3	
AUS		EIN		Rechteck
EIN		AUS		Sägezahn
AUS		EIN		Dreieck

Ausgangssignale von den ODER-Gattern 31-68, 31-69 werden an eine der Eingangsklemmen jedes der UND-Gatter 31-100, 31-101 angelegt. Die anderen Eingangsklemmen der UND-Gatter 31-100, 31-101 werden von Ausgangssignalen aus dem Fb-Speicher 14 (Fig. 8F-1, 8F-2) gespeist. Ein Ausgangssignal aus dem UND-Gatter 31-100 wird als ein $\frac{1}{64}$ Vibratobefehl an das UND-Gatter 48-2 (Fig. 8F-1, 8F-2) über ein ODER-Gatter 31-102 (Fig. 8E-1, 8E-2) angelegt. Dieses ODER-Gatter 31-102 gibt einen Oktavenwechselbefehl + L an die Schaltung 38-3 (Fig. 8D-1, 8D-2) ab. Ein Ausgangssignal aus einem ODER-Gatter 31-70 wird als ein Vibratobefehl $\frac{1}{64}$ an das UND-Gatter 48-2 über das ODER-Gatter 31-102 abgegeben. Im Falle von Zweistimmigkeit werden zwei Zeilenspeicher bei Betätigung von irgendeiner der Spieltasten verwendet. Im Falle von Vierstimmigkeit werden vier Zeilenspeicher bei Betätigung irgendeiner der Spieltasten 3 verwendet. Die selektive Anwendung der Zeilenspeicher k_0

bis k_7 für die vier Klangtypen I, II, III, IV, welche ändert im Vibrato basierend auf einem Mehrfachspielzeitdifferenzbefehl, die Kombination der Oktaven basierend auf einem Mehrfachspieloktavenwählbefehl, sowie die Anstiegsverzögerungszeitinformation t , die auf einem Anstiegszeitdifferenzbefehl basiert, werden alle durch Befehle, die vom ROM 26 ausgegeben werden, ausgeführt.

Gibt der ROM 26 keinen Anstiegszeitdifferenzunterdrückungsbefehl ab, so gibt der Inverter 31-96 diesen Unterdrückungsbefehl an das UND-Gatter 8-69 (Fig. 8F-1, 8F-2) ab. An diesem UND-Gatter 8-69 liegt ein Ausgangssignal von dem UND-Gatter 4-5 (Fig. 8B-1, 8B-2), welches die Betätigung einer Spieltaste bezeichnet und ein Ausgangssignal aus dem ODER-Gatter 22-21 (Fig. 8C-1, 8C-2) an. Jedesmal wenn eine der Spieltasten 3 betätigt ist, gibt das UND-Gatter 8-69 ein Signal von 1 ab, das über das ODER-Gatter 8-70 in die Zeilenspeicher des Fd-Speichers 17 eingelesen wird. Wird ein Befehl für Zwei- oder Vierstimmigkeit gegeben, werden eine Vielzahl von Zeilenspeichern für jede Spieltastenbetätigung bestimmt.

Das Signal von 1 wird in dem Fd-Speicher gespeichert und zwar indem es durch den Speicher 17 und die ODER-Gatter 39-1, UND-Gatter 8-48 und ODER-Gatter 8-70 zirkuliert und dadurch jenen Zeilenspeicher des Hüllkurvenspeichers 15, welcher betätigt ist, anzeigt. Wird ein Anstiegszeitdifferenzbefehl von dem ROM 26 abgegeben, dann wird ein Verzögerungsbefehl an ein Gatter 8-71 (Fig. 8F-1, 8F-2) abgegeben und dadurch die Abgabe eines Ausgangssignals aus dem UND-Gatter 8-69 verhindert. Das UND-Gatter 8-71 wird auch mit einem Signal, das die Betätigung einer Spieltaste bezeichnet und das von dem UND-Gatter 4-5 (Fig. 8B-1, 8B-2) und einem Steuersignal K_0 , das von dem UND-Gatter 1-10 (Fig. 8A-1, 8A-2) abgegeben wird, beaufschlagt. Wird eine Spieltaste betätigt, wird das UND-Gatter 8-71 durch ein Steuersignal K_0 für lediglich eine Mikrosekunde entsprechend der Zeitdauer, die erforderlich ist, zum Auslesen der Daten aus dem vordersten Zeilenspeicher K_0 , leitend. Zu dieser Zeit wird ein Signal von 1 über das ODER-Gatter 8-70 in dem Fd-Speicher 17 gespeichert. Das Signal von 1, das im Fd-Speicher 17 gespeichert ist, wird aus dem letzten Zeilenspeicher ausgelesen und einer Verzögerungsschaltung 51-2 (Fig. 8F-1, 8F-2) zugeführt und führt eine Verzögerung von einer Mikrosekunde aus. Ein Ausgangssignal aus der Verzögerungsschaltung 51-2 wird an ein UND-Gatter 51-3 abgegeben. Dieses UND-Gatter 51-3 wird über ein ODER-Gatter 51-5 mit einem Ausgangssignal, das aus dem letzten Zeilenspeicher des Fd-Speichers 17 ausgelesen und durch einen Inverter 51-4 invertiert wird und einem 3-Bit-Ausgangssignal aus dem Oktavenwählspeicher 9 und ferner mit einem Anstiegstaktimpuls $\emptyset S$, der von dem DFF 31-86 (Fig. 8F-1, 8F-2) abgegeben wird, gespeist. Wird ein Signal von 1 in dem ersten Zeilenspeicher k_0 des Fd-Speichers 17 gespeichert und ist das Signal von 1 in dem nachfolgenden Zeilenspeicher k_1 des Fd-Speichers 17 nicht gespeichert, dann gibt das UND-Gatter 51-3 einen Anstiegstaktimpuls $\emptyset S$ ab, der dann an einen Addierer 52 als ein Signal, das die Addition von +1 befiehlt, über ein ODER-Gatter 51-6 abgegeben wird. Da zu dieser Zeit der Zeilenspeicher k_1 des Fd-Speichers 17, der dem Zeilenspeicher k_1 des Hüllkurvenspeichers 15 entspricht, nicht mit einem Signal von 1 gespeist wird, ist das UND-Gatter 51-7 gesperrt. Demzufolge wird in den Zeilenspeicher k_1 des Hüllkurvenspeichers 15 kein gezählter Hüllkurvenwert gespeichert. Unter diesem Umstand wird der Zeilenspeicher k_1 des Hüllkurvenspeichers 15 dazu verwendet, einen Ausgangszählstand aus dem Addierer 52 zu speichern, der dazu bestimmt ist, die Anstiegstaktimpulse $\emptyset S$ zu zählen, und eine Anstiegszeitdifferenz t zu bestimmen. Wenn der Addierer 52 fortlaufend die Anstiegstaktimpulse $\emptyset S$ für jeden Zyklus (8

Mikrosekunden) aufaddiert, dann wird ein Übertragungssignal, das von dem Addierer 42 abgegeben wird, als ein Signal von 1 in dem Zeilenspeicher k_1 des Hüllkurvenspeichers 15 gespeichert. Die für die Abgabe eines Übertragungssignals aus dem Addierer 52 benötigte Zeit bezeichnet das Mass, um welches die Anstiegszeit einer Hüllkurve im Zeilenspeicher k_1 des Hüllkurvenspeichers 15 verzögert wird und zwar bezüglich dem Zeilenspeicher k_0 . In diesem Fall wird die Anstiegszeit um ca. 30 ms verzögert. Wird ein Befehl für Mehrfachspiel gegeben und gibt der ROM 26 einen Anstiegszeitdifferenzbefehl ab, dann werden die Zeilenspeicher des Fd-Speichers 17 nicht sofort mit einem Signal von 1 gespeist, sondern nach einer Verzögerungszeit t . Insbesondere wird, wenn der ROM 26 einen Vierstimmenspielbefehl γ abgibt, ein Signal von 1 in dem Zeilenspeicher k_1 des Fd-Speichers 17 mit einer Verzögerung der Dauer t bezüglich dem Zeitpunkt, bei welchem dieses Signal von 1 in dem Zeilenspeicher k_0 des Fd-Speichers 17 gespeichert wird, gespeichert, im Zeilenspeicher k_2 nach einer Verzögerungszeit von $2t$, im Zeilenspeicher k_3 nach einer Verzögerungszeit von $3t$ usw.

Ausgangssignale von jenen Zeilenspeichern des Hüllkurvenspeichers 15, die betätigt sind, werden in dem Fd-Speicher 17 gespeichert. Ein Ausgangssignal aus dem Fd-Speicher 17 wird an die UND-Gatter 51-7, 51-8 und ein UND-Gatter 54-1 abgegeben, das in der später beschriebenen Summandenabtastschaltung 54 enthalten ist und eine Summandenziffer bestimmt, die zu einer Zeit einem Augent zu addiert wird.

Ein Anhaltaktimpuls $\emptyset A$, der von einem ODER-Gatter 31-93 (Fig. 8E-1, 8E-2) abgegeben wird, wird an einen der Eingangsklemmen des UND-Gatters 8-72 (Fig. 8F-1, 8F-2) abgegeben. Ein Aushallaktimpuls $\emptyset R$, der von einem ODER-Gatter 31-9A abgegeben wird, wird an einen der Eingangsklemmen des UND-Gatters 8-73 angelegt. Das UND-Gatter 8-72 wird ferner mit einem Anhallsignal von 0, das durch einen Inverter 8-74 invertiert wird und einem Ausgangssignal aus einem ODER-Gatter 51-9, das zusammen mit einem Ausgangssignal aus dem später beschriebenen Fe-Speicher 18 abgegeben und durch einen Inverter 8-75 invertiert wird, gespeist.

Ist die Hüllkurve in dem in Fig. 3 gezeigten Anhallzustand und ist eine bestimmte Zeitdauer erforderlich, um irgendeinen anderen Anhallzustand als jenen, der durch das Aushallsignal von 0 dargestellt wird, zu erzeugen, dann gibt das UND-Gatter 8-72 einen Anhaltaktimpuls $\emptyset A$ ab. Die andere Eingangsklemme des UND-Gatters 8-73 wird mit einem Ausgangssignal aus dem ODER-Gatter 51-9 gespeist. Ist die Hüllkurve in dem in Fig. 3 dargestellten Zustand (Aushallzustand), dann gibt das UND-Gatter 8-73 einen Aushallaktimpuls $\emptyset R$ ab. Die Ausgangssignale aus den UND-Gattern 8-72, 8-73 werden zusammen mit einem Ausgangssignal aus dem letzten Zeilenspeicher des Fc-Speichers 16 über ein ODER-Gatter 8-76 an ein ODER-Gatter 51-10 geführt. Ein Ausgangssignal aus dem ODER-Gatter 51-10 wird an eine der Eingangsklemmen jedes der UND-Gatter 51-11, 51-12 abgegeben. Die andere Eingangsklemme des UND-Gatters 51-11 wird mit einem Signal, das die Abtastung einer Endschrittziffer von 63 einer Tonwellenform, die von dem Adressenschrittzähler 42 abgegeben wird, bezeichnet, gespeist. Das UND-Gatter 51-12 wird mit einem Signal, das die gezählte Schrittziffer von 63 bezeichnet und durch einen Inverter 51-13 invertiert wird, gespeist. Ein Ausgang aus einem UND-Gatter 39-12 wird über die UND-Gatter 8-47, 8-67 an den Fc-Speicher 16 zurückgeführt. Der Anhaltaktimpuls $\emptyset A$ und der Aushallaktimpuls $\emptyset R$ werden über das UND-Gatter 51-7 in Synchronisation mit einem Signal abgegeben, das die Endadressschrittzahl einer Tonwellenform nur an denjenigen Linienspeicher des Fd-Speichers 17 lässt, der durch die im Fd-Speicher 17 gespeicherten Daten spezifiziert ist. Der Fe-

Speicher 18 speichert den Anhall- oder Aushallabschnitt der Hüllkurve von Fig. 3. Steigt die Hüllkurve an, wird der Fe-Speicher 18 mit einem Signal von 1 gespeist. Fällt die Hüllkurve ab, wird der Fe-Speicher 18 mit einem Signal von 0 gespeist. Während dem anfänglichen Anstieg der Hüllkurve wird in dem Fe-Speicher 18 ein Signal von 0 gespeichert. Ein Ausgangssignal aus dem Fe-Speicher 18 wird über das ODER-Gatter 51-9 und den Inverter 51-14 an das UND-Gatter 51-8, 51-15 angelegt. Während des Anstiegs der Hüllkurve wird ein Anhaltaktimpuls $\emptyset A$ aus dem UND-Gatter 51-7 dem Addierer 42 als ein Signal zugeführt, das eine Addition von +1 befiehlt, und zwar über das UND-Gatter 51-15 und ODER-Gatter 51-6. Der Addierer 52 kann maximal auf 15 zählen (durch einen Binärcode ausgedrückt bedeutet dies 1111). Ein 4-Bit-Zählstandausgangssignal aus dem Addierer 52 wird im Hüllkurvenspeicher 15 gespeichert und zwar durch Zirkulierung durch den Speicher 15 und die UND-Gatter 8-43 bis 8-46 und 8-63 bis 8-66. Ein 4-Bit-Ausgangssignal aus dem Hüllkurvenspeicher wird über die Hüllkurvenwertabtastschaltung 53 den entsprechenden Eingangsklemmen der Summandenabtastschaltung 54 und dem Addierer 52 und auch dem Komparator 47 zugeführt. Ein 4-Bit-Ausgangssignal aus dem Hüllkurvenspeicher 15 wird ferner den Invertoren 53-1 bis 53-4 der Abtastschaltung 53 zugeführt. Diese Abtastschaltung 53 tastet die Zählstände von 15 und 0 ab. Sind im Maximum fünfzehn Anhaltaktimpulse $\emptyset A$ während dem aufsteigenden Teil der Hüllkurve gezählt, dann veranlasst ein Signal, das die maximale Anzahl darstellt, dass ein Aushallsignal von 1 in den Fe-Speicher 18 über das ODER-Gatter 51-9 und die UND-Gatter 4-49, 8-68 eingelesen wird. Zu dieser Zeit stoppt der Inverter 51-4 die Abgabe eines Ausgangssignals, welches die Erzeugung eines Anhaltaktimpulses $\emptyset A$ aus dem Inverter 51-15 unterdrückt. Wird der Fe-Speicher 18 mit einem Signal von 1 gespeist, empfängt der Addierer 52 einen Subtraktionsbefehl. Demzufolge wird ein Aushallaktimpuls $\emptyset R$ von dem UND-Gatter 8-73 abgegeben. Der Aushallaktimpuls $\emptyset R$ wird über die ODER-Gatter 8-76, 51-10, UND-Gatter 51-11, 51-7, 51-16 und das ODER-Gatter 51-6 an den Addierer 52 abgegeben. Somit wird die Hüllkurve von Fig. 3 in einen Zustand gebracht, in welchem die Subtraktion vom maximalen Hüllkurvenwert von 15 beginnt. Das UND-Gatter 51-16 wird durch ein Ausgangssignal aus dem Inverter 51-17, wenn der Aushallzustand von 1 abgetastet wird, gesperrt. Das UND-Gatter 51-8 wird auch mit einem Anhallbefehl, der den Schritt 0 bestimmt (Fig. 8E-1, 8E-2) gespeist. Da ein Anhallbefehl, der den Schritt 0 bestimmt, bedeutet, dass der Anhallzustand der Hüllkurve nicht sogleich benötigt ist, bewirkt ein Ausgangssignal aus dem UND-Gatter 51-8, dass der Addierer 55 für die Zählung einer Maximalziffer von 15 gesetzt wird, und dass in der Folge die Hüllkurve sofort in den Aushallzustand zu bringen ist.

Der Vergleich 47 führt einen Vergleich durch zwischen den Binärcodes, die die 4-Bit eines Ausgangssignals aus dem Hüllkurvenspeicher 15 darstellen und den Binärcode, die die mittleren 4-Bits eines Ausgangssignals aus dem Adressenspeicher 13 nämlich die Bits mit den Gewichten 2, 4, 8 bzw. 16 bezeichnen. Der Komparator 47 gibt ein Signal ab, das die Koinzidenz zwischen den Binärcodes der Signale, die die vordere Hälfte der Schrittnummern (0 bis 31) bezeichnen und ein Signal, das die Koinzidenz zwischen den Binärcodes der Signale, die die hintere Hälfte der Schrittziffern (32 bis 63) bezeichnen und ferner ein Signal, das die Nicht-Koinzidenz zwischen den Binärcodes der Signale, die die vordere Hälfte der Schrittzahlen bezeichnen und auch ein Signal, das die Nicht-Koinzidenz zwischen den Binärcodes der Signale, welche die hintere Hälfte der Schrittziffern bezeichnet, bevor ein Ausgangssignal, das die vorher erwähnte Koinzidenz darstellt, abgegeben wird. Wie aus der Vergleichstabelle 11

ersichtlich ist, tritt jedesmal wenn ein Hüllkurvenwert, der durch ein Ausgangssignal aus dem Hüllkurvenspeicher 15 dargestellt ist, ändert, die entsprechende Änderung im Vergleichszustand auf, um die Koinzidenz zwischen den Binär-codes eines 4-Bit Ausgangssignals aus dem Hüllkurvenspeicher 15 und den Binär-codes der abgegebenen Adressenschrittziffern-Bit-Signale aus dem Adressenspeicher 13 mit den Gewichten 2, 4, 8 und 16 zu bestimmen sowie auch im Nicht-

Koinzidenz-Zustand zwischen den Binär-codes von Signalen, die die vordere Hälfte der Schrittziffern bezeichnen, sowie im nicht-koinzidenten Zustand zwischen den Binär-codes von Signalen, die die letztere Hälfte der Schrittziffern darstellen. Die Wellenformen von Fig. 4 enthalten somit den Tonvolumenwechsel in der Richtung von d bis a mit Bezug auf den Anhallzustand der Hüllkurve und in Richtung von a bis d mit Bezug auf den Aushallzustand der Hüllkurve.

Tabelle 11

Hüllkurvenwertzähler (15)	Adressenspeicher (13)										
Hüllkurvenwert	1	2	4	8	gezählte Schrittziffer	1	2	4	8	16	32
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0 (1)
1	1	0	0	0	2	0	1	0	0	0	0 (1)
2	0	1	0	0	4	0	0	1	0	0	0 (1)
3	1	1	0	0	6	0	1	1	0	0	0 (1)
4	0	0	1	0	8	0	0	0	1	0	0 (1)
5	1	0	1	0	10	0	1	0	1	0	0 (1)
6	0	1	1	0	12	0	0	1	1	0	0 (1)
7	1	1	1	0	14	0	1	1	1	0	0 (1)
8	0	0	0	1	16	0	0	0	0	1	0 (1)
9	1	0	0	1	18	0	1	0	0	1	0 (1)
10	0	1	0	1	20	0	0	1	0	1	0 (1)
11	1	1	0	1	22	0	1	1	0	1	0 (1)
12	0	0	1	1	24	0	0	0	1	1	0 (1)
13	1	0	1	1	26	0	1	0	1	1	0 (1)
14	0	1	1	1	28	0	0	1	1	1	0 (1)
15	1	1	1	1	30	0	1	1	1	1	0 (1)

Es wird auf die Fig. 8E-1, 8E-2 Bezug genommen. Es werden Befehle für eine feststehende Tonwellenform, Dreieck-tonwellenform und Rechtecktonwellenform einer der Eingangsklemmen jedes der entsprechenden UND-Gatters 50-1 bis 50-3 der zusätzlichen Steuerschaltung 50 (Fig. 8F-1, 8F-2) zugeführt. Die andere Eingangsklemme der UND-Gatter 50-1 bis 50-3 werden entsprechend mit einem Ausgangsbefehl, der die Oktavenart aus dem Dekoder 38-1 bestimmt und durch

den Inverter 50-4 invertiert wird, gespeist. Die Ausgangssignale aus den UND-Gattern 50-1 bis 50-3 und die durch die entsprechenden Inverter 50-5 bis 50-7 invertierten Ausgangssignale werden an die Wellenform-Matrixschaltung 50-8 angelegt. Die Tonwellenformkombinationen in der Matrixschaltung 50-8 ergeben fünf Wellenformarten (Fig. 4). Diese Kombination wird auf der Basis der Daten, die in der nachstehenden Tabelle 12 abgegeben werden, ausgeführt.

Tabelle 12

Wellenformbezeichnung	Adressenzähler- status	0	Nichtkoinzidenz in der vorderen Schrittzahlhälfte	Koinzidenz	30	Nichtkoinzidenz in der hinteren Schrittzahlhälfte
Sägezahn	fließend		+ 1	– E		
	feststehend		+ 1		– E	
Rechteck	fließend	+ E		– E		
	feststehend	+ E			– E	
Dreieck			+ 1			– 1
		Rechteck	Dreieck	fließend dreieckig	feststehend dreieckig	Dreieck

Wenn, wie aus der vorstehenden Tabelle 12 ersichtlich, die fließende Form, z.B. einer Sägezahnwelle, gewählt ist, werden irgendwelche Ziffern der vorderen Schrittzahlhälfte (0 bis 31) in den Zeilenspeicher des Adressenspeichers 13 gespeichert und der Komparator 47 gibt das vorher genannte Nicht-Koinzidenz-Signal ab, worauf eine Addition von + 1 an jedem Adressenschrittsignal ausgeführt wird. Wird die Koinzidenz erzielt, gibt der Komparator einen Befehl – E ab. Somit wird an der in dem Zeilenspeicher des Adressenspeichers gespeicherten Information eine Subtraktion ausgeführt,

wenn diese Koinzidenz erreicht ist. Sind die fünf Ausgangsleitungen der Wellenformbestimmungsschaltung 50-8 selektiv in der ODER-Form verbunden, dann wird z.B. ein E-Signal an einer Ausgangsleitung 50-9, ein 1-Signal an der Ausgangsleitung 50-10 und ein Subtraktionsbefehl an der Ausgangsleitung 50-11 abgegeben. Das Zeichen E bezeichnet einen Hüllkurvenwert, der im Hüllkurvenspeicher 15 gespeichert ist, wenn von den UND-Gattern 49-1, 49-2, 49-4 der Wellenformstevenschaltung 49 Ausgangssignale abgegeben werden. Das E-Signal wird an die UND-Gatter 54-2 bis 54-5 der Summan-

denbestimmungsschaltung 54 abgegeben. Das 1-Signal wird an ein UND-Gatter 54-6 und der Subtraktionsbefehl an einen Addierer 55 (Fig. 8G) zur Zählung der Ausgangswellen und auch an einen 4-Bit Binär-Auf-Ab-Zähler 56-1 (Fig. 8G) abgegeben.

Ein 4-Parallel-Bit-Ausgangssignal aus dem Hüllkurvenspeicher 15 wird an die Gatter 54-2 bis 54-5 abgegeben. Die Ausgangssignale aus den UND-Gattern 54-2 bis 54-5 werden an die Eingangsklemmen B₁, B₂, B₃, B₄ eines Addierers 55 (Fig. 8G) abgegeben. Ein Ausgangssignal von dem UND-Gatter 54-6 wird an die Eingangsklemme B₀ des Addierers 55 geführt.

Ein die siebente Oktave bestimmender Befehl, der von dem Dekoder 38-1 (Fig. 8D-1, 8D-2) abgegeben wird, unterdrückt die Ausgabe eines Ausgangssignals aus den UND-Gattern 50-1, 50-2, 50-3 der Additionsteuerschaltung 50, so dass nur die fließende Form der Sägezahnwelle (Fig. 4) erzeugt wird.

Im folgenden wird nun der Vorgang zur Bestimmung der Perioden der entsprechenden Wellenformen beschrieben. Ein Ausgangssignal aus dem Fb-Speicher 14 (Fig. 8F-1, 8F-2) wird an eine der Eingangsklemmen vom Exklusiv-ODER-Gatter 8-77, 8-78 angelegt. Ein Periodentaktimpuls ØT (Fig. 8E-1, 8E-2) wird an den anderen Eingang des Exklusiv-ODER-Gatters 8-78 angelegt. Ein Ausgangssignal aus diesem Exklusiv-ODER-Gatter 8-78 wird an den anderen Eingang des Exklusiv-ODER-Gatters 8-77 über ein UND-Gatter 8-79, das mit einem Ausgangszählsignal aus dem Adressenschrittzähler 42, welche die letzte Adressenschrittziffer 63 bezeichnet, abgegeben. Ein Ausgangssignal aus dem Exklusiv-ODER-Gatter 8-77 wird an die Eingangsklemme des Fb-Speichers 14 über die UND-Gatter 8-42, 8-62 abgegeben.

Die Periode wird in Übereinstimmung mit einem Vibratobefehl, einem Oktavenwechselbefehl und einer Taktung des Periodentaktimpulses ØT in Synchronisation mit der letzten Adressenziffer 63 einer Tonwellenform des Adressenspeichers 13 verändert. Der Einlesekontakt eines Ausgangssignals aus dem UND-Gatter 8-76 zum Zeilenspeicher des Fb-Speichers 14 ändert mit dem Ausgangszählstandsignal 63, das erzeugt wird, wenn der Periodentaktimpuls ØT in ein Null- oder 1-Signal umgewandelt ist.

Ein Ausgangssignal aus dem Addierer 55 in Fig. 8G wird an die entsprechende Eingangsklemme desselben über eine Sperrschaltung 56-2 zurückgeführt. Ausgangssignale aus der Sperrschaltung werden entsprechend an die Eingangsklemme eines D/A-Wandlers 57 abgegeben, welcher die Bit-Signale mit dem Gewicht 1, 2, 4, 8 und 16 empfängt. Der Binärzähler 56-1 führt eine Auf- oder Abzählung entsprechend den Inhalten eines Übertragungssignals aus, das von dem Addierer 55 abgegeben wird und auch entsprechend dem Umstand, ob der Subtraktionsbefehl (Fig. 8F-1, 8F-2) erzeugt oder unterdrückt ist. Ein 4-Bit-Ausgangssignal aus dem Binärzähler 56-1 wird an die Eingangsklemme des D/A-Wandlers 57 angelegt, welche auch mit den Bit-Signalen der Gewichte 32, 64, 128 und 256 gespeist werden. Der Binärzähler 56-1 und die Sperrschaltung 56-2 empfangen ein Signal mit einer Tonhöhentaktimpulsfrequenz, die vom UND-Gatter 46-1 (Fig. 8D-1, 8D-2) abgegeben wird und erzeugt ein Ausgangssignal in Synchronisation mit dem Q-Ausgangssignal einer DFF-Schaltung 56-3, welche mit einer Taktung von einer Mikrosekunde betrieben wird. Ein analoges Ausgangssignal aus dem D/A-Wandler 57 wird über einen Verstärker 58 an einen Lautsprecher 59 abgegeben, welcher einen Ton entsprechender Tonhöhe produziert.

Es wird nun der Vorgang der Erzeugung von Probetönen mit einem elektronischen Musikinstrument beschrieben, das entsprechend dem vorherbeschriebenen Ausführungsbeispiel angeordnet und betrieben wird. Es wird angenommen, dass

vor dem Spielen ein Spieler eine bestimmte Taste, die in der Klangfarbenwähltastatur 32 enthalten ist, betätigt, um die Klangfarbe, die er bevorzugt, auszuwählen. Zu diesem Zweck wird eine Probetonwähltaste 29 betätigt, um den Binärzähler 30 zu veranlassen, ein Ausgangssignal abzugeben. Ein Ausgangssignal aus dem Adressendekoder 33, welcher wahlweise eine bestimmte Taste der Klangfarbenwähltastatur 32 abtastet, bestimmt die entsprechende Adresse des ROM 26. Zu dieser Zeit werden die Bedingungen zur Erzeugung von Signalen geschaffen, die in einem Programm, welches im ROM 26 gespeichert ist, enthalten sind, d.h. die Befehle M bis T und a bis p, q und r, Anhaltaktimpulse ØA, Aushaltaktimpulse ØR, Verzögerungsbestimmungssignale, Wellenformbestimmungssignale, Vibratosignale, Mehrfachspielzeitdifferenzsignale, Mehrfachspielsignale, Tonstufendaten, Oktavendaten usw.

Ein Signal, das die Betätigung einer bestimmten Taste der Tastatur 32 bezeichnet, wird als ein α-Signal von dem UND-Gatter 35 an die ODER-Gatter 7-1, 1-9 (Fig. 8A-1, 8A-2) abgegeben. Demzufolge wird ein Steuersignal K0 von dem UND-Gatter 1-10 abgegeben. Das Steuersignal K0 wird über das ODER-Gatter 22-21 (Fig. 8C-1, 8C-2) an die UND-Gatter 8-2 bis 8-4, 8-11 bis 8-13, 8-69 (Fig. 8D-1, 8D-2) geführt. Ein Ausgangssignal aus dem ODER-Gatter 8-2 wird an die UND-Gatter 8-8 bis 8-10, 8-19 bis 8-22 abgegeben.

Insbesondere werden die aus dem ROM 26 ausgelesenen Tonstufendaten in den Tonstufenwählspeicher 12 eingelesen und zwar über die UND-Gatter 27-1 bis 27-4 und die ODER-Gatter 21-1 bis 21-4. Die aus dem ROM 26 ausgelesenen Oktavendaten werden über die UND-Gatter 28-1 bis 28-3 und die ODER-Gatter 24-1 bis 24-3 dem Oktavenwählspeicher 9 zugeführt. Entsprechend der somit gespeicherten Tonstufendaten und Oktavendaten wird das entsprechende Tonhöhentaktimpulsfrequenzsignal aus dem UND-Gatter 46-1 der Taktimpulssteuerschaltung 46 abgegeben. Die im ROM 26 gespeicherten Steuersignale werden an die entsprechende Kontrollschaltung über die Tonsteuerschaltung 31 angelegt. Basierend auf diesen Steuersignalen werden die durch die Tonhöhentaktimpulsfrequenzsignale dargestellten Töne als Probetöne vom Lautsprecher 59 abgegeben. Der Vorgang zur Erzeugung von Tönen gemäss der Tonsteuersignale, die vom ROM 26 abgegeben werden, wird in der gleichen Weise ausgeführt, wie wenn Töne durch Spieltasten erzeugt werden. Von einer detaillierten Beschreibung dieses Vorgangs wird abgesehen.

Die in der Klangfarbenwähltastatur 32 enthaltenen Tasten werden zunächst gedrückt, um Probetöne zur Wahl der Klangfarbe, welche ein Spieler bevorzugt, zu erzeugen. Nach Durchführung dieser Wahl wird die Probetonwähltaste 29 betätigt, um ein Ausgangssignal aus dem Binärzähler 30 zu unterdrücken. Gleichzeitig werden die UND-Gatter 27-1 bis 27-4 und 28-1 bis 28-3 gesperrt. Demzufolge wird die Oktaveninformation und Tonfolgeinformation nicht mehr aus dem ROM 26 ausgelesen. Der Spieler spielt nun ein Stück durch Betätigung von Spieltasten gemäss jener Klangfarbe, welche durch die vorher genannten dargestellt wurde. Es wird nun angenommen, dass eine Spieltaste der Tonstufe G1 entspricht. Dann werden, wie aus Tabelle 3 ersichtlich, die sich aus der Betätigung der Spieltaste ergebenden Signale an das ODER-Gatter 4-3 weitergeleitet in Synchronisation mit einem Taktsignal t₀, das von dem 84-Bit-Schieberegister 4-1 abgegeben wird. Das Taktsignal t₀ wird an das Schieberegister 4-4 und auch an das UND-Gatter 4-5 abgegeben. Wie in Tabelle 4 dargestellt, wird ein Impulssignal (Fig. 14c) mit einer Weite von 8 Mikrosekunden erzeugt, um die Betätigung einer Spieltaste zu bezeichnen. Dieses Impulssignal wird über das ODER-Gatter 1-9 der Steuerschaltung 1 (Fig. 8B-1, 8B-2) an das UND-Gatter 1-10 abgegeben. Das Schieberegister 1-11

empfangt ein Kd-Signal (Fig. 14e) aus dem UND-Gatter 1-5 über das UND-Gatter 1-8 und das ODER-Gatter 1-15. Das Kd-Signal wird an der Ausgangsklemme p 8 des Schieberegisters 1-11 abgegeben. Wie aus der Beschreibung mit Bezug auf Fig. 15 ersichtlich, wird das an der Ausgangsklemme p 8 des Schieberegisters 1-11 abgegebene Kd-Signal (Fig. 14m) zuerst als ein Steuersignal K0 mit einer Weite von einer Mikrosekunde (Fig. 14n) erzeugt. Ein synchron mit dem Steuersignal K0 von dem UND-Gatter 1-10 abgegebenes Signal bewirkt, dass der erste Zeilenspeicher k0 des Oktavenwählspeichers 9, Tonstufenwählspeichers 12 und Fd-Speichers 17 (Fig. 8F-1, 8F-2) mit einem Eingangssignal in einem vorgeschriebenen Takt gespeist wird. Es wird nun angenommen, dass ein Oktavenbefehl (Fig. 7) den Fall darstellt, wo ein α -Befehl nicht abgegeben wird, um Mehrfachspiel oder eine Oktavenkombination zu bestimmen, aber die Normal-Oktave verwendet wird. Deshalb wird ein Ausgangssignal aus dem UND-Gatter 1-10 (Fig. 8A-1, 8A-2) an das ODER-Gatter 8-1, an jedes der Oktaveneingangsgatter 8-2 bis 8-4 des Oktavenwählspeichers 9 und an jedes der Tonstufeneingangsgatter 8-11 bis 8-14 des Tonstufenwählspeichers angelegt und zwar über das UND-Gatter 22-1, das ODER-Gatter 22-17 und das ODER-Gatter 22-21 der Oktavenkorrekturschaltung 22 (Fig. 8C-1, 8C-2). Ein Ausgangssignal aus dem ODER-Gatter 8-1 wird zu allen der Eingangsgatter 8-8 bis 8-10 des Oktavenwählspeichers 9 (Fig. 8D-1, 8D-2) und auch an alle Eingangsgatter 8-19 bis 8-22 des Tonstufenwählspeichers 12 angelegt. Demzufolge wird eine Zählstandsinformation 100 von dem Oktavenzähler 5-3 (Fig. 8A-1, 8A-2) und eine Zählstandsinformation von 0001, vom Tonstufenzähler 5-1 (Fig. 8A-1, 8A-2), die beide der Betätigung der G1-Taste entsprechen, wenn ein Signal aus dem UND-Gatter 1-10 (Fig. 8A-1, 8A-2) in Synchronisation mit dem Steuersignal k0 erzeugt wird, als eine Tonhöheninformation dem Addierer 25 und der Tonfolgekorrekturschaltung 19 zugeleitet (Fig. 8C-1, 8C-2). Da in diesem Fall weder Oktaven für das Mehrfachspiel bestimmt sind noch irgendeine Korrektur durch die Oktavenkorrekturschaltung und die Tonfolgekorrekturschaltung 19 vorgenommen wird, wird die vorstehend genannte Oktaveninformation 100, die aus dem Oktavenzähler 5-3 erhalten wird, in den ersten Zeilenspeicher K0 des Oktavenspeichers 9 über den Addierer 25, die UND-Gatter 8-2 bis 8-4, die ODER-Gatter 8-5 bis 8-7 und die UND-Gatter 8-9 bis 8-10 gespeichert. Die vom Tonstufenzähler 5-1 abgegebene Tonstufeninformation 0001 wird über die UND-Gatter 19-6 bis 19-9, die ODER-Gatter 19-26 bis 29, die UND-Gatter 20-1 bis 20-4 und die ODER-Gatter 21-1 bis 21-4 und ferner wie in den Fig. 8D-1, 8D-2 dargestellt, über die UND-Gatter 8-11 bis 8-11, die ODER-Gatter 8-15 bis 8-18 und die UND-Gatter 8-19 bis 8-22 an den ersten Zeilenspeicher K0 des Tonfolgespeichers 12 angelegt. Wenn ein Signal von dem UND-Gatter 1-10 (Fig. 8A-1, 8A-2) abgegeben wird, wird das in Fig. 14 dargestellte und aus dem Schieberegister 13 ausgelesene Steuersignal K1 über das ODER-Gatter 1-15 an das Schieberegister 1-2 angelegt. In diesem Fall wird das UND-Gatter 1-6 durch ein Signal, das die Betätigung einer Spieltaste bezeichnet und durch den Inverter 1-11 invertiert wird, gesperrt. Demzufolge wird das Signal Kd, das von der Ausgangsklemme p8 des Schieberegisters 1-11 abgegeben wird, nicht zurückgeführt. Wie in Fig. 14f dargestellt, wird deshalb ein Taktsignal abgegeben, um den zweiten Zeilenspeicher k1 des Tonstufenwählspeichers 12 zu bestimmen mit einem Verzug von einer Mikrosekunde auf dem Zeitpunkt, bei dem ein Taktsignal gegeben wird, um den ersten Zeilenspeicher k0 des Tonfolgespeichers 12 zu bestimmen. Das vorstehend genannte Signal Kd wird in dem zweiten Zeilenspeicher k1 gespeichert. Ein nach Betätigung der Spieltaste G1 (Fig. 8B-1, 8B-2) von dem ODER-Gatter 4-3 abgegebenes Taktsignal

wird durch die Verzögerungsschaltung 7-2 (Fig. 8A-1, 8A-2) um 8 Mikrosekunden verzögert, um die durch den Zähler 7-4 zur Abtastung, ob eine Spieltaste betätigt wurde, gezählte Information zu löschen und auch den S-R-Flip-Flop 7-3 zurückzustellen. Demzufolge wird ein Signal, das die Betätigung einer Spieltaste bezeichnet am Q-Ausgang des Flip-Flop 7-3 abgegeben. Dieses Signal wird über das ODER-Gatter 7-5 an die UND-Gatter 8-50 bis 8-68 angelegt, die dazu verwendet werden, die Einspeisung eines Eingangssignals zum Oktavenbitzähler 10, zum Fa-Speicher 11 (beide in Fig. 8D-1, 8D-2), zum Adressenspeicher 13, zum Fb-Speicher 14, zum Hüllkurvenspeicher 15, zum Fc-Speicher 16, zum Fe-Speicher 18 (Fig. 8F-1, 8F-2) zu steuern und an das UND-Gatter 8-48 angelegt, das dazu verwendet wird, die Verschiebung der Daten durch den Fd-Speicher 17 (Fig. 8F) zu steuern. Somit können die Daten durch jeden der vorstehend erwähnten Speicher 10, 11, 13, 15, 16, 17 verschoben werden.

Die Oktavenwählenden 100, die der Spieltaste G1 entspricht und in dem ersten Zeilenspeicher k0 des Oktavenwählspeichers 9 gespeichert ist, wird an der Ausgangsklemme des Dekoders 38-1 als Signal zur Bestimmung der ersten Oktave abgegeben. Wie aus der Tabelle 6 ersichtlich ist, wird das Oktavenwählensignal pro Zyklus (8 μ s) dem Addierer 39-1 als ein Befehl zur Addition von +1 zugeführt. Der Addierer 39-1 erzeugt ein Übertragungssignal für jede Periode von Tflb (256 μ s). Ein von dem Addierer 39-1 (Fig. 8D-1, 8D-2) abgegebenes Übertragungssignal, das als Oktavenreferenztaktsignal mit einer Frequenz von 3906,25 Hz verwendet wird, erzeugt ein Tonhöhentaktsignal (Fig. 20) mit einer Frequenz von Fx1 (48,827 Hz), das von dem UND-Gatter 46-1 (Fig. 8D-1, 8D-2) abzugeben ist, wodurch eine Addition von +1 in dem Addierer 44 (Fig. 8G) durchgeführt wird. Ein das Ergebnis dieser Addition zeigendes Signal wird nacheinander in dem ersten Zeilenspeicher k0 des Adressenspeichers 13 gespeichert als Signal, das eine progressiv erhöhte Zahl der Adressenschritte, die in einer Periode (64 Schritte) einer Tonwellenform enthalten sind, darstellt.

Eine im ersten Zeilenspeicher k0 des Adressenspeichers gespeicherte Adressenschrittzahl einer Tonwellenform wird an den Schrittzähler 42 angelegt. Das UND-Gatter 49-5, das über das ODER-Gatter 49-7 mit einem Signal gespeist wird, das die Abtastung der vorderen Schrittzahlhälfte (0 bis 31) einer Tonwellenform aus dem Ausgang des Inverters 46-2 bezeichnet, gibt ein Signal ab, das die Abtastung der Nicht-Koinzidenz zwischen den Binärcodes, welche die vordere Schrittzahlhälfte, welche von dem Komparator 47 abgegeben wird, bezeichnet. Das Abtastsignal wird über das UND-Gatter 49-5 an die Matrixschaltung 50-8 der Additionssteuerschaltung 50 angelegt. Der ROM 26 (Fig. 8E-1, 8E-2) gibt ein Signal ab, das die fließende Form einer Sägezahnentonwelle festlegt, worauf die Inverter 50-5, 50-6, 50-7 der zusätzlichen Steuerschaltung 50 freigegeben werden, um ein Ausgangssignal von 1 abzugeben. Wenn das UND-Gatter 49-5 ein Ausgangssignal abgibt, wird aus der Matrixschaltung 50-8 ein Signal von +1 abgegeben. Ein Signal von 1 wird an der ODER-Gatter-Ausgangsleitung 50-10 dem UND-Gatter 54-6 zugeführt. Wenn von dem UND-Gatter 49-4 ein Koinzidenzabtastsignal erzeugt wird, so wird von der Matrixschaltung 50-8 ein Signal -E abgegeben. Es wird dann ein Signal E an die ODER-Gatter-Ausgangsleitung 50-9 abgegeben. Ein Subtraktionsignal wird der ODER-Gatter-Ausgangsleitung 50-11 zugeführt. Das Signal E1 wird den UND-Gattern 54-2 bis 54-5 zugeführt. Das Minus-Signal wird als ein Subtraktionsbefehl dem Addierer 55 und dem Auf-Ab-Zähler 56-1 (Fig. 8) zugeleitet. Wie aus Fig. 4 und der Beschreibung von Tabelle 12 ersichtlich ist, wird eine Addition von +1 sukzessiv im Addierer 55 in Synchronisation mit einem Ausgangssignal aus dem UND-Gatter 54-1 ausgeführt, bevor der Komparator, der

einen Vergleich zwischen den Binärcoden, der im Adressenspeicher 13 und im Hüllspeicher 15 gespeicherten Information durchführt, ein Koinzidenzabtastsignal erzeugt. Nach Abgabe des Koinzidenzabtastsignals wird der Inhalt des Hüllkurvenspeichers von einem Gesamtadditionsbetrag abgezogen und dadurch die fließende Form einer Sägezahnwellenform einschliesslich des Tonvolumens erzeugt. Die Funktion der Zeilenspeicher jedes der Speicher 9 bis 18 wird einzeln gemäss einer Tonwellenform, einer Hüllkurve und einer Tonhöhe, die im ROM 26 gespeichert ist, gesteuert. Sobald eine Spieltaste losgelassen ist, wird eine Tonhöhe entsprechend dem bestimmten Zeilenspeicher in Übereinstimmung mit der Hüllkurve aufrechterhalten, bis die Hüllkurve vom Anhall-Abschnitt bis zum Ende des Aushall-Abschnittes reduziert ist, bis nämlich das Tonvolumen auf Null abfällt. Ist es erwünscht, einen ausgewählten Klangtyp während eines Stückes, das im ausgewählten Klangtyp gespielt wird, zu ändern, kann ein Klangtypsteuersignal, das vom ROM 26 abgegeben wird, einfach durch Betätigung einer anderen Taste der Klangtypwähltastatur 32 geändert werden, ohne dass die Probetonwähltaste 29 betätigt wird. Im Falle von Zweistimmigkeit wird ein Befehl q vom ROM 26 über den

Inverter 1-19 (Fig. 8A-1, 8A-2) an die Matrixschaltung 1-17 abgegeben. Im Falle von Vierstimmigkeit wird ein Befehl r vom ROM 26 über den Inverter 1-18 (Fig. 8A-1, 8A-2) an die Matrixschaltung 1-17 abgegeben. Als Ergebnis wird ein Befehl zur simultanen Betätigung von zwei oder vier Zeilenspeichern gegeben und jeder Zeilenspeicher wird mit einem Klangtypsteuersignal gespeist.

Beim beschriebenen Ausführungsbeispiel war die Klangfarbenwähltaste als Berührungsschalter ausgebildet, kann jedoch als irgendein anderer Schalter, z.B. ein Druckknopf, ausgebildet sein. Ferner kann die Anzahl der Klangtypwähltasten frei gewählt werden. Es wird vorgezogen, diese Tasten in einer Reihe anzuordnen oder sie mit der gleichen Farbe zu kennzeichnen oder sie in eine leicht unterscheidbare Form für jede Klangfarbe zu bringen, indem sie z.B. als Streichinstrument, Schlaginstrument oder Blasinstrument bezeichnet sind. Es ist auch möglich, die Klangfarbenwähltasten mit Ziffern oder anderen Bezeichnungen zu versehen. Ein Teil der Spiel-tasten 3 kann zugleich als Klangfarbenwähltastatur 32 verwendet werden, indem ein geeigneter Umschalter vorgesehen wird.

FIG. 1A

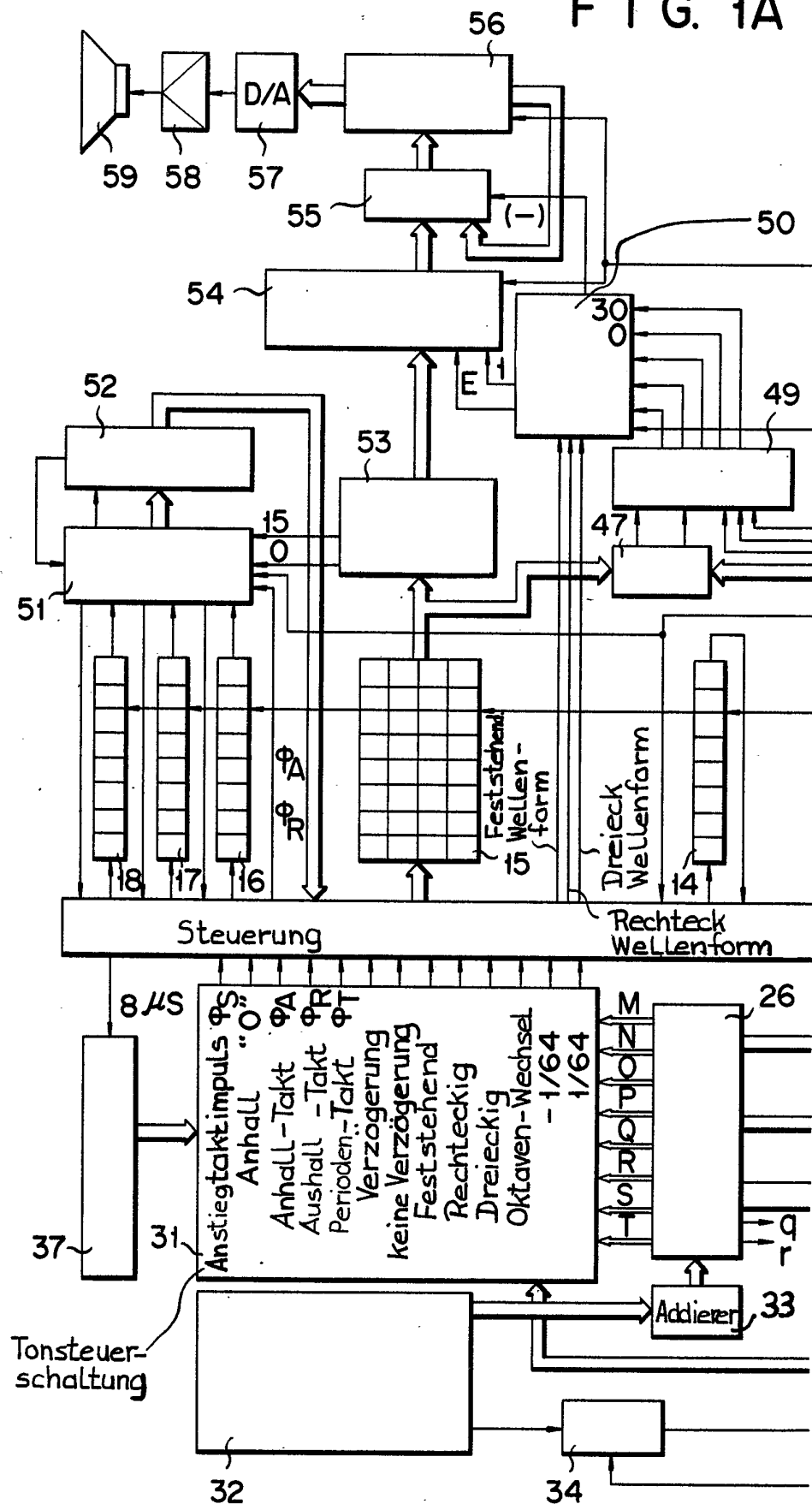


FIG. 1B

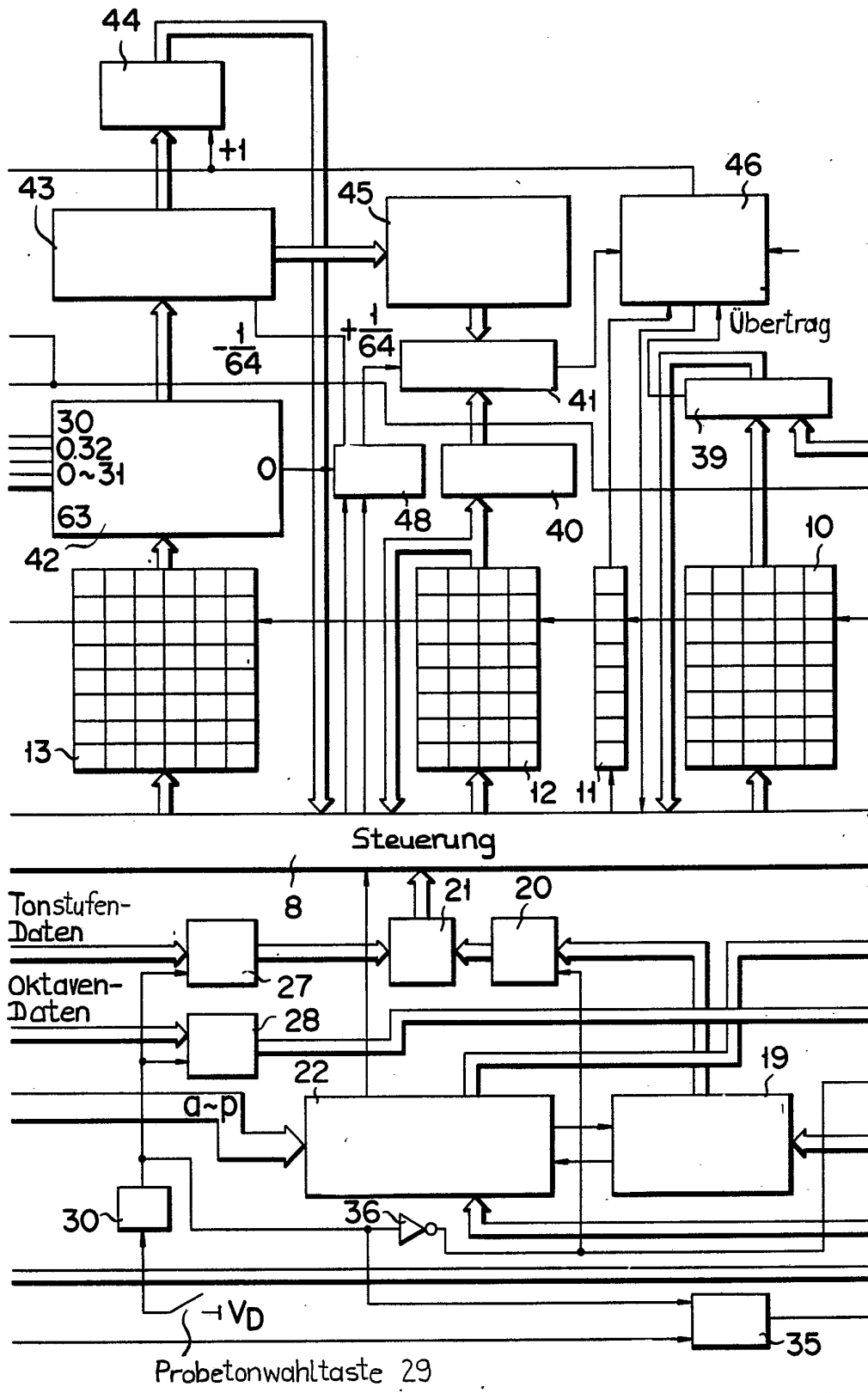
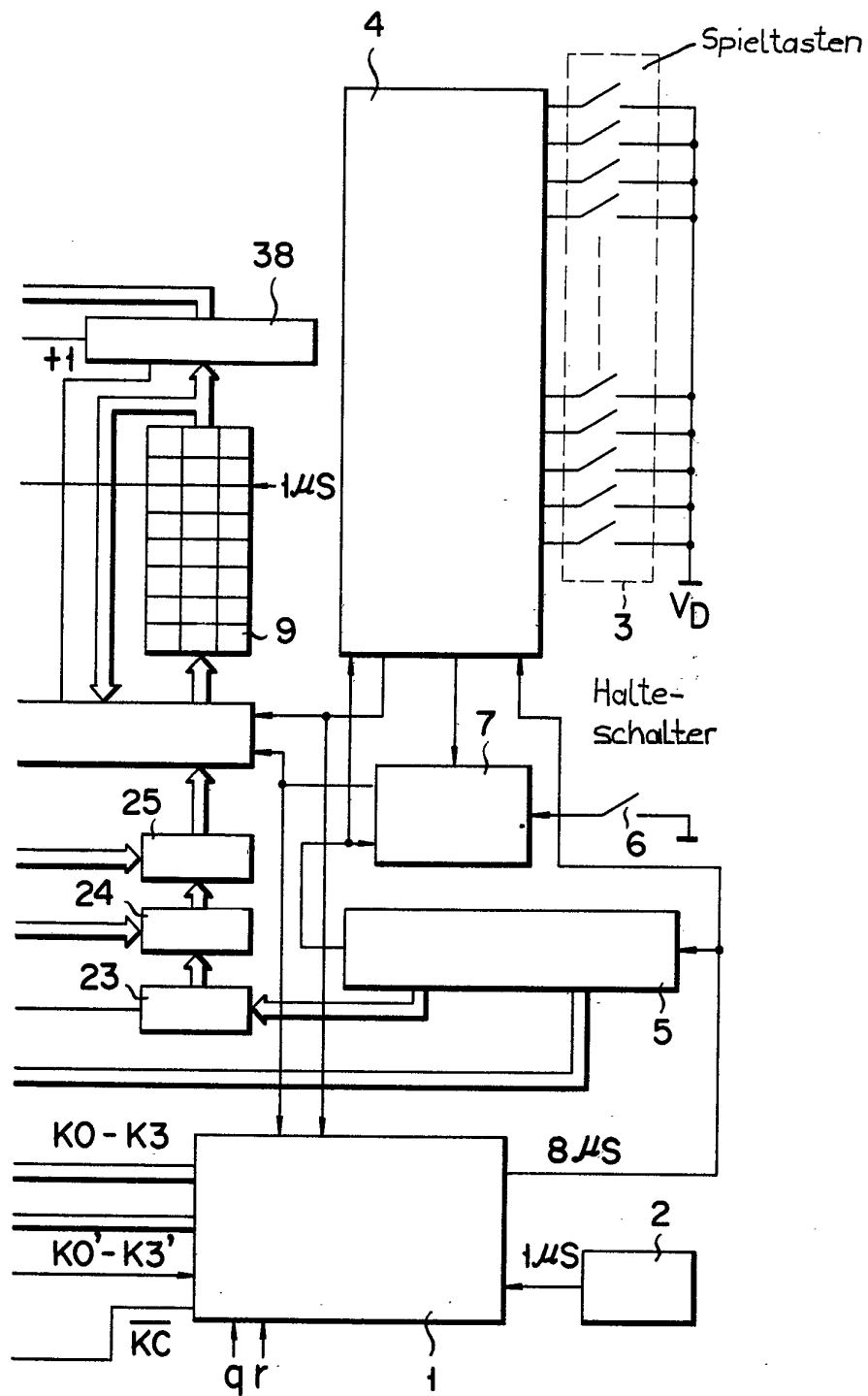


FIG. 1C



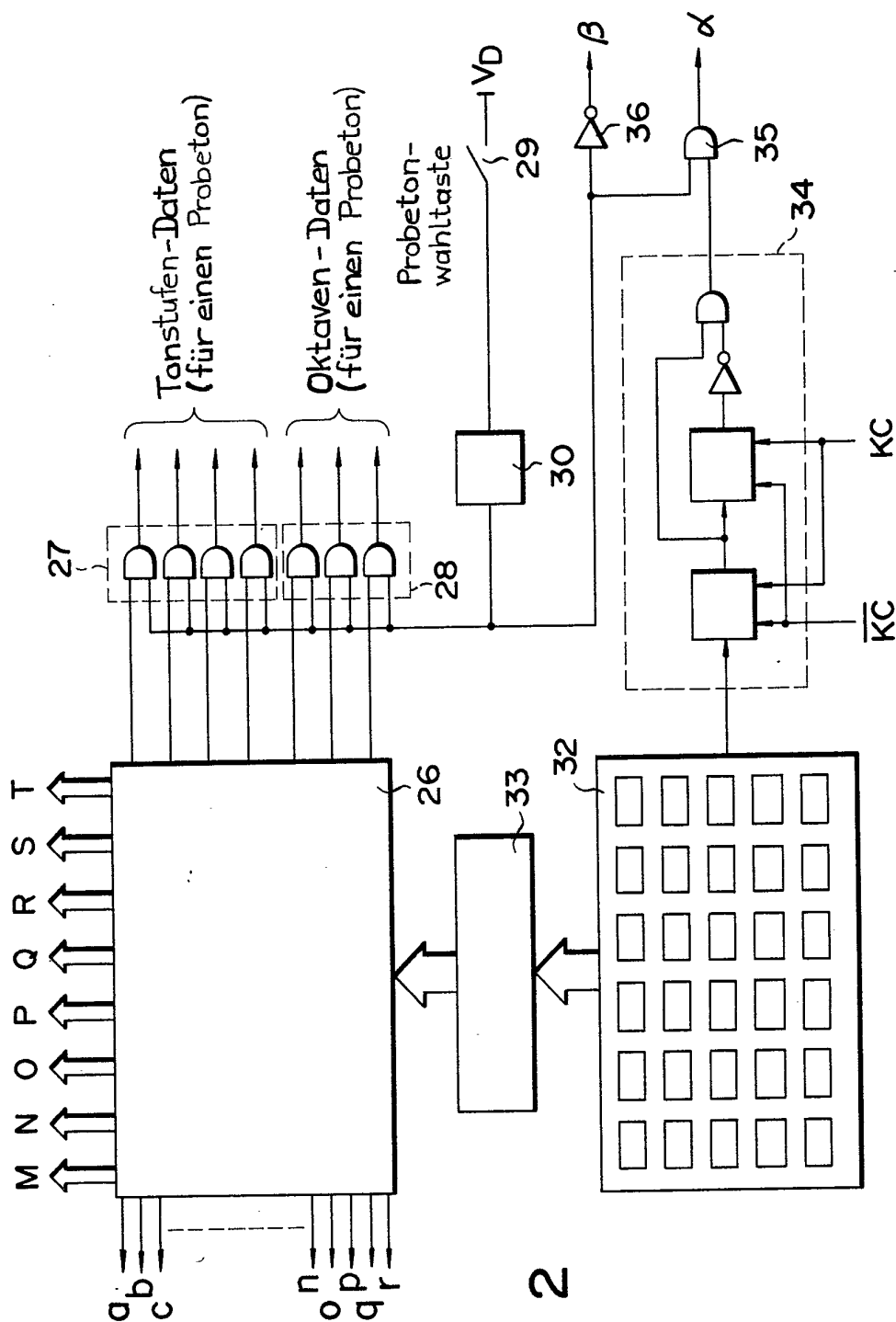


FIG. 2

FIG. 3

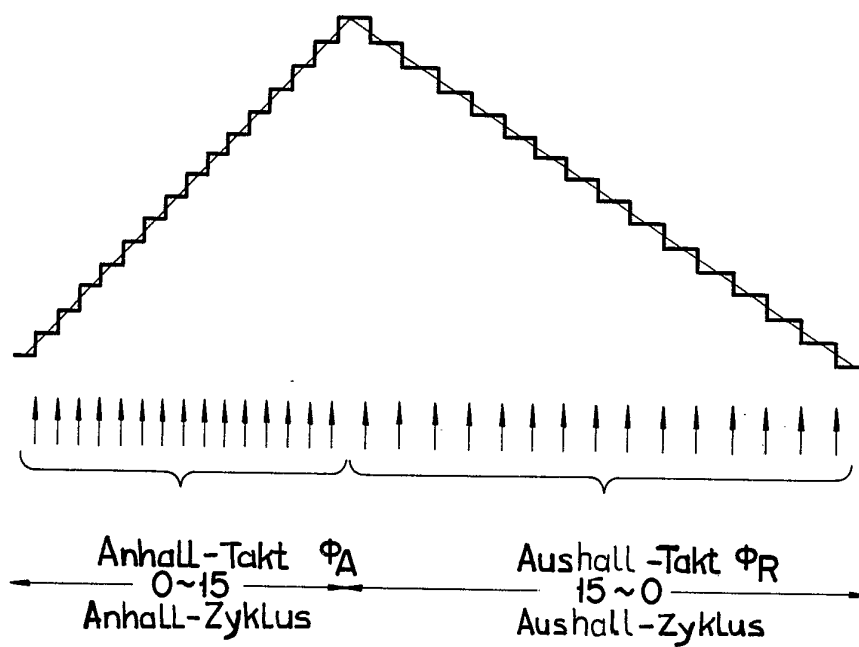
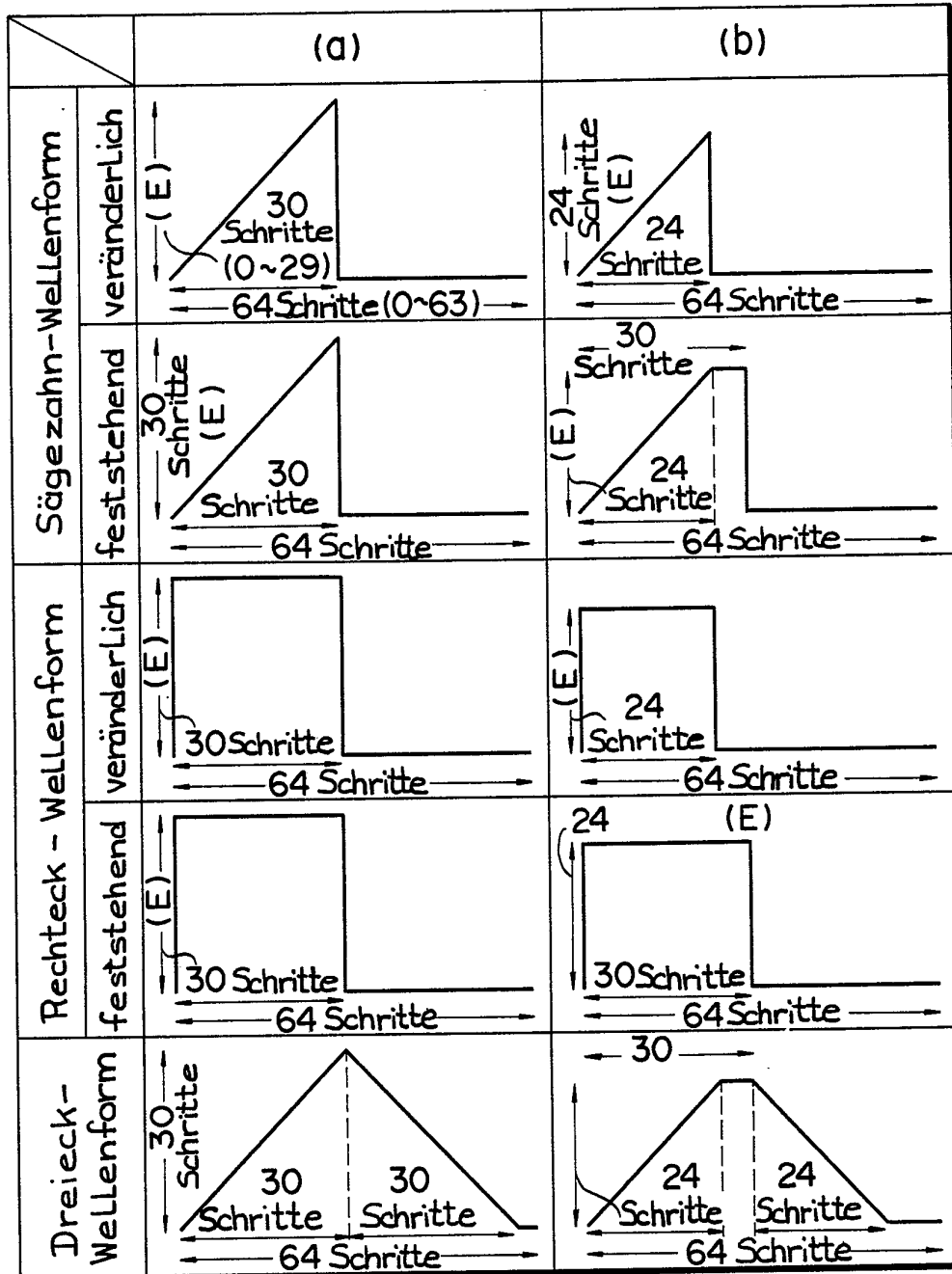
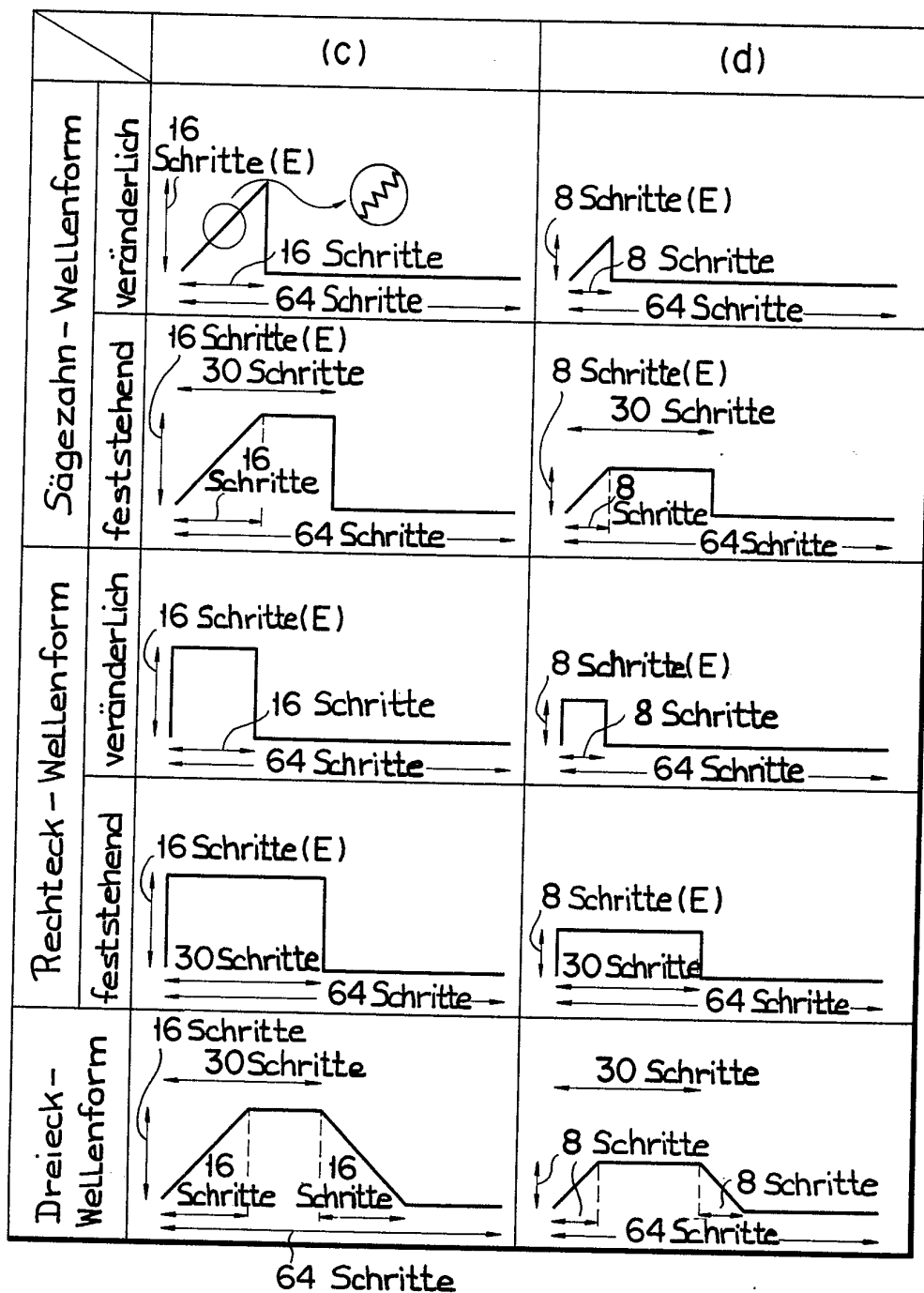
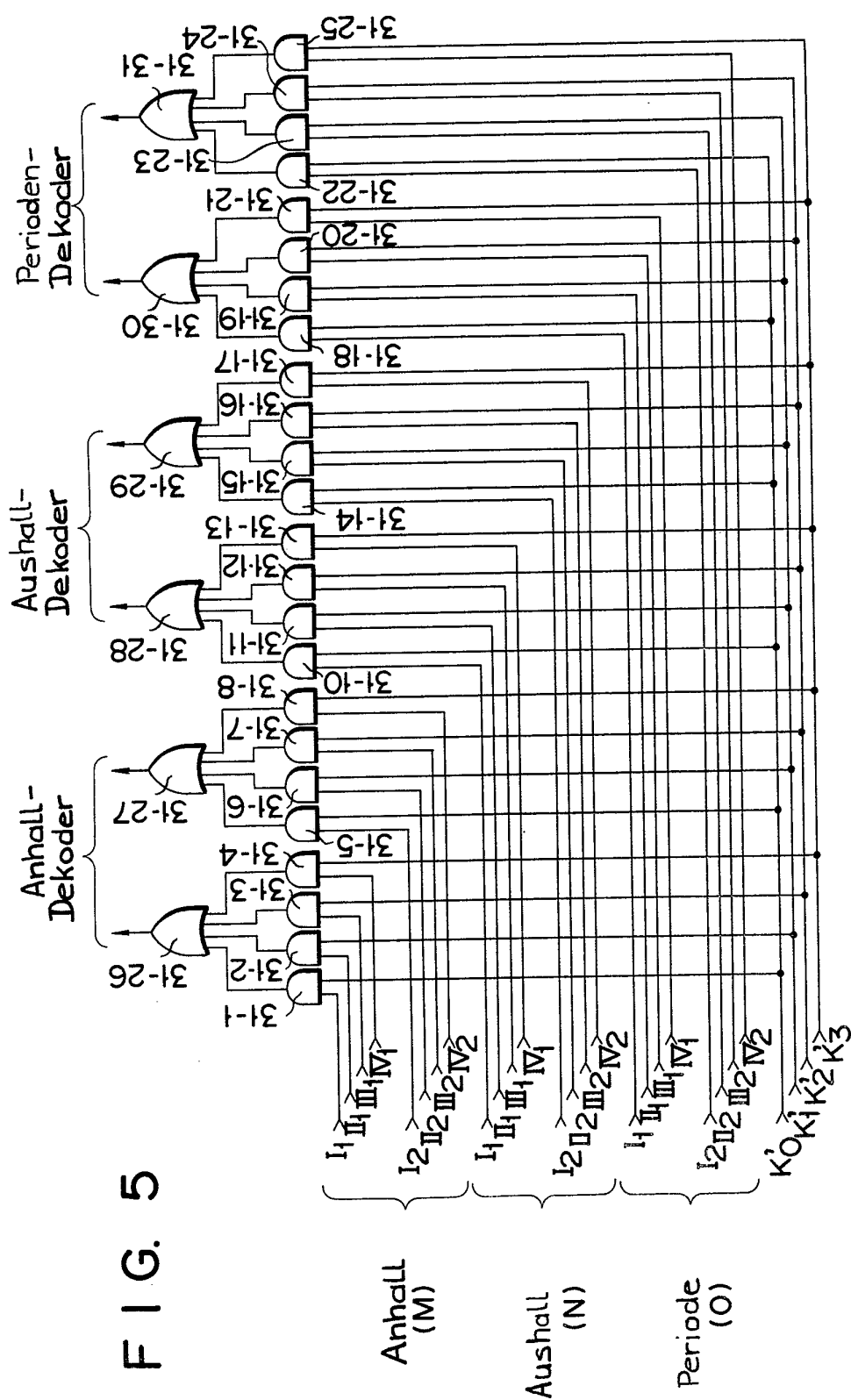


FIG. 4A



F I G. 4 B





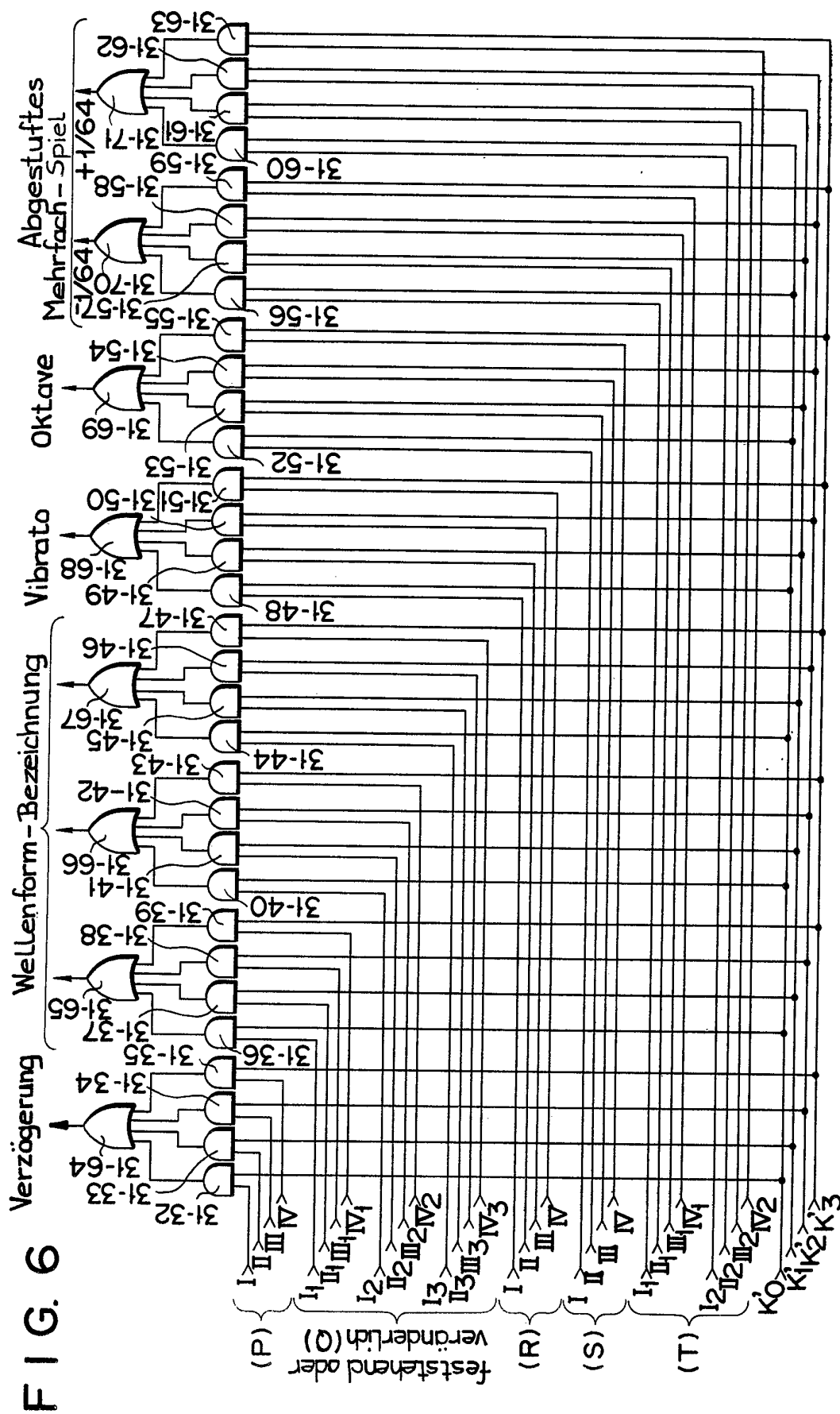
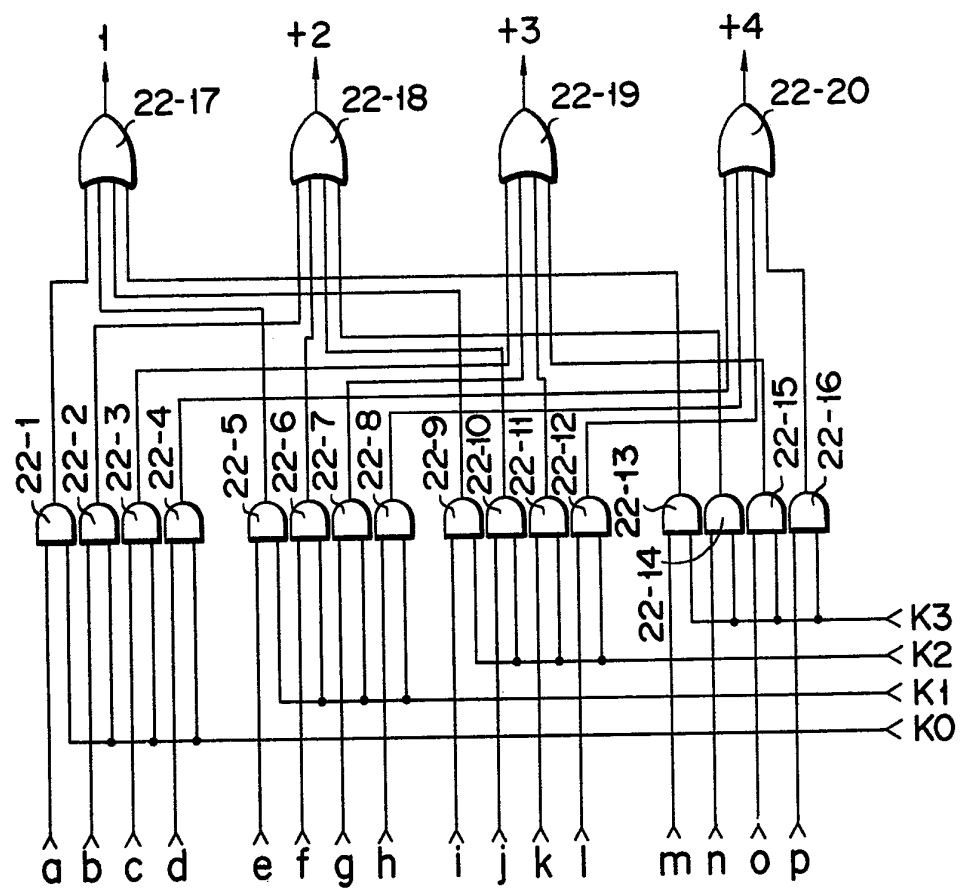
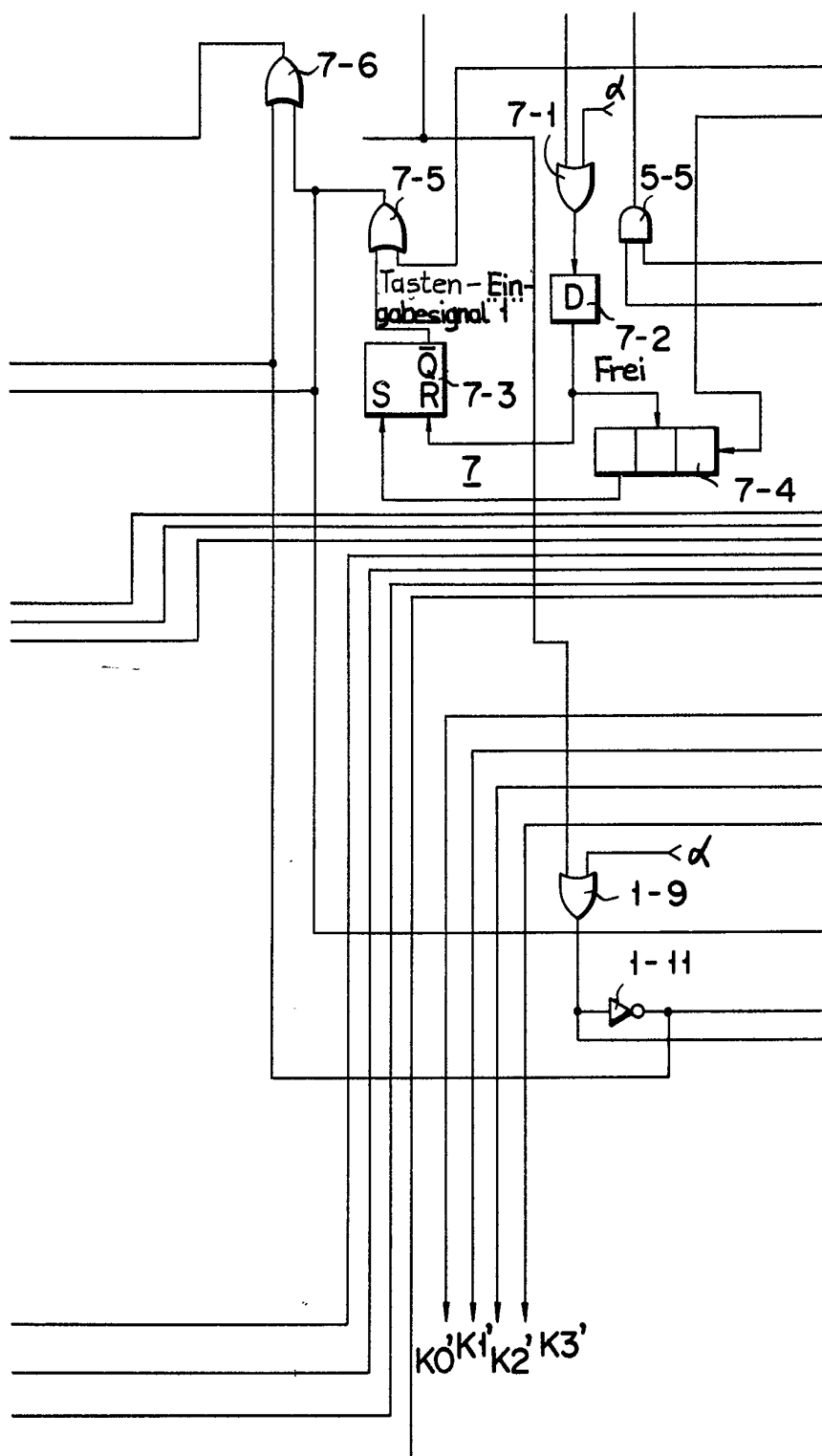


FIG. 7



F I G. 8A-1



F I G. 8A-2

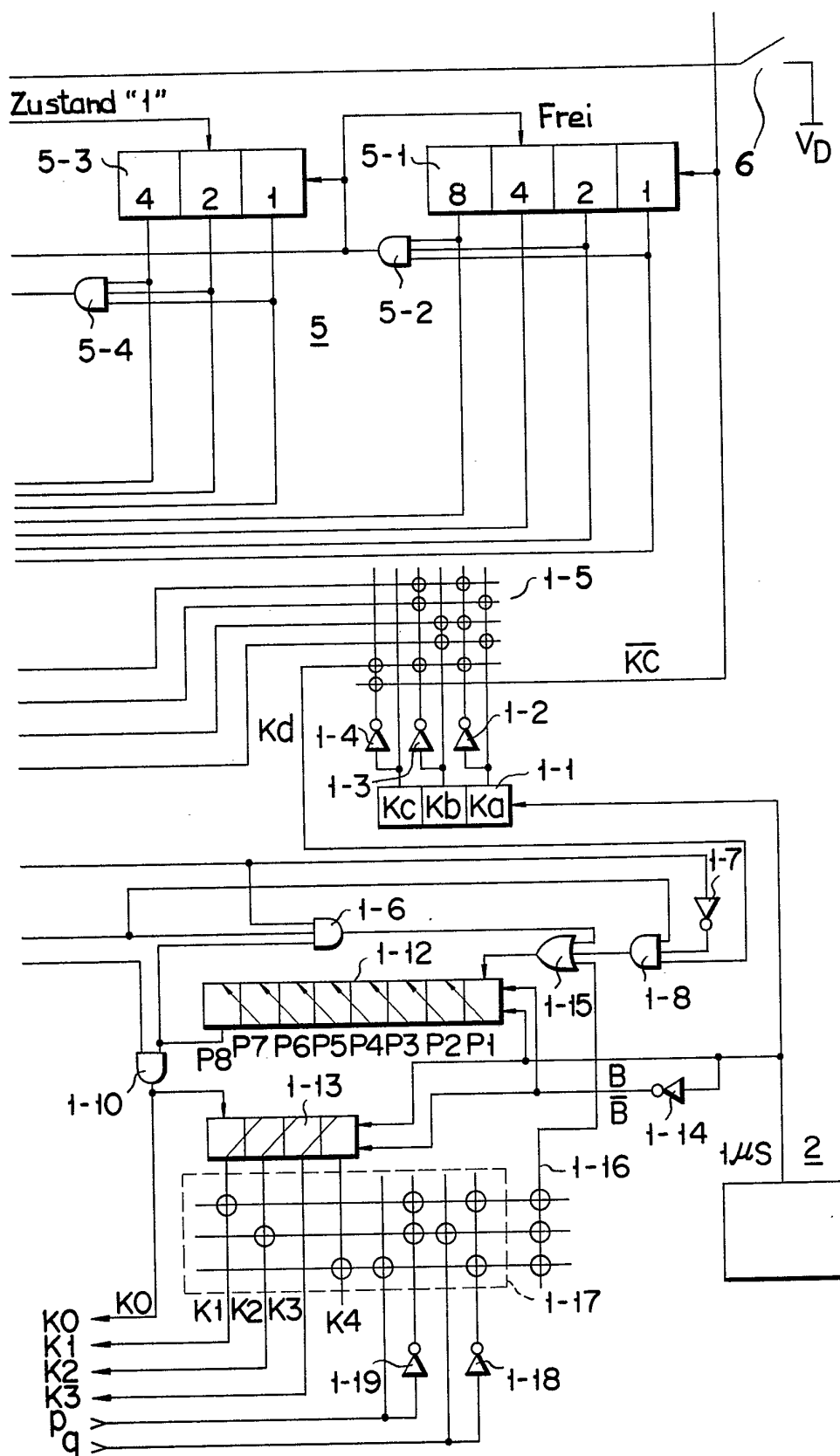
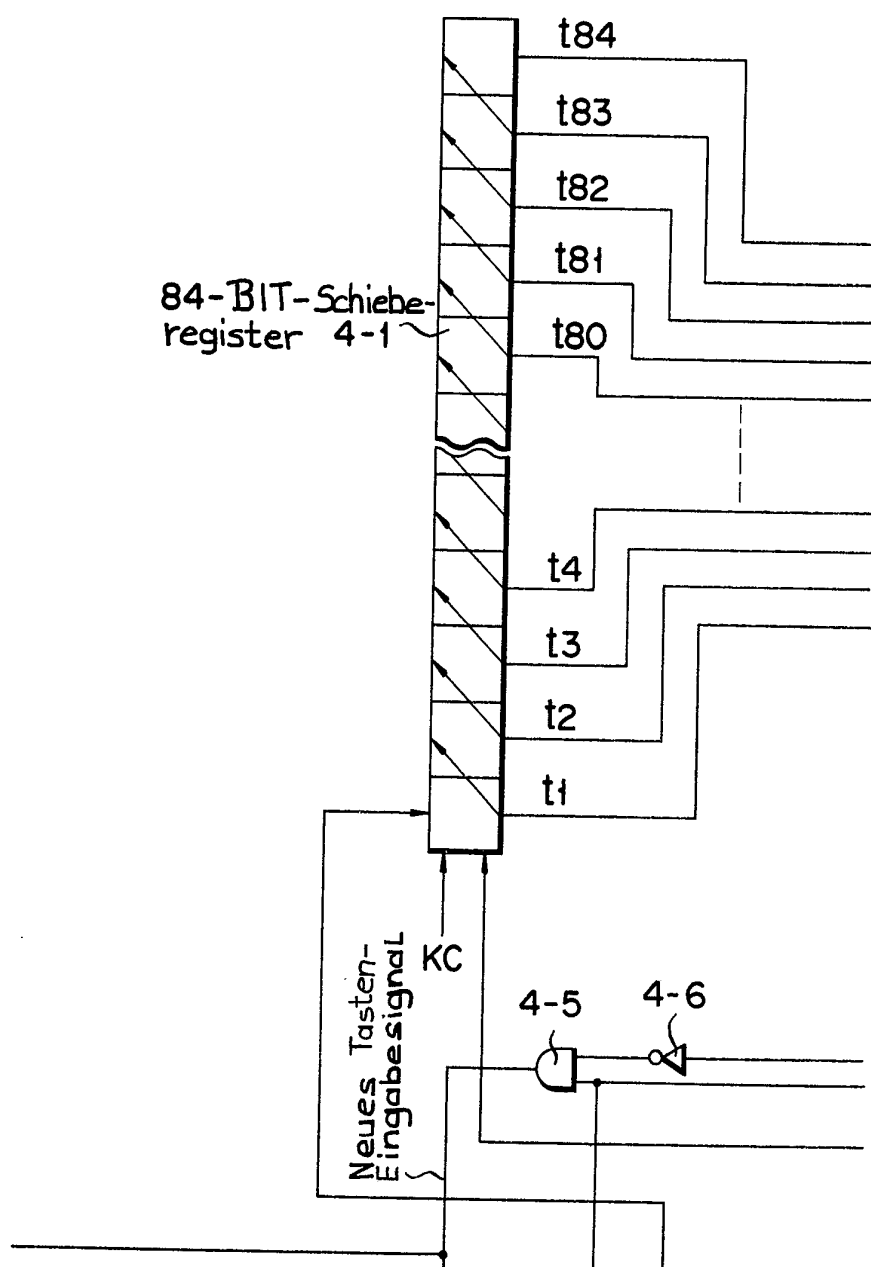
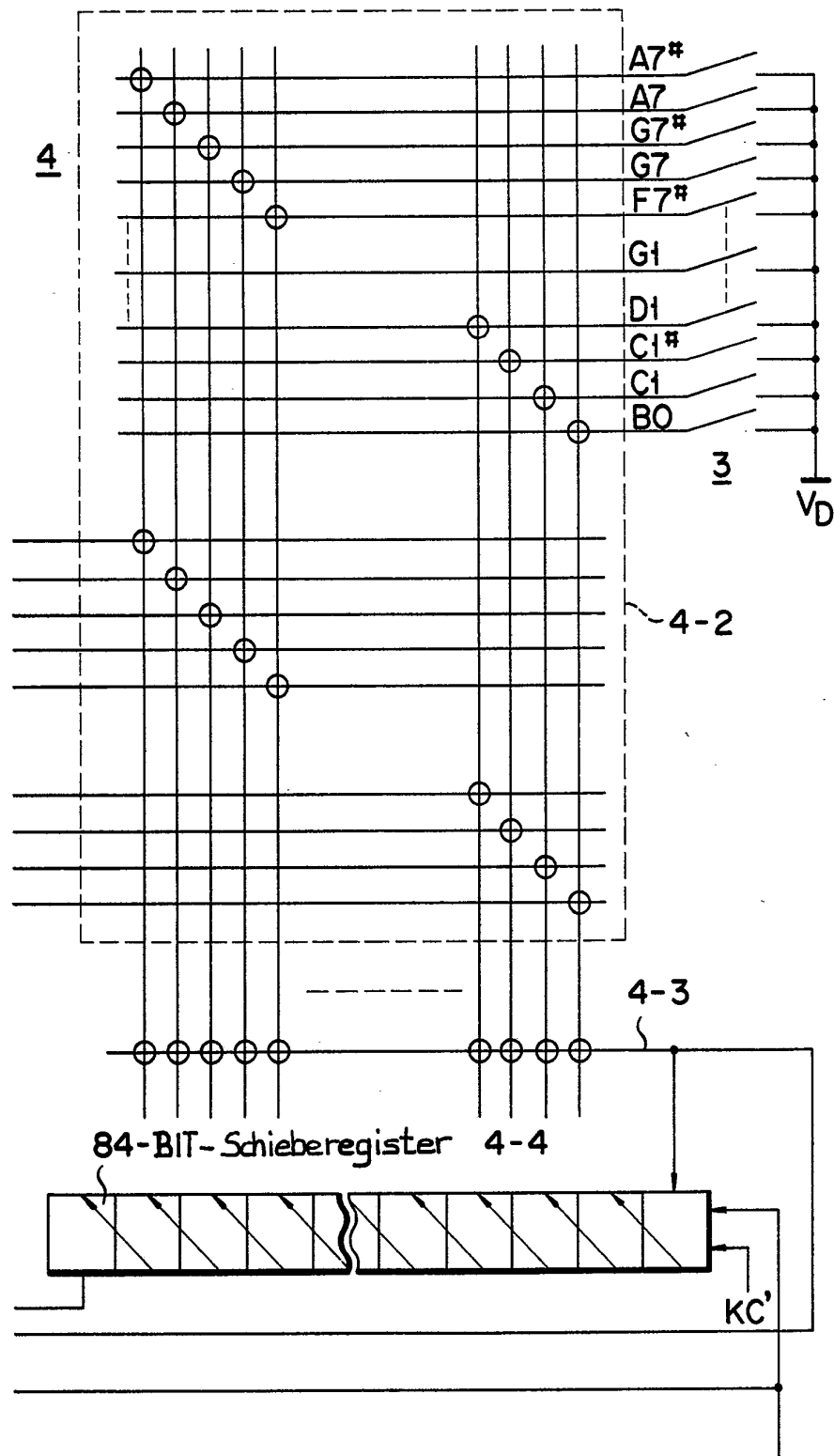


FIG. 8B-1



F I G. 8B-2



F I G. 8C - 1

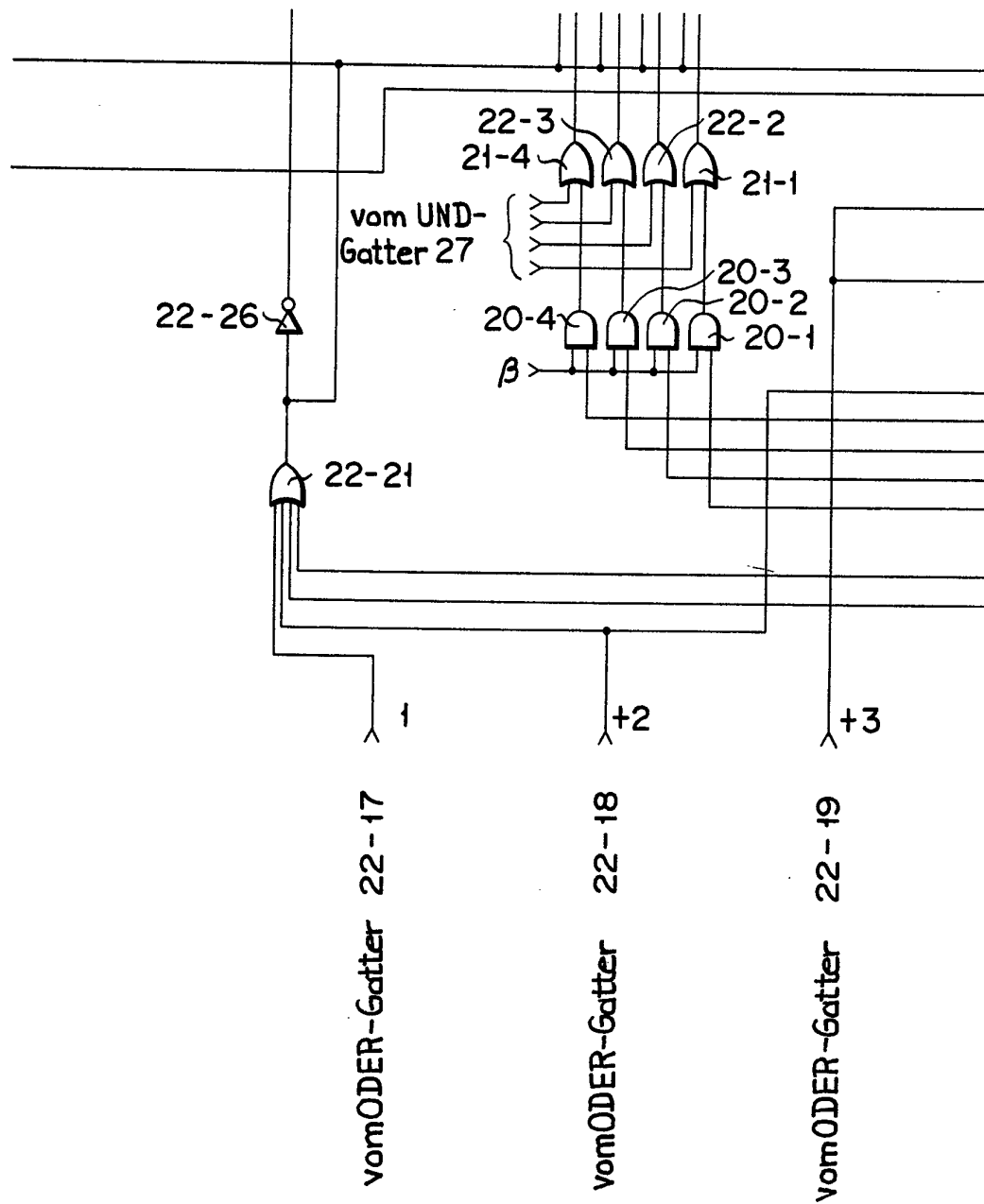
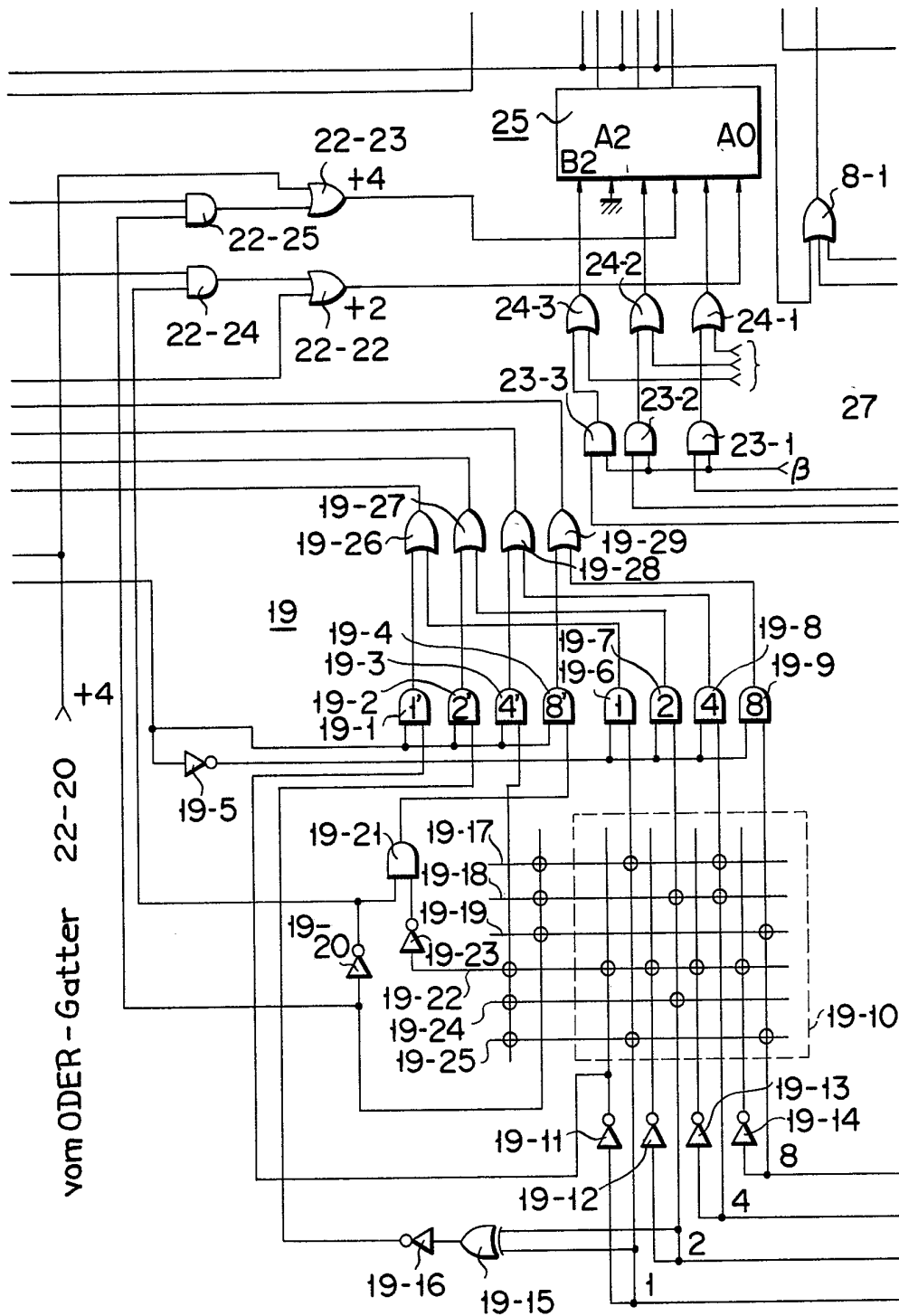


FIG. 8C-2



F I G. 8D-1

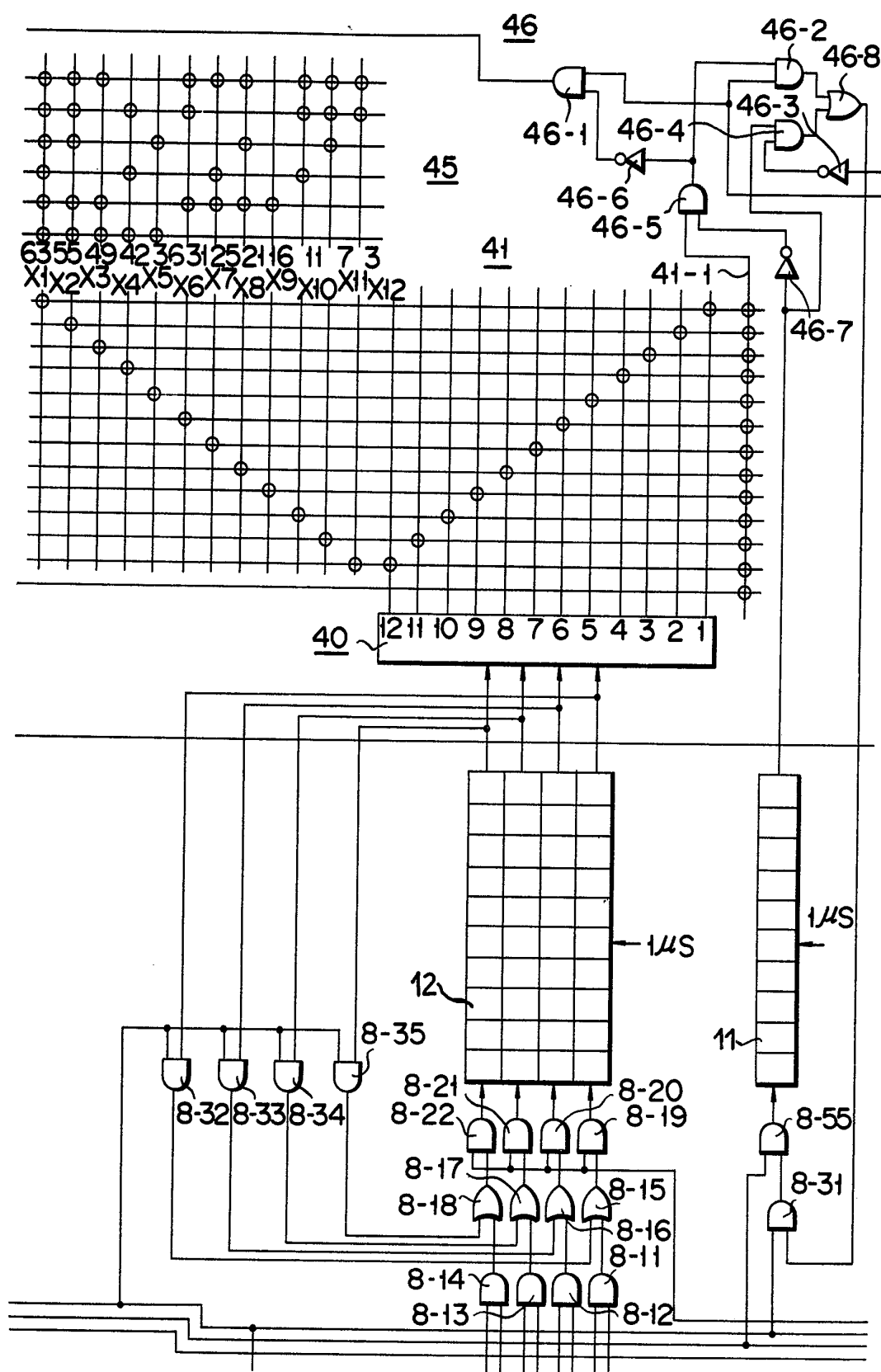
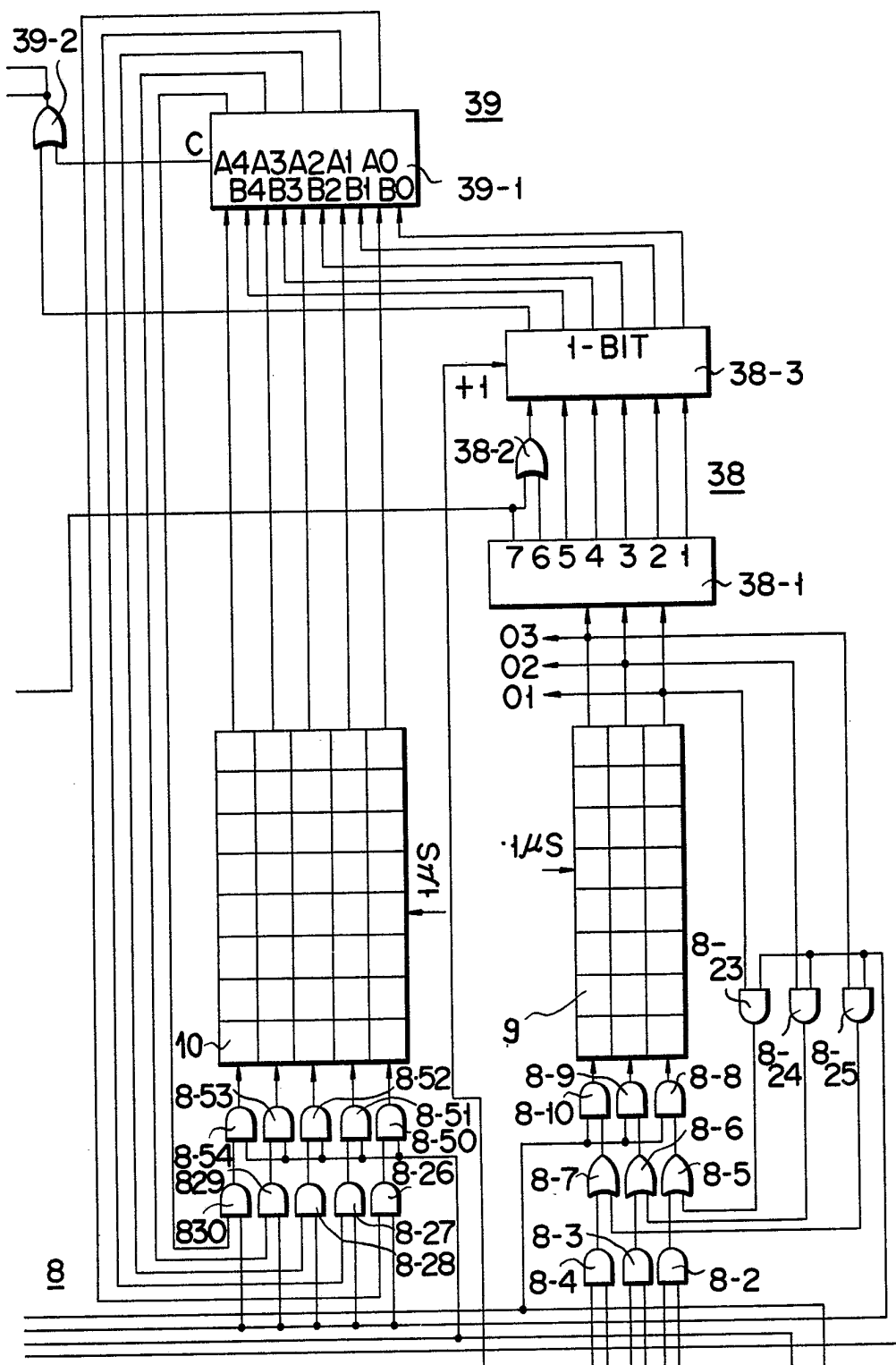
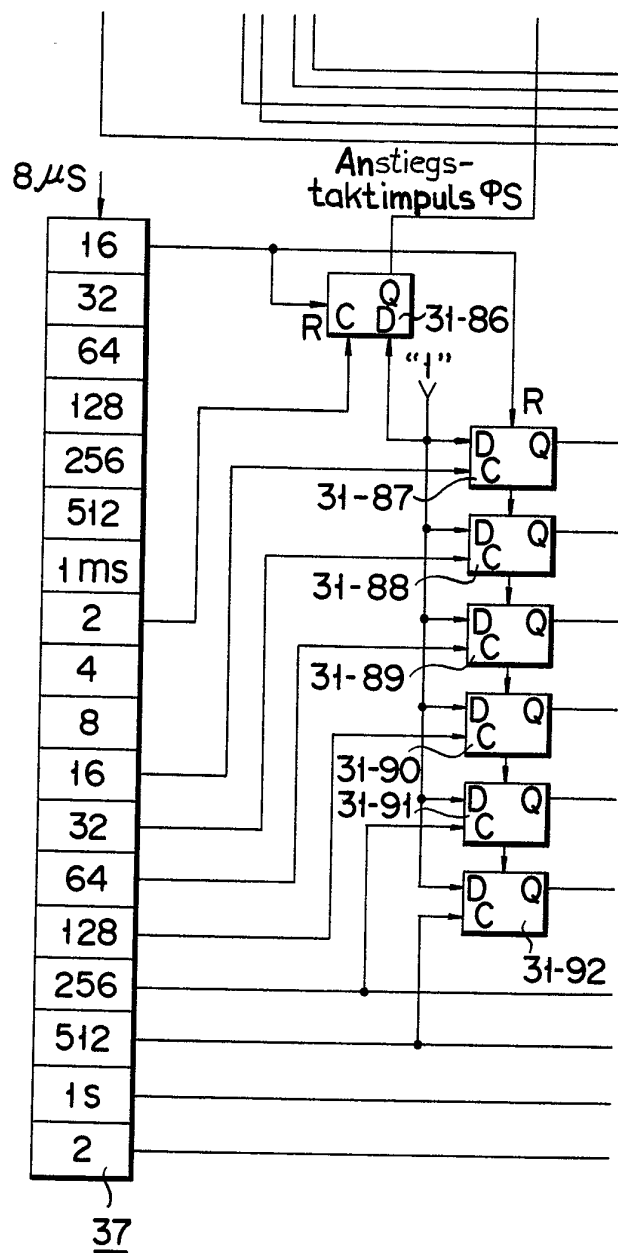


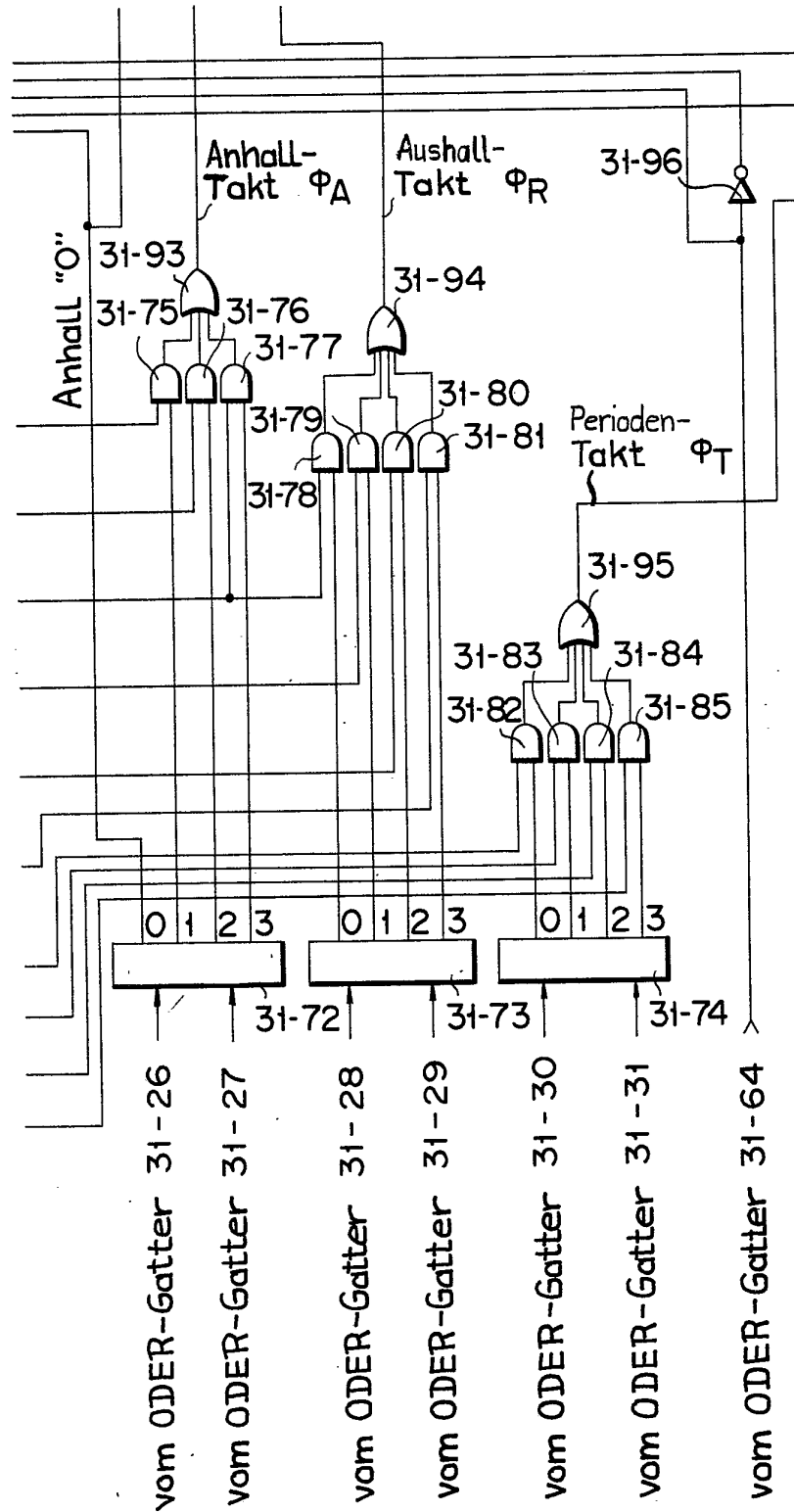
FIG. 8D-2



F I G. 8E-1



F I G. 8E-2



F I G. 8E-3

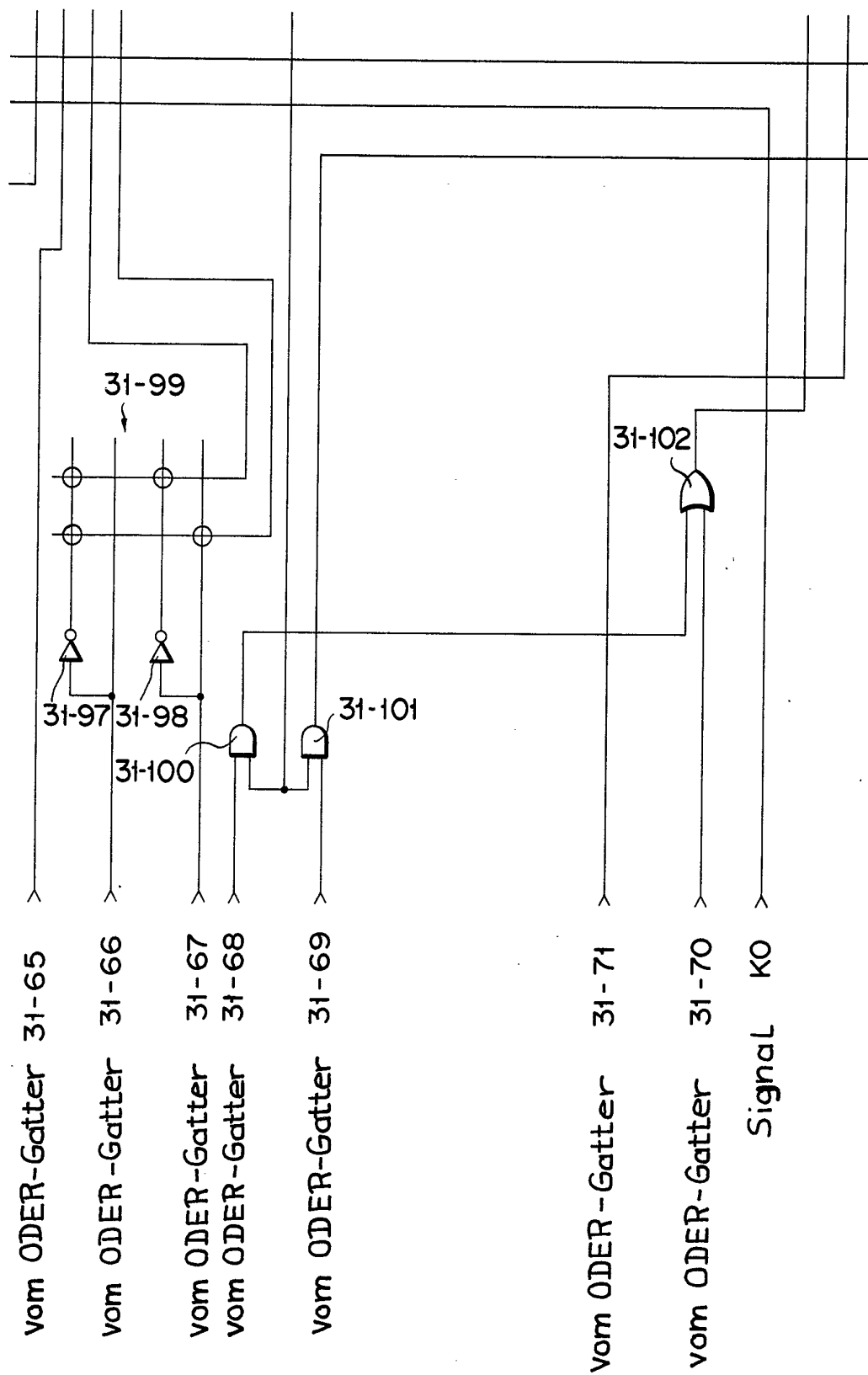


FIG. 8F-1

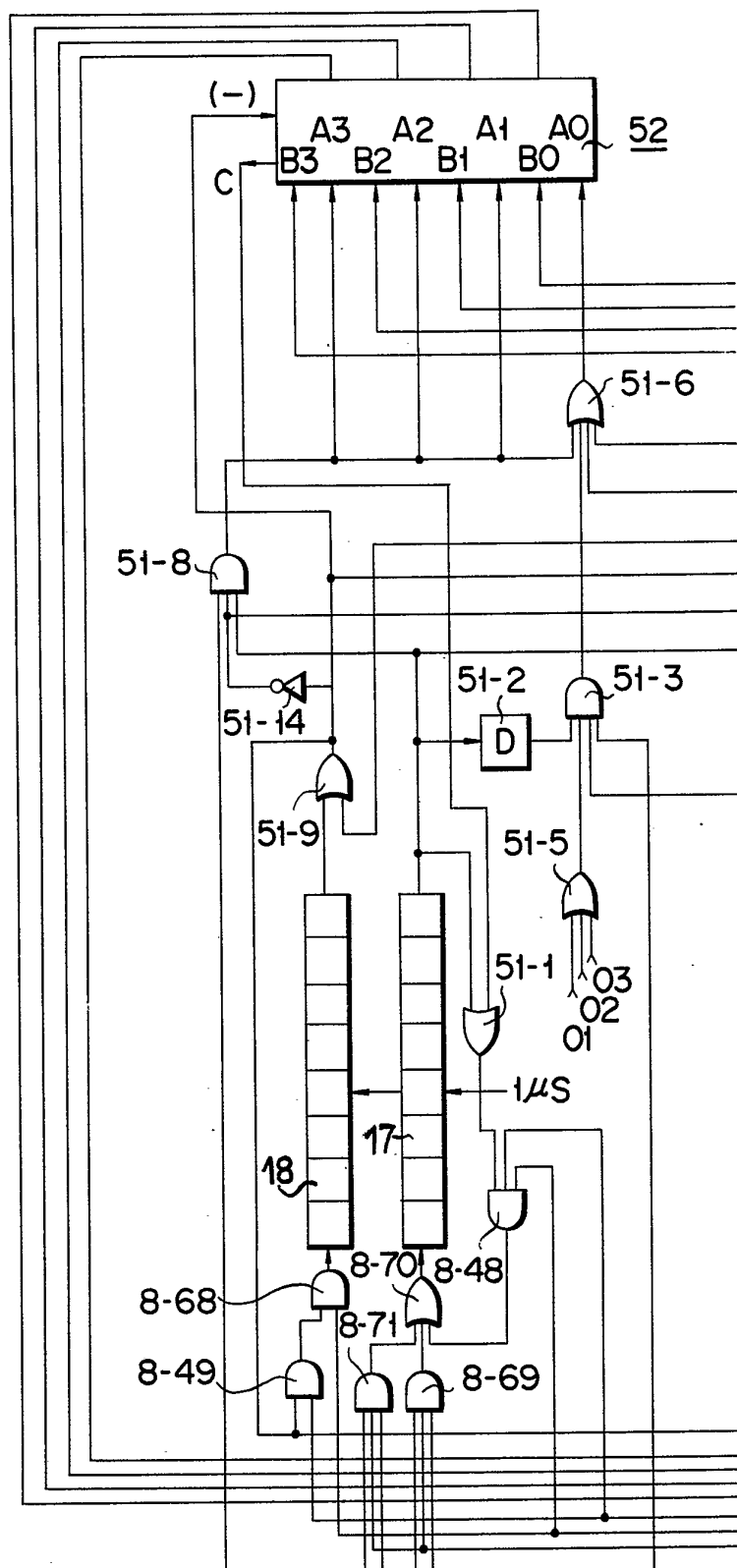


FIG. 8F-2

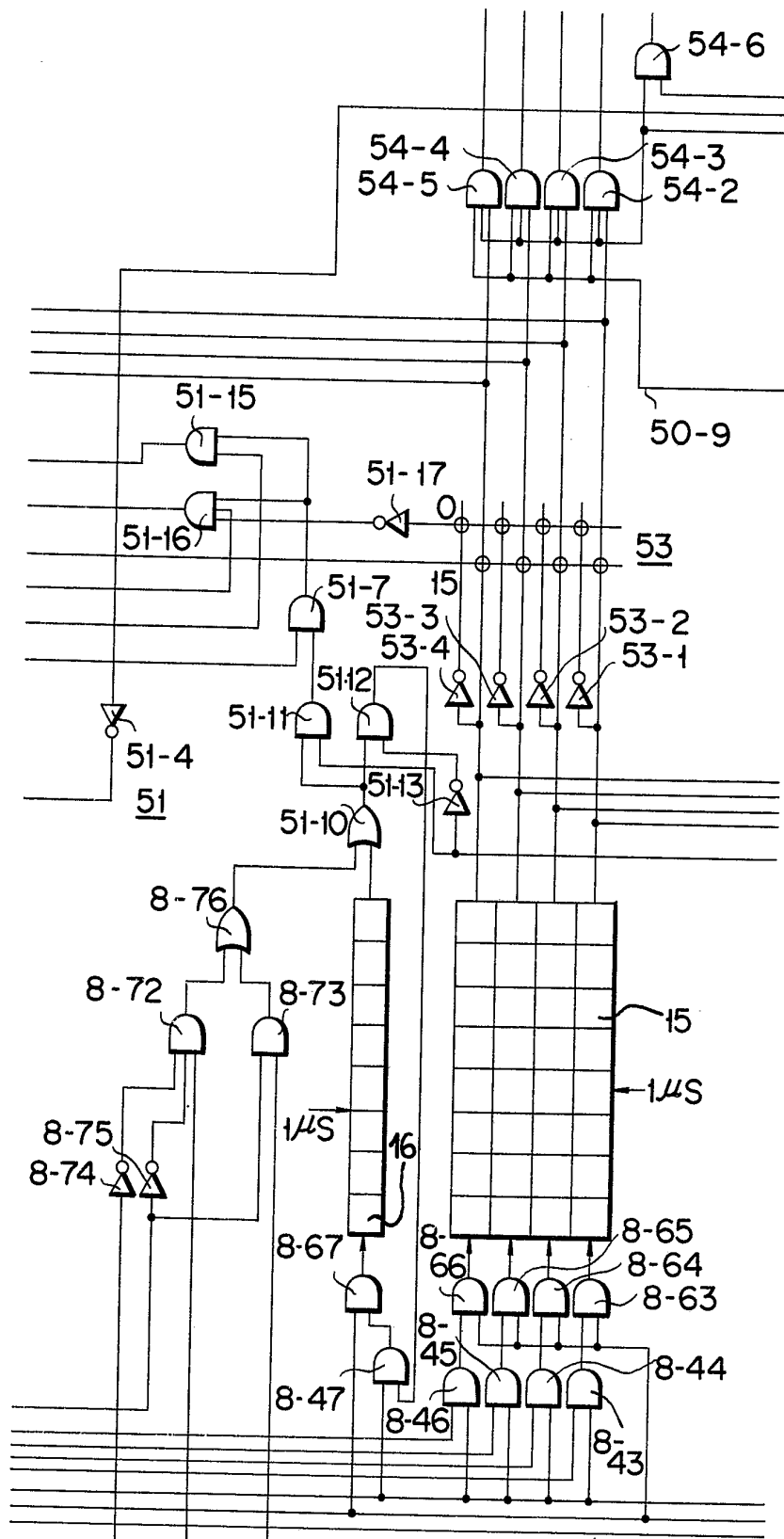


FIG. 8F-3

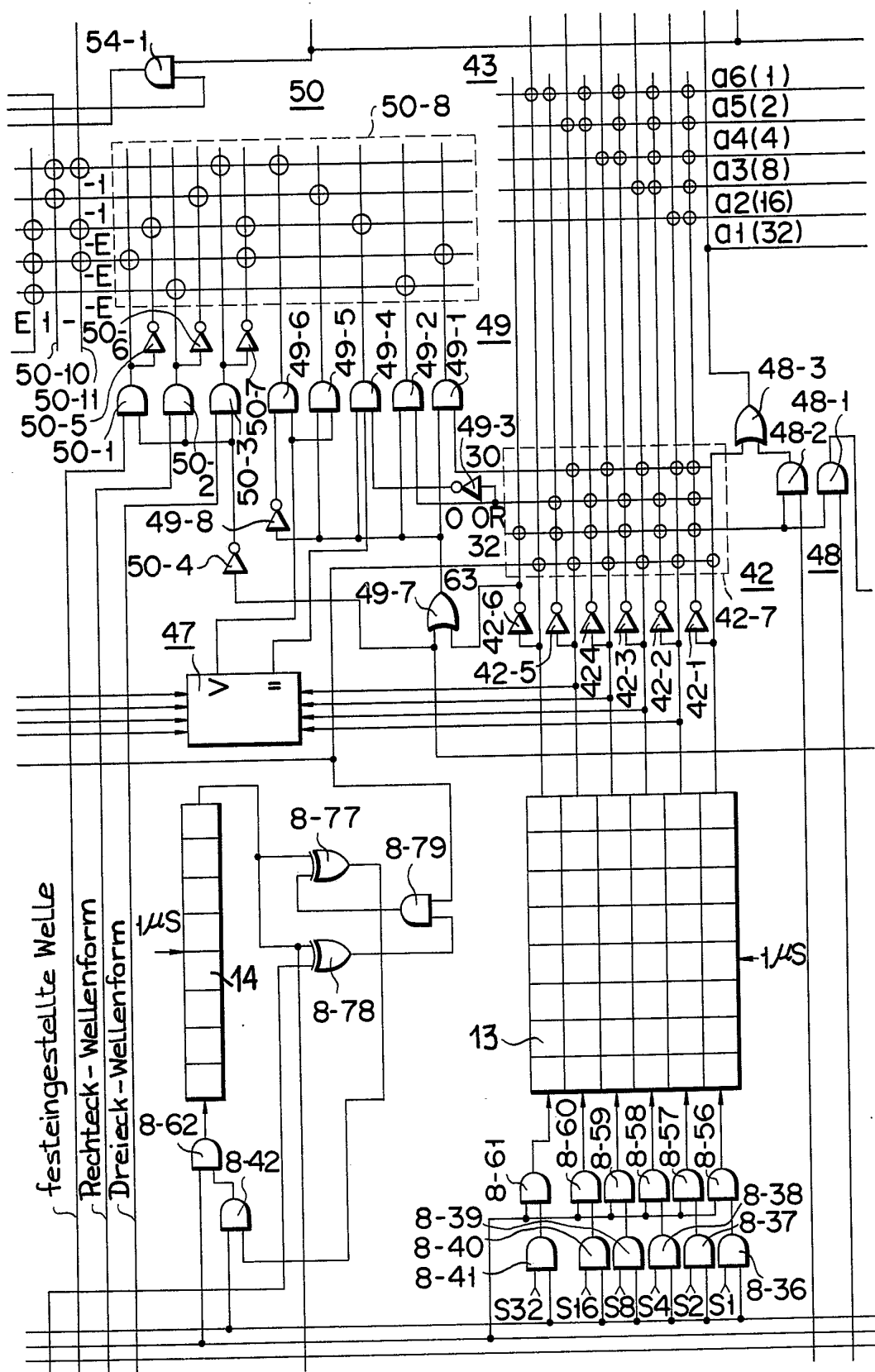


FIG. 8G

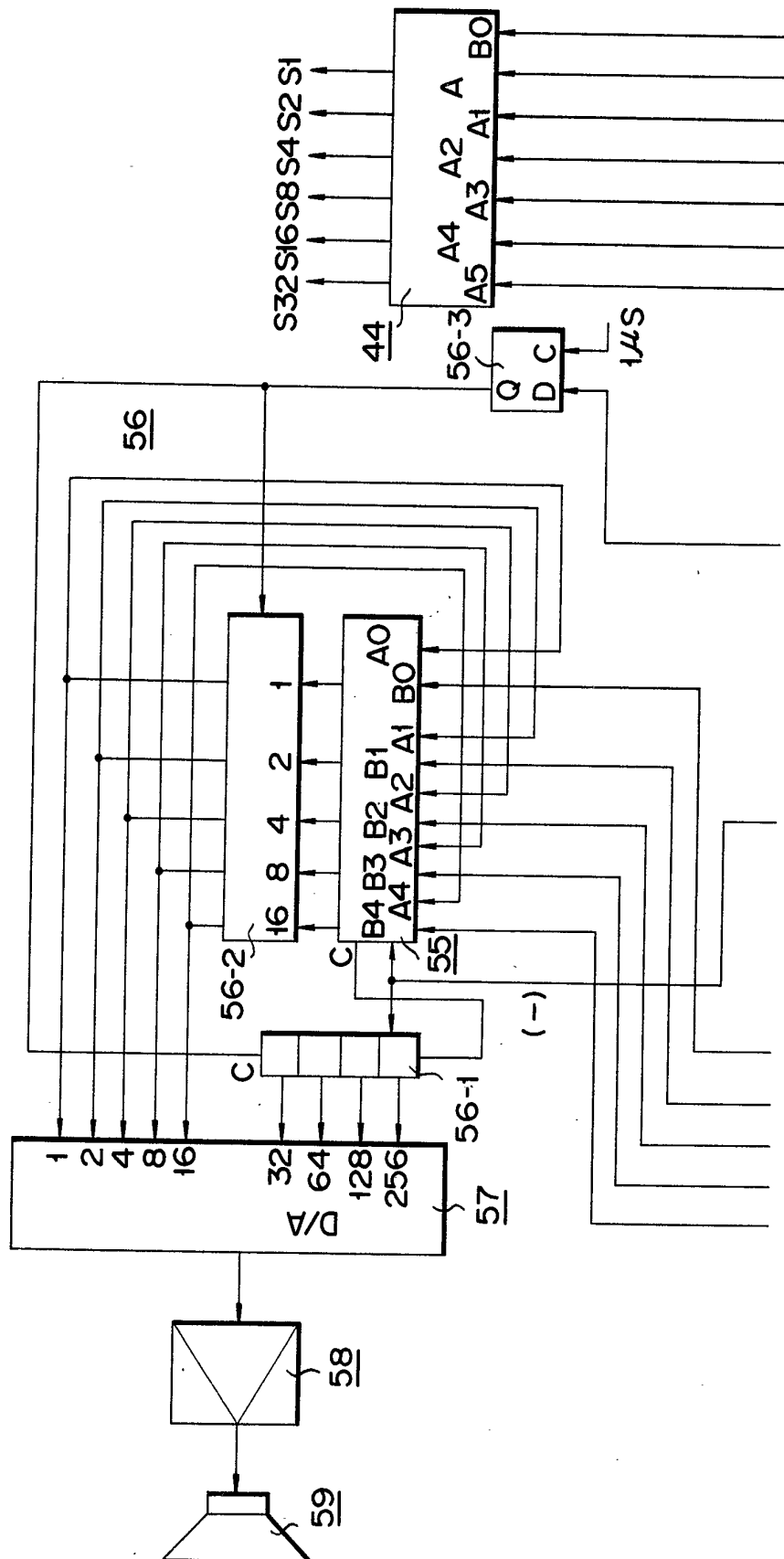


FIG. 9

FIG. 8G		
FIG. 8E-1	FIG. 8F-1	
FIG. 8E-2	FIG. 8F-2	
FIG. 8E-3	FIG. 8F-3	
FIG. 8C-1	FIG. 8D-1	
FIG. 8C-2	FIG. 8D-2	
FIG. 8A-1	FIG. 8B-1	
FIG. 8A-2	FIG. 8B-2	

FIG. 10

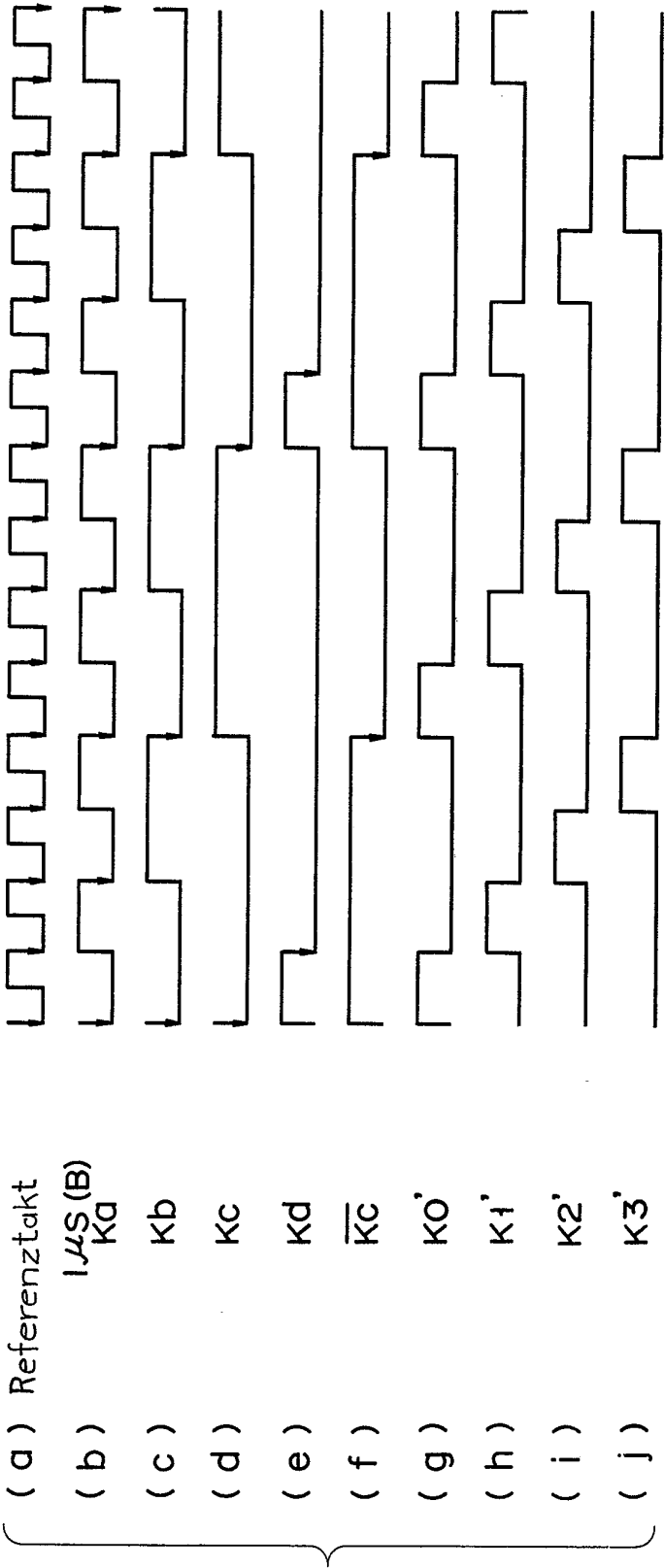


FIG. 11

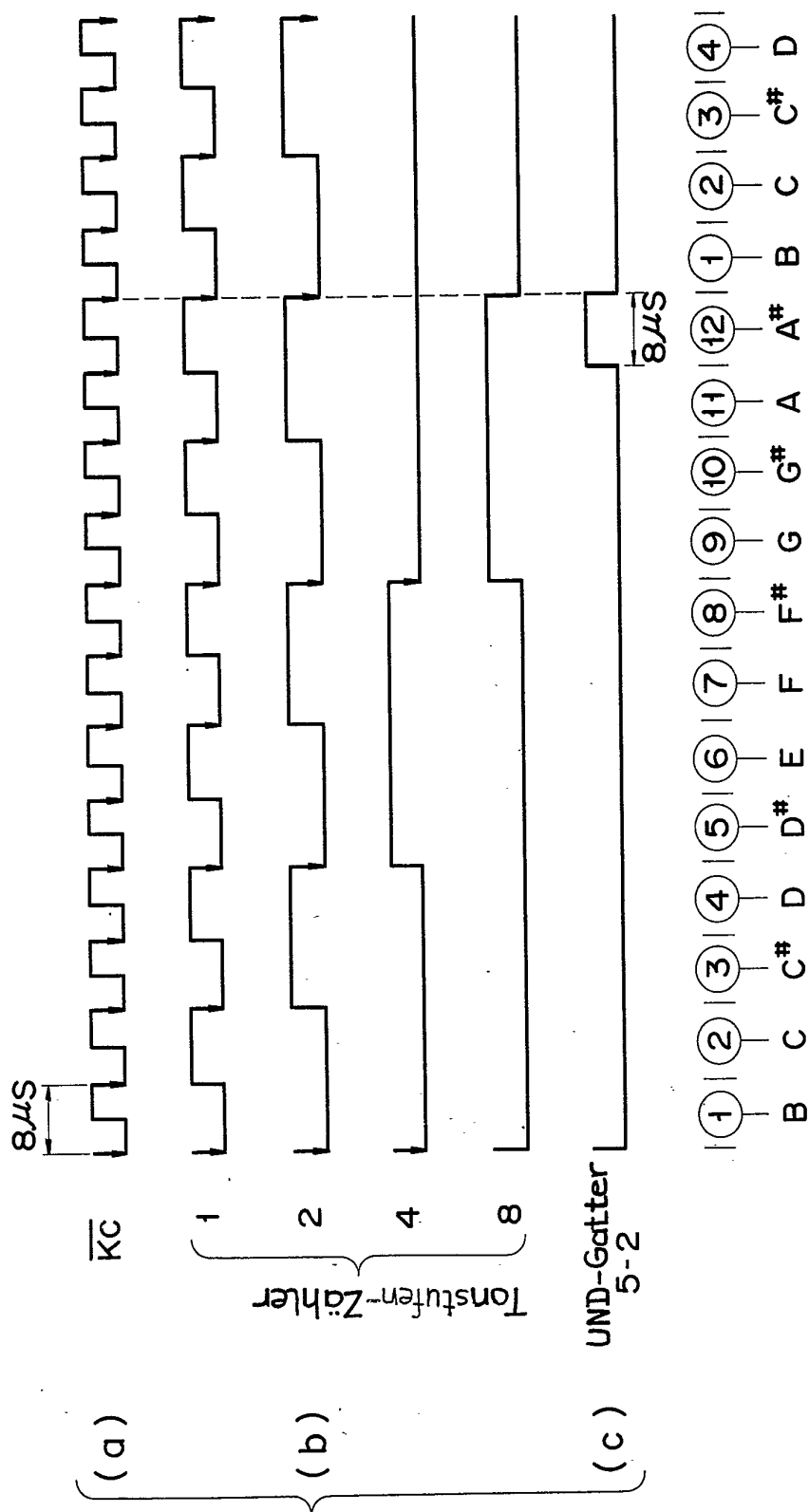


FIG. 12

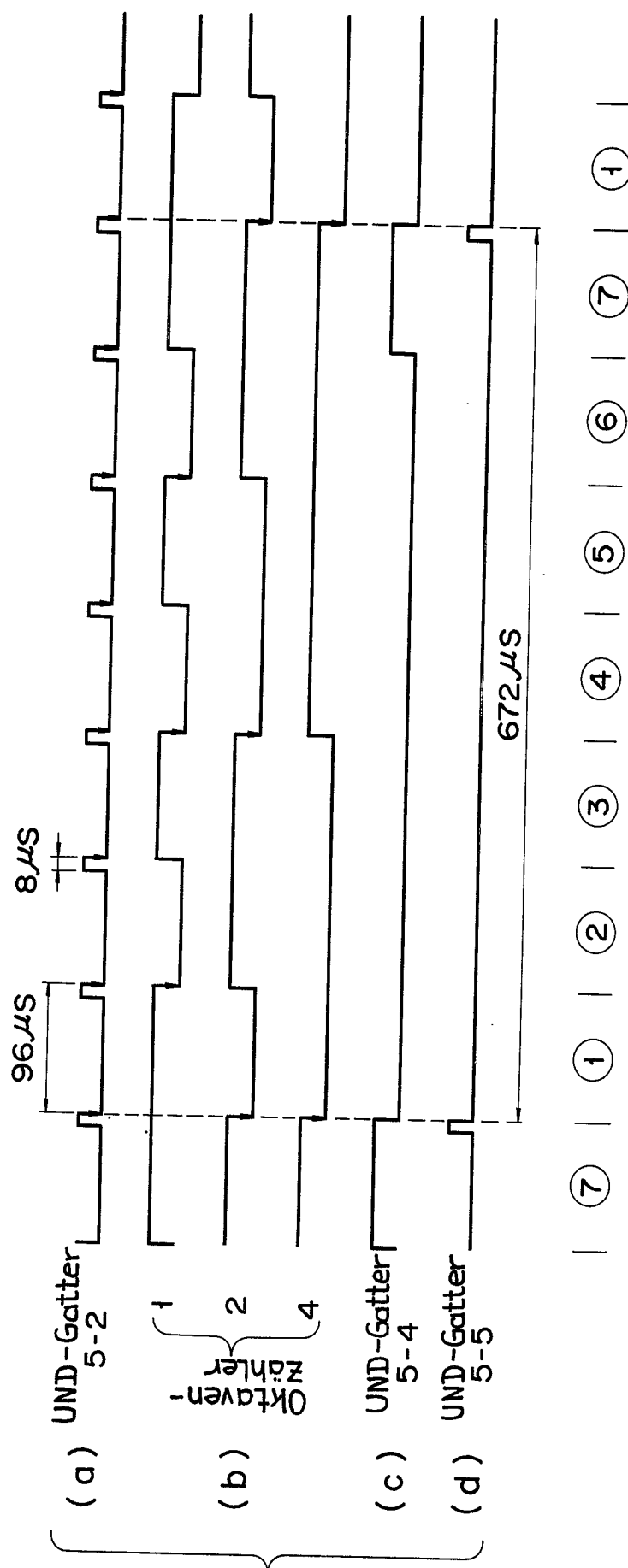
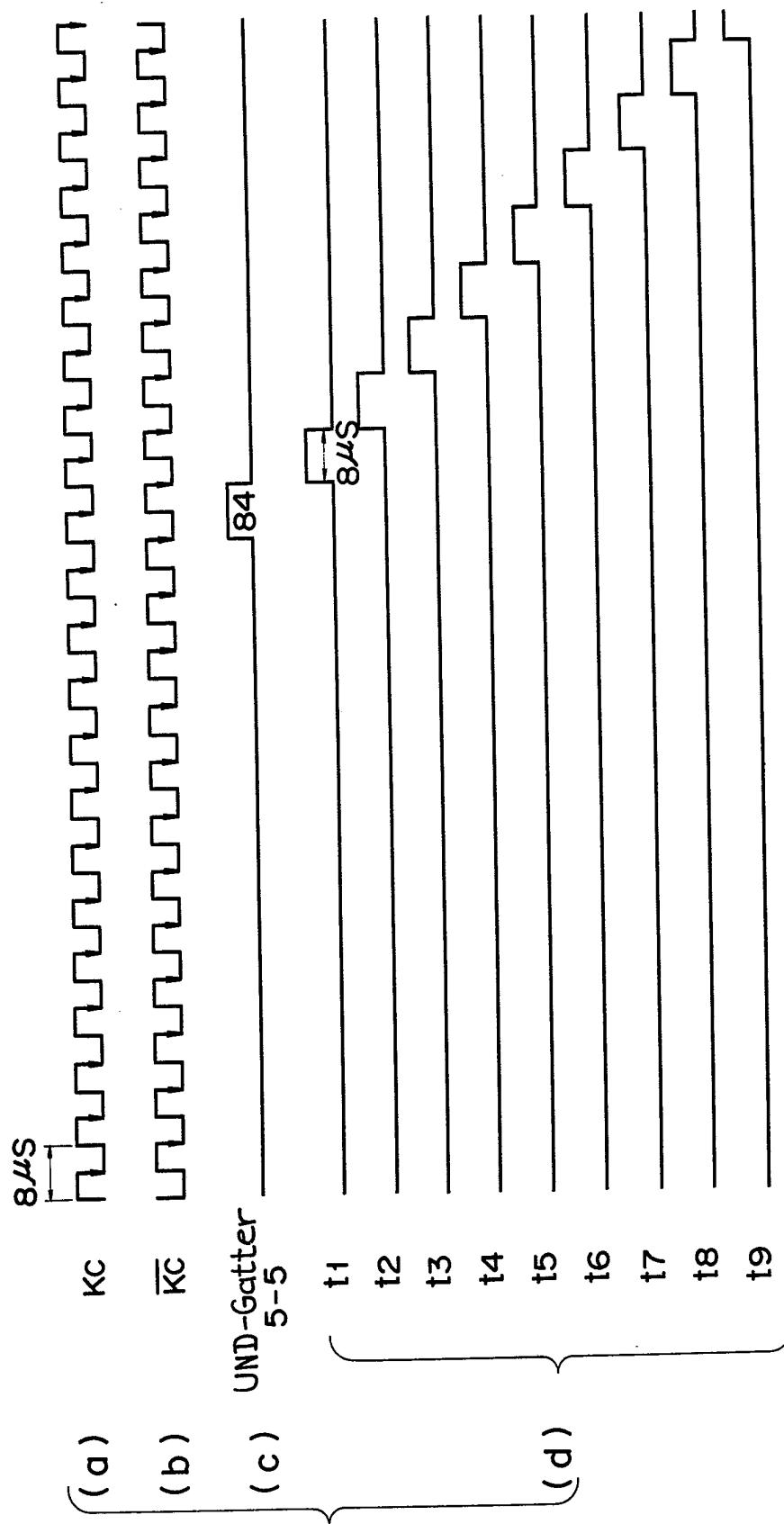


FIG. 13



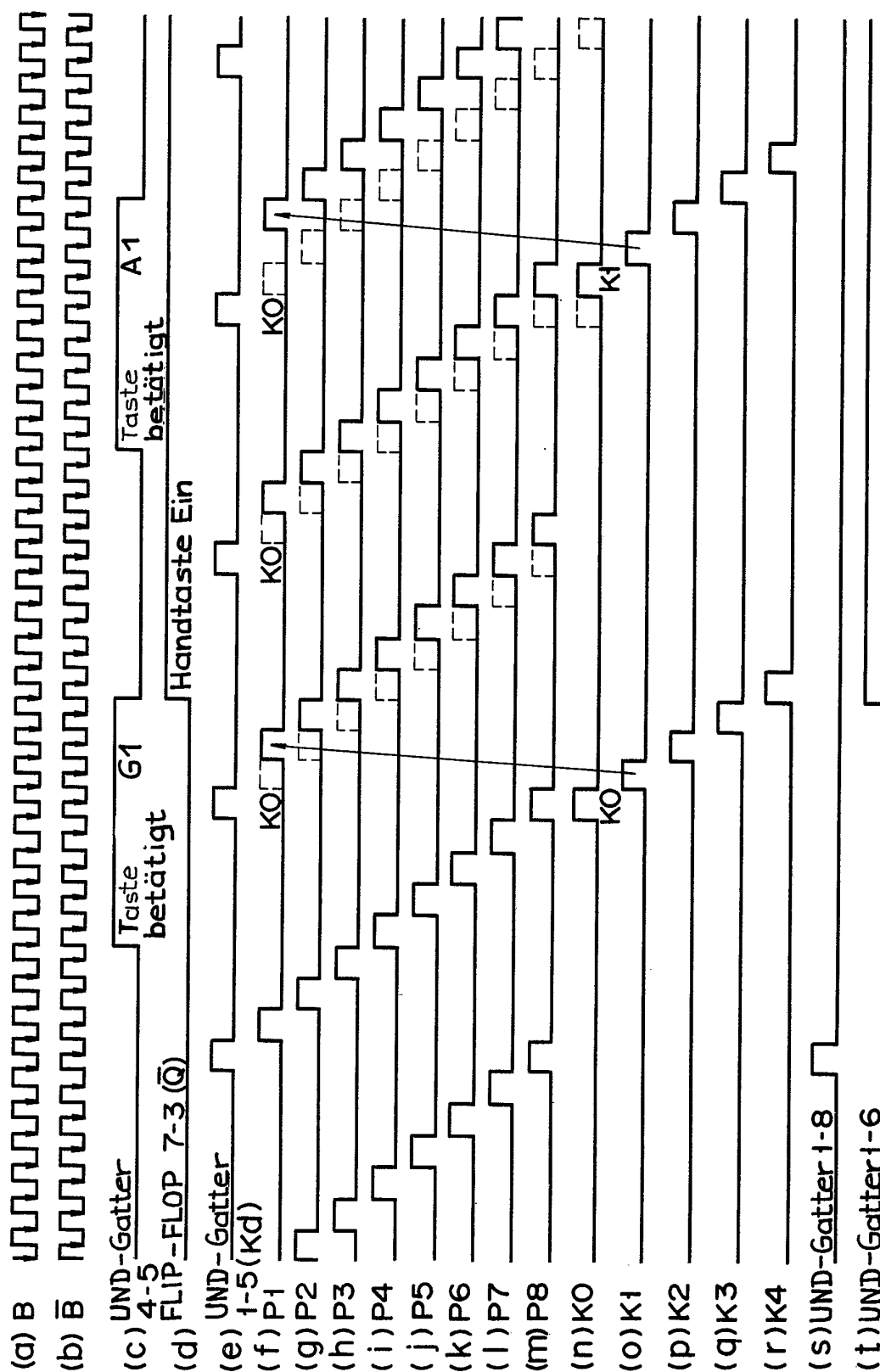
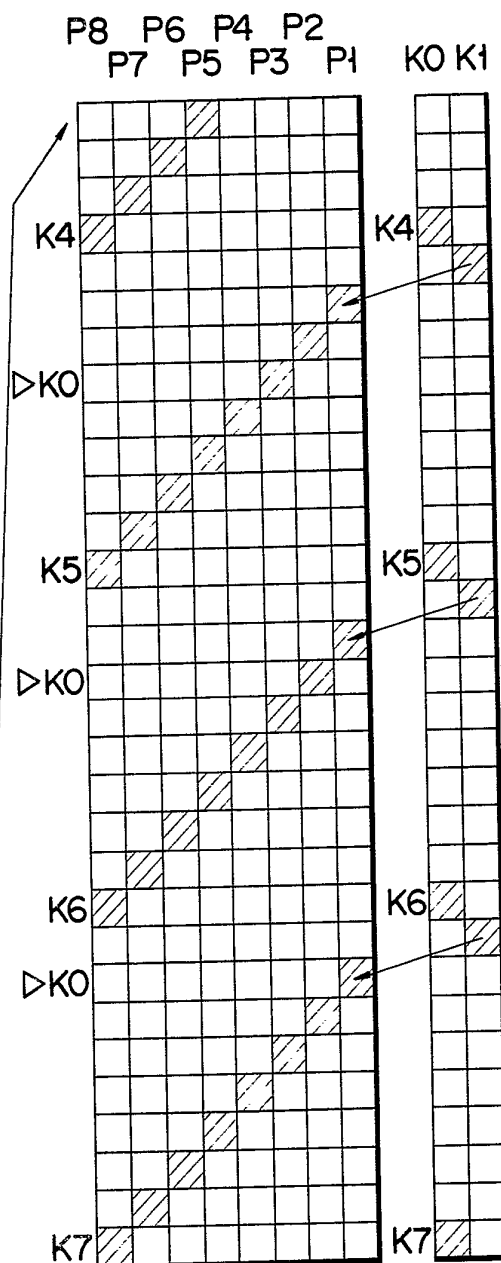
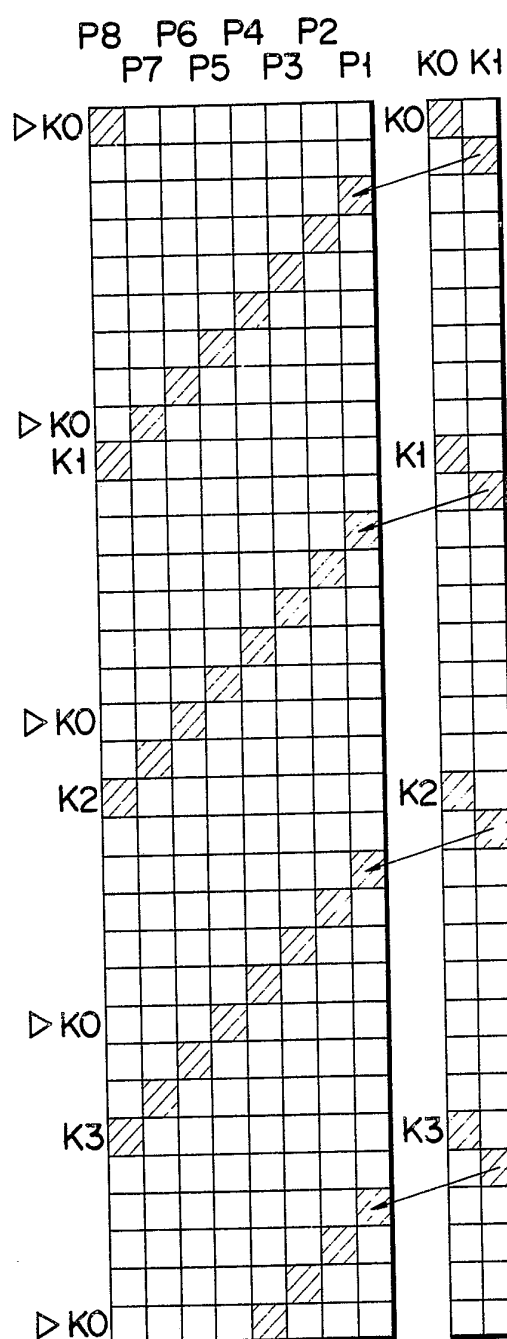
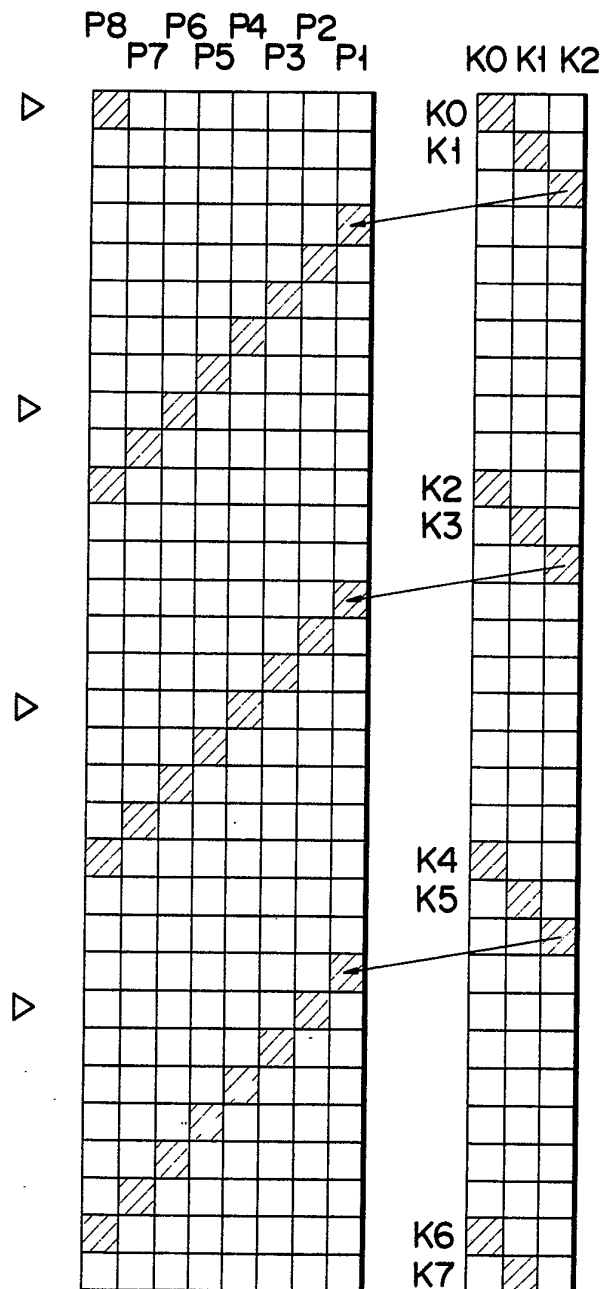


FIG. 14

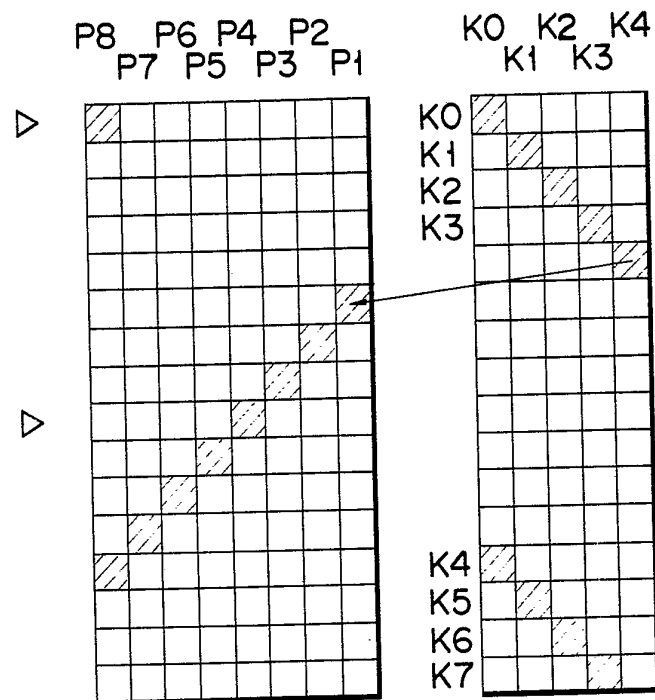
F I G. 15



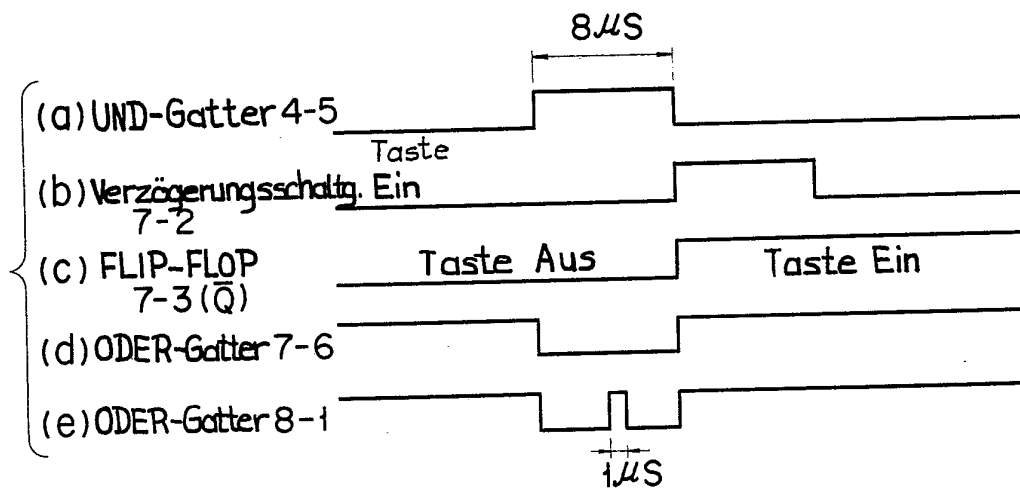
F I G. 16



F I G. 17



F I G. 18



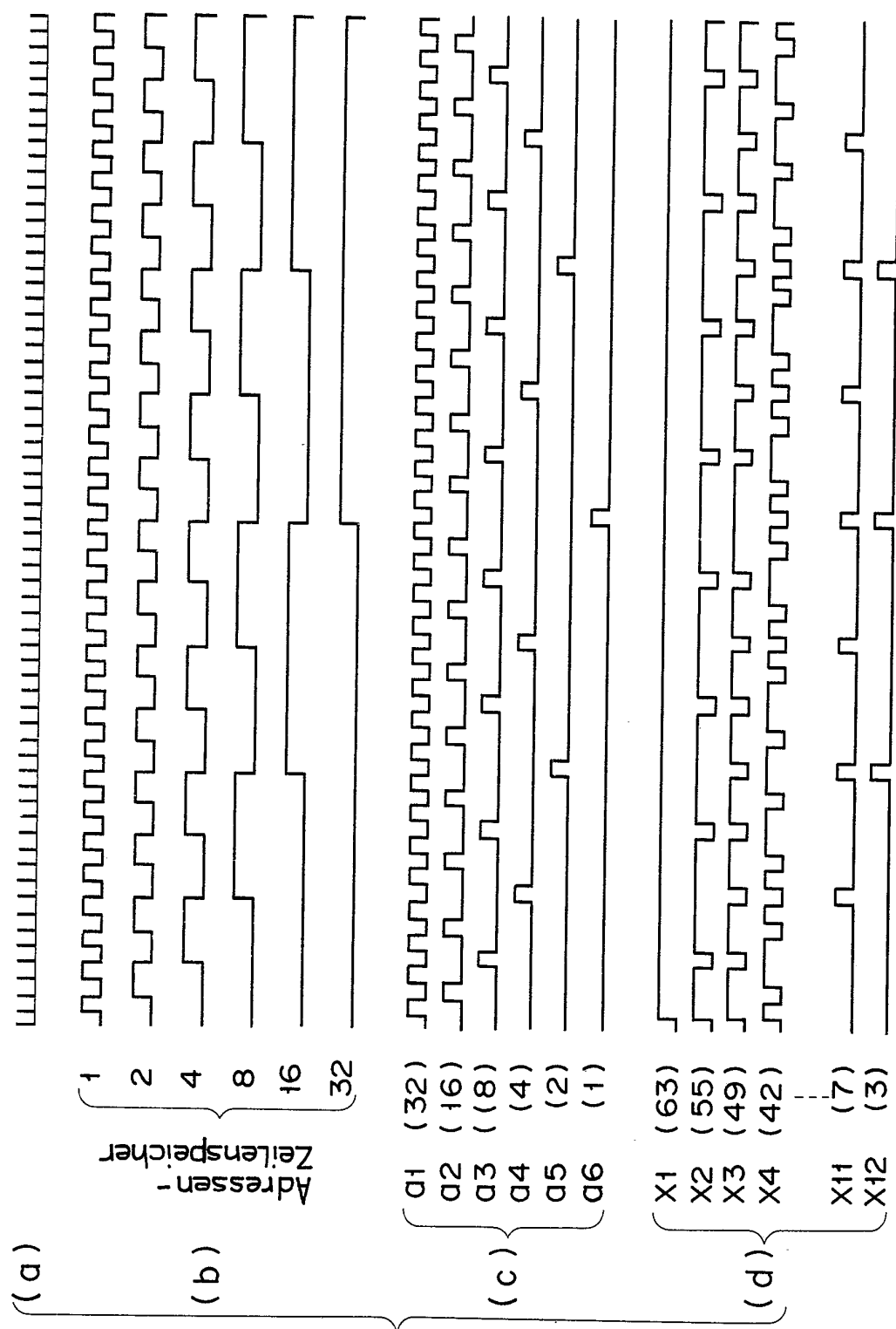


FIG. 19

FIG. 20A

Oktave	Tonstufe	B	C	C [#]	D	D [#]	E
	Korrektur - $\alpha = T_x/T_{fb}-64$ wert	63	55	49	42	36	31
1	$T_{X1} = T_{fb1}(64 + \alpha)$ μS	32512	30464	28928	27136	25600	24320
	$F_{X1} = 1/T_{X1}$ Hz	30.757	32.826	34.569	36.851	39.063	41.118
	1ST - Frequenz	30.868	32.703	34.647	36.708	38.890	41.203
2	$T_{X2} = T_{fb2}(64 + \alpha)$ μS	16256	15232	14464	13568	12800	12160
	$F_{X2} = 1/T_{X2}$ Hz	61.516	65.651	69.137	73.703	78.125	82.237
	1ST - Frequenz	61.735	65.406	69.295	73.416	77.781	82.406
3	$T_{X3} = T_{fb3}(64 + \alpha)$ μS	8128	7616	7232	6784	6400	6080
	$F_{X3} = 1/T_{X3}$ Hz	123.03	131.30	138.27	147.41	156.25	164.47
	1ST - Frequenz	123.47	130.81	138.59	146.83	155.56	164.81
4	$T_{X4} = T_{fb4}(64 + \alpha)$ μS	4064	3808	3616	3392	3200	3040
	$F_{X4} = 1/T_{X4}$ Hz	246.06	262.61	276.55	294.81	312.50	328.95
	1ST - Frequenz	246.94	261.63	277.18	293.66	311.13	329.63
5	$T_{X5} = T_{fb5}(64 + \alpha)$ μS	2032	1904	1808	1696	1600	1520
	$F_{X5} = 1/T_{X5}$ Hz	492.13	525.21	553.62	589.62	625	657.90
	1ST - Frequenz	493.88	523.25	554.37	587.33	622.25	659.26
6 oder 7	$T_{X6} = T_{fb6}(64 + \alpha)$ μS	1016	952	904	848	800	760
	$F_{X6} = 1/T_{X6}$ Hz	984.25	1050.42	1106.25	1179.25	1250	1315.79
	1ST - Frequenz	987.77	1046.5	1108.7	1174.7	1244.5	1318.5

FIG. 20B

Oktave	Tonstufe		F	F#	G	G#	A	A#
	Korrektur- wert	$\alpha = T_X / T_{fb} - 64$						
1	$T_{X1} = T_{fb1}(64 + \alpha)$	μS	22784	21760	20480	19200	18176	17152
	$F_{X1} = 1/T_{X1}$	HZ	43.890	45.956	48.828	52.083	55.018	58.302
	1ST - Frequenz	HZ	43.653	46.249	48.999	51.913	55.000	58.270
2	$T_{X2} = T_{fb2}(64 + \alpha)$	μS	11392	10880	10240	9600	9088	8576
	$F_{X2} = 1/T_{X2}$	HZ	87.781	91.912	97.656	104.167	110.035	116.604
	1ST - Frequenz	HZ	87.307	92.498	97.998	103.83	110.00	116.54
3	$T_{X3} = T_{fb3}(64 + \alpha)$	μS	5696	5440	5120	4800	4544	4288
	$F_{X3} = 1/T_{X3}$	HZ	175.56	183.82	195.31	208.33	220.07	233.21
	1ST - Frequenz	HZ	174.61	185.00	196.00	207.65	220.00	233.08
4	$T_{X4} = T_{fb4}(64 + \alpha)$	μS	2848	2720	2560	2400	2270	2144
	$F_{X4} = 1/T_{X4}$	HZ	351.12	367.65	390.63	416.67	440.14	466.42
	1ST - Frequenz	HZ	349.23	369.99	392.00	415.30	440.00	466.16
5	$T_{X5} = T_{fb5}(64 + \alpha)$	μS	1424	1360	1280	1200	1136	1072
	$F_{X5} = 1/T_{X5}$	HZ	702.25	735.29	781.25	833.33	880.28	932.84
	1ST - Frequenz	HZ	698.46	739.99	783.99	830.61	880.00	932.33
6 oder 7	$T_{X6} = T_{fb6}(64 + \alpha)$	μS	712	680	640	600	568	536
	$F_{X6} = 1/T_{X6}$	HZ	1404.49	1470.59	1562.5	1666.67	1760.56	1865.67
	1ST - Frequenz	HZ	1396.9	1480.0	1568.0	1661.2	1760.0	1864.7