



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

⑪ CH 664 862 A5

⑤① Int. Cl.⁴: H 05 B 1/02

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein
Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

⑫ PATENTSCHRIFT A5

⑮① Gesuchsnummer: 7355/82

⑮② Anmeldungsdatum: 17.12.1982

⑮③ Priorität(en): 23.12.1981 US 334039
02.11.1982 US 438622

⑮④ Patent erteilt: 31.03.1988

⑮⑤ Patentschrift
veröffentlicht: 31.03.1988

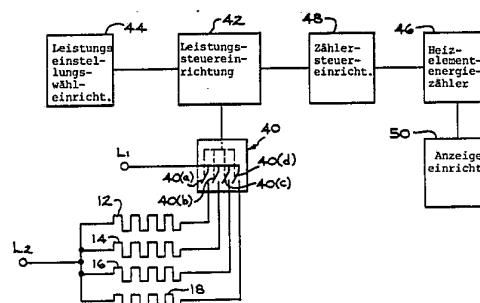
⑮⑦ Inhaber:
General Electric Company, Schenectady/NY
(US)

⑮⑦② Erfinder:
Payne, Thomas Roy, Louisville/KY (US)

⑮⑦④ Vertreter:
Ritscher & Seifert, Zürich

⑮⑤④ Verfahren zum Ueberwachen der berechneten Temperatur eines Widerstandsheizelements und Anordnung zur Durchführung dieses Verfahrens.

⑮⑤⑦ Das Heizelement (12, 14, 16, 18) ist bei mehreren Leistungswerten speisbar, indem eine Bedienungsperson eine von mehreren Leistungseinstellungen einschliesslich AUS wählt. Ein Heizelementenergiezähler (46) liefert eine Information über die ungefähre Heizelementtemperatur. Er wird mit einer Geschwindigkeit erhöht, die ungefähr proportional ist zu der Temperaturanstiegsgeschwindigkeit des Heizelements, wenn dieses bei dem gewählten Leistungswert gespeist wird. Wenn eine niedrigere Leistungseinstellung oder AUS gewählt wird, wird der Zähler (46) mit einer Geschwindigkeit vermindert, die ungefähr proportional zu der Abnahmegegeschwindigkeit der Temperatur des Heizelements bei dessen Abkühlung auf einen der neuen Leistungseinstellung zugeordneten Temperaturwert ist. Der Zählerstand des Zählers (46) folgt ungefähr der Heizelementtemperatur und liefert dadurch eine ungefähre Temperaturinformation, die benutzt werden kann, um eine Anzeigelampe zu speisen, wenn ein vorbestimmter Schwellenzählerstand überschritten wird, der einer Temperatur entspricht, bei der das Heizelement zum Berühren zu heiss ist. Die Anzeigelampe bleibt, ungeachtet dessen, ob das Heizelement ein- oder ausgeschaltet ist, eingeschaltet, bis der Zählerstand unter den Schwellenzählerstand vermindert ist.



PATENTANSPRÜCHE

1. Verfahren zum Überwachen der berechneten Temperatur eines Widerstandsheizelements, das bei verschiedenen Leistungswerten betreibbar ist, entsprechend verschiedenen verfügbaren Einstellungen einschliesslich der Einstellung AUS, welches Heizelement einen Temperaturgang hat mit einer transienten Aufwärmphase, wenn die Leistungseinstellung von der Einstellung AUS oder einer relativ niedrigeren Leistungseinstellung in eine andere bzw. eine relativ höhere Leistungseinstellung geändert wird, gefolgt von einer stationären Phase, und mit einer transienten Abkühlphase, wenn die Leistungseinstellung von irgendeiner Einstellung in die Einstellung AUS bzw. eine relativ niedrigere Einstellung geändert wird, gekennzeichnet durch das Erkennen einer Änderung in der Leistungseinstellung von AUS oder einer relativ niedrigeren in eine andere bzw. relativ höhere Einstellung;

das Erhöhen des Zählerstands eines Auf-/Abzählers mit einer Geschwindigkeit, die unabhängig von der tatsächlichen Heizelementtemperatur der gewählten Leistungseinstellung entspricht und jeweils praktisch proportional zu der Geschwindigkeit ist, mit der die Heizelementtemperatur bei der gewählten Leistungseinstellung während der Aufheizphase ansteigt;

das Unterbrechen des Erhöehens des Zählerstands des Auf-/Abzählers, wenn der Zählerstand wenigstens gleich einem Zählerstand ist, der von mehreren vorbestimmten maximalen Zählerständen ausgewählt ist, von denen jeder praktisch proportional zu der entsprechenden Temperatur des Heizelements in dessen stationärer Betriebsphase bei der gewählten Leistungseinstellung ist;

das Erkennen einer Änderung in der Leistungseinstellung von einer Einstellung in die Einstellung AUS oder von einer relativ höheren in eine relativ niedrigere Einstellung und Vermindern des Zählerstands des Auf-/Abzählers mit einer Geschwindigkeit, die durch die Einstellung AUS bzw. die relativ niedrigere Leistungseinstellung festgelegt ist, wobei die Verminderungsgeschwindigkeit unter mehreren Verminderungsgeschwindigkeiten ausgewählt wird, von denen jede ein Näherungswert der Geschwindigkeit ist, mit der die Temperatur des Heizelements während dessen Abkühlphase abnimmt, wenn die Leistungseinstellung von einer relativ höheren Leistungseinstellung in die gewählte niedrigere Leistungseinstellung oder die Einstellung AUS geändert wird;

und Unterbrechen des Verminderns des Zählerstands des Auf-/Abzählers, wenn der Zählerstand kleiner ist als derjenige der vorbestimmten maximalen Zählerstände, der der niedrigeren gewählten Leistungseinstellung zugeordnet ist,

wodurch der Zählerstand des Auf-/Abzählers praktisch immer proportional zu der Temperatur des Heizelements ist.

2. Verfahren nach Anspruch 1, weiter gekennzeichnet durch das Erzeugen eines Signals, wenn der Zählerstand des Auf-/Abzählers wenigstens gleich einem vorbestimmten Zählerstand ist, der einer vorbestimmten Heizelementtemperatur entspricht.

3. Verfahren nach Anspruch 2, gekennzeichnet durch das Blockieren des Signals, wenn der Zählerstand unter den vorbestimmten Zählerstand abnimmt.

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass das Erzeugen eines Signals das Speisen einer Anzeigelampe und das Blockieren des Signals das Abschalten der Speisung der Anzeigelampe umfasst.

5. Anordnung zur Durchführung des Verfahrens gemäss Anspruch 1 mit einem Widerstandsheizelement (12, 14, 16, 18), gekennzeichnet durch:

einen als Energiezähleinrichtung verwendeten Auf-/Abzähler (46)

und eine Zählersteuereinrichtung (48), die den Zählerstand des Auf-/Abzählers (46) mit einer Geschwindigkeit erhöht, die praktisch proportional zu der Geschwindigkeit des Anstiegs der Heizelementtemperatur während der dem gewählten Leistungs-

wert entsprechenden Aufwärmphase ist, und das Erhöhen des Zählerstands unterbricht, wenn dieser wenigstens gleich einem vorbestimmten maximalen Zählerstand ist, der praktisch proportional zu der stationären Heizelementtemperatur für die gewählte Leistungseinstellung ist; welche Zählersteuereinrichtung (48) weiter den Zählerstand des Auf-/Abzählers (46), wenn die gewählte Leistungseinstellung von einer relativ höheren Leistungseinstellung in eine relativ niedrigere Leistungseinstellung oder die Einstellung AUS geändert wird, mit einer Geschwindigkeit vermindert, die praktisch proportional zu der Geschwindigkeit der Abnahme der Heizelementtemperatur während dessen Abkühlphase ist und das Vermindern des Zählerstands unterbricht, wenn dieser niedriger als ein vorbestimmter maximaler Zählerstand ist, welcher praktisch proportional zu der stationären Betriebstemperatur des Heizelements bei der gewählten relativ niedrigeren Leistungseinstellung oder der Einstellung AUS ist.

6. Anordnung nach Anspruch 5, gekennzeichnet durch eine Leistungssteuereinrichtung (42) zum Speisen des Heizelements (12, 14, 16, 18) mit einem Leistungswert, der der gewählten Leistungseinstellung entspricht, während wiederholter Steuerperioden, die jeweils eine vorbestimmte Dauer haben, wozu die Leistungssteuereinrichtung die Speisung des Heizelements für einen vorbestimmten Teil jeder Steuerperiode und in Abhängigkeit von der gewählten Leistungseinstellung freigibt,

eine Zählersteuereinrichtung (48) zum Erhöhen des Zählerstands des Auf-/Abzählers (46) während jeder Steuerperiode mit einer Geschwindigkeit, die als Funktion des gewählten Leistungswertes festgelegt und so ist, dass die inkrementelle Erhöhung des Zählerstands des Zählers (46) während jeder Steuerperiode praktisch proportional zu der Zunahme der Temperatur des Heizelements während dieser Steuerperiode ist.

7. Anordnung nach Anspruch 5, gekennzeichnet durch eine Einrichtung (60) zum Erkennen einer Änderung in dem gewählten Leistungswert von einer Nicht-AUS oder relativ höheren Leistungseinstellung zu der Einstellung AUS oder einer relativ niedrigeren Leistungseinstellung, welche Erkennungseinrichtung (60) die Zählersteuereinrichtung (48) ansteuert, die beim Erkennen der Änderung den Zählerstand des Auf-/Abzählers (46) mit einer vorbestimmten Geschwindigkeit vermindert, und wobei die Zählersteuereinrichtung (48) weiter das Vermindern des Zählerstands des Auf-/Abzählers (46) bei dem einen der maximalen Zählerstände unterbricht, der der niedrigeren Leistungseinstellung entspricht.

8. Anordnung nach Anspruch 5, gekennzeichnet durch eine Anzeigeeinrichtung (50), die auf die Energiezähleinrichtung (46) anspricht und ein Signal erzeugt, wenn eine vorbestimmte Beziehung zwischen dem Zählerstand des Auf-/Abzählers (46) und einem Referenzwert erreicht ist, was das Vorhandensein eines besonderen Betriebszustands des Heizelements (12, 14, 16, 18) bedeutet.

9. Anordnung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Referenzwert eine relativ hohe Temperatur darstellt und dass die vorbestimmte Beziehung erreicht ist, wenn der Zählerstand der Energiezähleinrichtung (46) grösser als der Referenzwert ist.

10. Anordnung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Anzeigeeinrichtung (50) eine Anzeigelampe (32) enthält, und eine Einrichtung (86, 88) zum Speisen dieser Anzeigelampe (32), wenn der Zählerstand der Energiezähleinrichtung (46) grösser als der vorbestimmte Zählerstand ist und das Speisen der Anzeigelampe verhindert, wenn der Zählerstand der Energiezähleinrichtung (46) kleiner als der vorbestimmte Zählerstand ist.

BESCHREIBUNG

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Über-

wachen der berechneten Temperatur eines Widerstandsheizelements, das bei verschiedenen Leistungswerten betreibbar ist, entsprechend verschiedenen verfügbaren Einstellungen einschliesslich der Einstellung AUS, welches Heizelement einen Temperaturgang hat mit einer transienten Aufwärmphase, wenn die Leistungseinstellung von der Einstellung AUS oder einer relativ niedrigeren Leistungseinstellung in eine andere bzw. eine relativ höhere Leistungseinstellung geändert wird, gefolgt von einer stationären Phase, und mit einer transienten Abkühlphase, wenn die Leistungseinstellung von irgendeiner Einstellung in die Einstellung AUS bzw. eine relativ niedrigere Einstellung geändert wird, und eine Anordnung zur Durchführung dieses Verfahrens.

Beim Steuern der Leistung, die einem Heizelement zugeführt wird, das als Oberflächenheizelement für einen Kochherd oder Kochfeld benutzt wird, ist es vorteilhaft, die Temperatur des Heizelements zu kennen. Die herkömmliche Lösung zum Überwachen der Temperatur besteht darin, einen Temperaturfühler zu benutzen, der unter dem Kochgefäss angeordnet ist, das die zu erhitzende Speise enthält. Diese Information wird hauptsächlich benutzt, um für ein schnelles und ausreichend genaues Ansprechen auf Änderungen in der Leistungseinstellung für das Heizelement zu sorgen. Typisch ist der Fühler in einem geschlossenen Regelkreis angeordnet, dessen Regelparameter so gewählt sind, dass ein schnelles Ansprechen auf von einer Bedienungsperson gewählte Leistungseinstellungen erfolgt. Diese Lösung bringt zufriedenstellende Ergebnisse; solche Fühler erhöhen jedoch die Kosten des Kochgerätes beträchtlich. Wegen dieser Kosten wird bei Kochherden mit mehreren Oberflächenheizeinheiten typisch meistens eine Oberflächenheizeinheit mit einem Fühler in einem geschlossenen Regelkreis benutzt. Die anderen Oberflächenheizeinheiten werden mit einer rückführungslosen Steuerung betrieben, bei der keine Einrichtungen vorgesehen sind, die gestatten, die Heizelementtemperatur zu berücksichtigen, wenn der Betrieb des Heizelements gesteuert wird. Die Bedienungsperson wählt einfach eine Leistungseinstellung, und das Heizelement wird mit dem entsprechenden Leistungswert betrieben, ungeachtet der tatsächlichen Temperaturen des Heizelements, des Kochgefässes oder der Speise, die gekocht wird.

Ein weiterer Nachteil von herkömmlichen Kochgeräten, die gegenwärtig allgemein erhältlich sind, ist das Fehlen einer Einrichtung, die dem Benutzer anzeigt, dass das Heizelement heiss ist, nachdem das Heizelement abgeschaltet worden ist. Typisch ist eine Anzeigelampe vorgesehen, die eingeschaltet ist, wenn eine oder mehrere Heizelemente eingeschaltet sind, und die abgeschaltet ist, wenn alle Heizelemente abgeschaltet sind. Der Nachteil dieser Lösung ist, dass ein Heizelement für eine gewisse Zeitspanne nach dem Abschalten des Heizelements heiss bleibt. Insbesondere bei den höheren Leistungseinstellungen kann das Heizelement für eine relativ lange Zeit heiss bleiben.

Eine rückführungslose Steueranordnung für Kochgeräte, die die Möglichkeit bietet, die ungefähre Heizelementtemperatur zu verfolgen, ohne dass ein relativ teurer Temperaturfühler in einer relativ komplizierten Anordnung mit einem geschlossenen Regelkreis benutzt wird, und die für jedes Heizelement eines mehrere Heizelemente aufweisenden Kochgerätes wirtschaftlich praktisch wäre, wäre äusserst erwünscht. Die Heizelementtemperaturinformation, die durch eine solche Anordnung geliefert wird, könnte vorteilhafterweise benutzt werden, um dem Benutzer zu melden, dass das Heizelement unangenehm heiss ist und nicht berührt werden sollte, und um für ein schnelleres Ansprechen auf Leistungseinstellungsänderungen als herkömmliche rückführungslose Steuerung zu sorgen. Durch die Vielseitigkeit, die Steuersysteme auf Mikroprozessorbasis bieten, werden zusätzliche vorteilhafte Verwendungszwecke von solcher Temperaturinformation zum Verbessern des Betriebes von Kochgeräten möglich.

Es ist demgemäss Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren zum Überwachen der Temperatur eines Widerstandsheizelements, wie es beispielsweise in Haushaltskochgeräten verwendet wird, zu schaffen, welches Verfahren eine Information über die Heizelementtemperatur liefert, ohne dass eine Temperaturfühlerückführung vorhanden ist, sowie eine Anordnung, bei der die Information über die Temperatur benutzt wird, um dem Benutzer eine Sichtanzeige zu liefern, wenn das Heizelement über einer vorbestimmten Schwellentemperatur ist, und die Sichtanzeige weiterhin zu liefern, nachdem das Heizelement abgeschaltet ist, bis die Temperatur unter die Schwellentemperatur gesunken ist.

Erfindungsgemäss wird diese Aufgabe mit einem Verfahren der eingangs genannten Art gelöst, das gekennzeichnet ist durch das Erkennen einer Änderung in der Leistungseinstellung von AUS oder einer relativ niedrigeren in eine andere bzw. relativ höhere Einstellung; das Erhöhen des Zählerstands eines Auf-/Abzählers mit einer Geschwindigkeit, die unabhängig von der tatsächlichen Heizelementtemperatur der gewählten Leistungseinstellung entspricht und jeweils praktisch proportional zu der Geschwindigkeit ist, mit der die Heizelementtemperatur bei der gewählten Leistungseinstellung während der Aufheizphase ansteigt; das Unterbrechen des Erhöehens des Zählerstands des Auf-/Abzählers, wenn der Zählerstand wenigstens gleich einem Zählerstand ist, der von mehreren vorbestimmten maximalen Zählerständen ausgewählt ist, von denen jeder praktisch proportional zu der entsprechenden Temperatur des Heizelements in dessen stationärer Betriebsphase bei der gewählten Leistungseinstellung ist; das Erkennen einer Änderung in der Leistungseinstellung von einer Einstellung in die Einstellung AUS oder von einer relativ höheren in eine relativ niedrigere Einstellung und Vermindern des Zählerstands des Auf-/Abzählers mit einer Geschwindigkeit, die durch die Einstellung AUS bzw. die relativ niedrigere Leistungseinstellung festgelegt ist, wobei die Verminderungsgeschwindigkeit unter mehreren Verminderungsgeschwindigkeiten ausgewählt wird, von denen jede ein Näherungswert der Geschwindigkeit ist, mit der die Temperatur des Heizelements während dessen Abkühlphase abnimmt, wenn die Leistungseinstellung von einer relativ höheren Leistungseinstellung in die gewählte niedrigere Leistungseinstellung oder die Einstellung AUS geändert wird; und Unterbrechen des Verminderns des Zählerstands des Auf-/Abzählers, wenn der Zählerstand kleiner ist als derjenige der vorbestimmten maximalen Zählerstände, der der niedrigeren gewählten Leistungseinstellung zugeordnet ist, wodurch der Zählerstand des Auf-/Abzählers praktisch immer proportional zu der Temperatur des Heizelements ist.

Eine bevorzugte Anordnung zur Durchführung dieses Verfahrens ist gekennzeichnet durch einen als Energiezähleinrichtung verwendeten Auf-/Abzähler und eine Zählersteuereinrichtung, die den Zählerstand des Auf-/Abzählers mit einer Geschwindigkeit erhöht, die praktisch proportional zu der Geschwindigkeit des Anstiegs der Heizelementtemperatur während der dem gewählten Leistungswert entsprechenden Aufwärmphase ist, und das Erhöhen des Zählerstands unterbricht, wenn dieser wenigstens gleich einem vorbestimmten maximalen Zählerstand ist, der praktisch proportional zu der stationären Heizelementtemperatur für die gewählte Leistungseinstellung ist; welche Zählersteuereinrichtung weiter den Zählerstand des Auf-/Abzählers, wenn die gewählte Leistungseinstellung von einer relativ höheren Leistungseinstellung in eine relativ niedrigere Leistungseinstellung oder die Einstellung AUS geändert wird, mit einer Geschwindigkeit vermindert, die praktisch proportional zu der Geschwindigkeit der Abnahme der Heizelementtemperatur während dessen Abkühlphase ist und das Vermindern des Zählerstands unterbricht, wenn dieser niedriger als ein vorbestimmter maximaler Zählerstand ist, welcher praktisch proportional zu der stationären Betriebstemperatur des Heizelements

bei der gewählten relativ niedrigeren Leistungseinstellung oder der Einstellung AUS ist.

Eine Ausführungsform dieser Anordnung weist eine Anzeigeeinrichtung auf, die auf die Energiezähleinrichtung anspricht und ein Signal erzeugt, wenn eine vorbestimmte Beziehung zwischen dem Zählerstand des Auf-/Abzählers und einem Referenzwert erreicht ist, was das Vorhandensein eines besonderen Betriebszustands des Heizelements bedeutet, wobei der Referenzwert vorzugsweise eine relativ hohe Temperatur darstellt und dass die vorbestimmte Beziehung erreicht ist, wenn der Zählerstand der Energiezähleinrichtung grösser als der Referenzwert ist.

Nachfolgend wird die Erfindung mit Hilfe einer Ausführungsform der Anordnung zur Durchführung des Verfahrens und unter Bezugnahme auf die Zeichnungen näher beschrieben. Es zeigen:

Fig. 1 eine perspektivische Vorderansicht eines Teils eines elektrischen Kochherdes, der mit der Temperaturüberwachungsanordnung nach der Erfindung versehen ist,

Fig. 2 ein stark vereinfachtes Funktionsblockschaltbild einer Steueranordnung, die in dem Kochherd nach Fig. 1 benutzt wird und die Temperaturüberwachungsanordnung nach der Erfindung enthält,

Fig. 3 eine stark vergrösserte Ansicht eines Teils der Bedienungstafel des Kochherdes nach Fig. 1, die Einzelheiten von einem der Steuerknöpfe zeigt,

Fig. 4 ein Diagramm, welches repräsentative Kurven der Temperatur über der Zeit für das Heizelement des in der Steueranordnung nach Fig. 2 benutzten Typs für verschiedene Leistungseinstellungen zeigt,

Fig. 5 ein Diagramm, das den Zählerstand des Heizelementenergiezählers der Steueranordnung nach Fig. 2 über der Zeit für verschiedene Leistungseinstellungen zeigt,

Fig. 6 ein ausführlicheres Funktionsblockschaltbild der Steueranordnung nach Fig. 2 für eines der Heizelemente,

Fig. 7 ein vereinfachtes Schaltbild einer Steuerschaltung einer Steueranordnung, die die Temperaturüberwachungsanordnung nach der Erfindung enthält,

Fig. 8 ein Flussdiagramm der Abtast-Routine, die in dem Steuerprogramm für den Mikroprozessor in der Schaltung nach Fig. 7 vorgesehen ist,

Fig. 9 ein Flussdiagramm der «Test I»-Routine, die in dem Steuerprogramm für den Mikroprozessor in der Schaltung nach Fig. 7 vorgesehen ist,

Fig. 10 ein Flussdiagramm der «Test II»-Routine, die in dem Steuerprogramm des Mikroprozessors in der Schaltung nach Fig. 7 vorgesehen ist,

Fig. 11 ein Flussdiagramm der «Sofort Ein»-Routine, die in dem Steuerprogramm des Mikroprozessors in der Schaltung nach Fig. 7 vorgesehen ist,

Fig. 12 ein Flussdiagramm der Schnellaufheizung-Routine, die in dem Steuerprogramm des Mikroprozessors in der Schaltung nach Fig. 7 vorgesehen ist,

Fig. 13 ein Flussdiagramm der Schnellabkühlung-Routine, die in dem Steuerprogramm des Mikroprozessors in der Schaltung nach Fig. 7 vorgesehen ist, die

Fig. 14-16 das Flussdiagramm der Leistungsvergleich-Routine, die in dem Steuerprogramm des Mikroprozessors in der Schaltung nach Fig. 7 vorgesehen ist, die

Fig. 17 und 18 das Flussdiagramm der Heizelementenergievergleich-Routine, die in dem Steuerprogramm des Mikroprozessors in der Schaltung nach Fig. 7 vorgesehen ist,

Fig. 19 ein Flussdiagramm der Leistungswertaustausch/Heiss-Anzeigelampe-Routine, die in dem Steuerprogramm des Mikroprozessors in der Schaltung nach Fig. 7 vorgesehen ist,

Fig. 20 ein Flussdiagramm der Heiss-Anzeigelampe-Routine, die in dem Steuerprogramm des Mikroprozessors in der Schaltung nach Fig. 7 vorgesehen ist,

Fig. 21 ein Flussdiagramm der «Leistungs AUS»-Routine, die in dem Steuerprogramm des Mikroprozessors in der Schaltung nach Fig. 7 vorgesehen ist, und die

Fig. 22 und 23 das Flussdiagramm einer alternativen Heizelementenergievergleich-Routine, die anstelle der Routine nach Fig. 17 in dem Steuerprogramm des Mikroprozessors in der Schaltung nach Fig. 7 verwendet werden kann.

A. Überblick

Fig. 1 zeigt einen elektrischen Kochherd 10, der eine Steueranordnung nach der Erfindung enthält. Der Kochherd 10 hat vier herkömmliche elektrische Oberflächenwiderstandsheizelemente 12, 14, 16, 18, die auf einer im wesentlichen horizontalen Tragfläche 20 befestigt sind. Manuell betätigbare Drehknöpfe 22, 24, 26 und 28 sind auf einer Bedienungstafel 30 angeordnet. Die Steuerknöpfe 22, 24, 26 und 28 ermöglichen dem Benutzer, den gewünschten Leistungswert für die Heizelemente 12, 14, 16 und 18 zu wählen. Eine Signallampe 32 oder irgendeine andere geeignete Lichtquelle ist an der Bedienungstafel 30 angebracht und liefert der Bedienungsperson eine Sichtanzeige, dass wenigstens eines der Heizelemente relativ heiss ist.

Ein Gesamtschaltbild der Steueranordnung für den Kochherd 10 nach Fig. 1 ist in Fig. 2 gezeigt, wobei die Heizelemente 12, 14, 16 und 18 mit dem üblichen Wechselstromsignal von 60 Hz gespeist werden, bei dem es sich entweder um 120 oder um 240 V handeln kann, die an die Klemmen L1 und L2 angelegt werden. Die Heizelemente 12, 14, 16 und 18 sind elektrisch parallel an die Leitungen L1 und L2 angeschlossen. Die Leistungszufuhr zu den Heizelementen wird durch eine Schaltungsvorrichtung 40 gesteuert, die zu den Heizelementen in Reihe geschaltet ist. Die Schaltungsvorrichtung 40 enthält gesonderte Schalteinrichtungen 40(a)-40(d) in Reihe mit den Heizelementen 12, 14, 16 bzw. 18, um eine unabhängige Steuerung der Leistungszufuhr zu jedem der Heizelemente zu gestatten. Die Schalteinrichtung für jedes Heizelement wird gemäss Steuersignalen, die durch eine Leistungssteuereinrichtung 42 erzeugt werden, ein- und ausgeschaltet.

Die Leistungssteuereinrichtung 42 erzeugt Leistungssteuersignale gemäss der durch die Bedienungsperson für jedes Heizelement gewählten Leistungseinstellung. Eine Leistungseinstellungswähleinrichtung 44 gibt Leistungswertsteuersignale an die Leistungssteuereinrichtung 42 ab, die die Einstellungen repräsentieren, welche durch manuelle Betätigung der Steuerknöpfe 22 bis 28 in Fig. 1 gewählt worden sind. Gemäss Fig. 3 ermöglichen die Steuerknöpfe 22-28 dem Benutzer, eine von 16 verfügbaren diskreten Leistungseinstellungen einschliesslich der Leistungseinstellung AUS für das entsprechende Heizelement zu wählen. Selbstverständlich könnte eine grössere oder eine kleinere Anzahl von Leistungseinstellungen vorgesehen werden. Ausserdem könnte eine andere Vorrichtung zur Wahl der Leistungseinstellung durch den Benutzer, beispielsweise eine digitale Tastatur, benutzt werden.

Die Leistungssteuereinrichtung 42 steuert den Prozentsatz an Zeit, während der jedem der Heizelemente 12 Leistung gemäss der durch die Bedienungsperson gewählten Leistungseinstellung zugeführt wird.

In der hier beschriebenen Ausführungsform wird eine vorbestimmte Steuerperiode, die eine feste Anzahl von Steuerintervallen enthält, als Zeitbasis für die Leistungssteuerung benutzt. Jedes Heizelement wird für eine besondere Anzahl von Steuerintervallen während jeder Steuerperiode eingeschaltet, die auf der entsprechenden, durch die Bedienungsperson gewählten Leistungseinstellung basiert. Das Verhältnis von Einschaltsteuereintervallen zu den gesamten Steuerintervallen in der Steuerperiode, ausgedrückt als ein Prozentsatz, d.h. die relative Einschaltdauer wird im folgenden als Tastverhältnis bezeichnet. Jedes Steuerintervall umfasst acht Zyklen des Standardsignals von 240 V, 60 Hz, was einer Periode von ungefähr 133 ms ent-

spricht. Jede Steuerperiode enthält 128 Steuerintervalle, was einer Periode mit einer Dauer von 17 s entspricht. Die Dauer des Steuerintervalls und die Dauer der Steuerperiode wurden so gewählt, dass sich ein zufriedenstellender Bereich von Leistungseinstellungen für die gewünschte Kochleistung ergibt, der unter Verwendung von relativ langsamen Relaischaltvorrichtungen implementiert und so programmiert werden kann, dass von dem Mikroprozessorspeicher wirksam Gebrauch gemacht wird. Es ist klar, dass Steuerintervalle und Steuerperioden längerer oder kürzerer Dauer ebenfalls benutzt werden können.

Bei der Steuerung wird der Prozentsatz der EIN-Zeit oder das Tastverhältnis für jeden Leistungswert erhalten, indem das besondere Heizelement für eine vorbestimmte Anzahl von Steuerintervallen während jeder Steuerperiode eingeschaltet wird. Die Tabelle I zeigt den Prozentsatz der EIN-Zeit und die Anzahl der Einschaltsteuerintervalle pro Steuerperiode für jede der 16 Leistungseinstellungen. Die Tastverhältnisse wurden für jeden der Leistungszyklen empirisch bestimmt, um den gewünschten Bereich von Kochtemperatur für eine zufriedenstellende Kochleistung zu erhalten. Selbstverständlich könnten auch andere Tastverhältnisse benutzt werden.

TABELLE I

Spalte 1	Spalte 2	Spalte 3	Spalte 4	Spalte 5	Spalte 6	Spalte 7
Gewählter Leistungswert	% EIN-Zeit	EIN-Steuerintervalle pro Steuerperiode	AUS-Steuerintervalle	Heizelementenergie-zählererhöhungsgeschwindigkeit (Zählungen pro gespeistem Steuerintervall)	Heizelementenergie-zählererhöhungsgeschwindigkeit (Zählungen pro Steuerperiode)	Max. HEC-Zählerstand
0	0	0	128	1/2	-64	--
1	2	3	125	5 1/3	16	4096
2	3	4	124	5 1/3	21 1/3	4096
3	5	7	121	5 1/3	37 1/3	4096
4	8	10	118	5 1/3	53 1/3	4096
5	11	14	114	4	56	5120
6	14	18	110	4	72	5120
7	20	26	102	4	104	5120
8	26	33	95	2 2/3	88	6144
9	33	42	86	2 2/3	112	6144
10	41	53	75	2 2/3	141 1/3	6144
11	50	64	64	2	128	8192
12	60	80	48	2	160	8192
13	72	96	32	2	192	8192
14	85	112	16	2	224	8192
15	100	128	0	2	256	8192

Es sei daran erinnert, dass es ein Ziel der Erfindung ist, eine Information über die ungefähre Heizelementtemperatur für jede der Heizeinheiten zu liefern, ohne dass irgendeine Art von Temperaturfühler benutzt wird. Zu diesem Zweck ist ein Heizelementenergiezähler 46 für jedes Heizelement vorgesehen, der so erhöht wird, dass der Zählerstand des Zählers ungefähr proportional zu der Temperatur oder, grundsätzlicher ausgedrückt, zu der relativen Energiebilanz des Heizelements ist.

Die Zählersteuereinrichtung 48 spricht auf die Leistungsteuereinrichtung 42 an, um den Zählerstand des Energiezählers 46 wahlweise mit einer von mehreren möglichen Erhöhungsgeschwindigkeiten zu erhöhen, von denen jede zu der Anstiegsgeschwindigkeit der Heizelementtemperatur während der transienten Aufheizphase, in der die Temperatur des Heizelements auf dessen Betriebstemperatur ansteigt, ungefähr proportional ist. Die gewählte besondere Erhöhungsgeschwindigkeit wird durch die gewählte Leistungseinstellung festgelegt. Die Zählersteuereinrichtung 48 bewirkt weiter, dass das Erhöhen des Zählerstands des Energiezählers 46 unterbrochen wird, wenn der Zählerstand des Zählers wenigstens gleich einem gewählten von mehreren maximalen Zählerständen ist, von denen jeder zu der stationären Heizelementbetriebstemperatur für entsprechende Leistungseinstellungen ungefähr proportional ist. Der aus die-

sen mehreren maximalen Zählerständen ausgewählte besondere maximale Zählerstand wird ebenfalls durch die durch die Bedienungsperson gewählte Leistungseinstellung festgelegt.

Die Zählersteuereinrichtung 48 bewirkt weiter, dass der Zählerstand des Energiezählers 46 vermindert wird. In der Ausführungsform der Erfindung, die hier zuerst beschrieben wird, vermindert die Zählersteuereinrichtung 48 den Zählerstand des Energiezählers 46 mit einer vorbestimmten Verminderungsgeschwindigkeit in Abhängigkeit von der Wahl der Leistungseinstellung AUS. Diese Verminderungsgeschwindigkeit ist so gewählt, dass sie ungefähr proportional zu der tatsächlichen Abnahme-geschwindigkeit der Heizelementtemperatur während dieser Abkühlungsphase ist. Dadurch, dass der Zählerstand des Heizelementenergiezählers 46 auf diese Weise erhöht und vermindert wird, ist der Zählerstand des Heizelementenergiezählers 46 ungefähr proportional zu der Temperatur des Heizelements, was ein ungefähres Mass für die Heizelementtemperatur ergibt, ohne dass ein Fühler erforderlich ist. Die Erhöhungsgeschwindigkeiten pro Steuerperiode einschliesslich der Verminderungsgeschwindigkeit für die Einstellung AUS und die maximalen Zählerstände sind in den Spalten 6 bzw. 7 der Tabelle I für jede der Leistungseinstellungen gezeigt. Diese Werte wurden durch einen Prozess empirischen Testens gewählt, der darauf gerichtet war, Werte zu finden, die dem besonderen Heizelement eine zufriedenstellende Leistungsfähigkeit geben. Selbstverständlich hängen die gewählten besonderen Geschwindigkeiten von den Kenn-daten des Heizelements selbst sowie von dem Tastverhältnis, mit dem es arbeitet, ab. Die Geschwindigkeiten sollten daher für das besondere System, in welchem die Zähleranordnung benutzt wird, empirisch bestimmt werden.

Die Information, die der Heizelementenergiezähler 46 liefert, ist in dem Steuersystem zum Ausführen einer Vielfalt von Funktionen brauchbar. Es kann beispielsweise erwünscht sein, die Ausführung einer gewissen Betriebsfunktion einzuleiten wenn ein gewisser Betriebszustand vorhanden ist, der durch einen gewissen Energiewert oder Temperaturwert gekennzeichnet werden kann. Dieser Zustand kann zwecks Einleitung der Funktion erfasst werden, indem der Zählerstand des Energiezählers 46 mit einem empirisch ermittelten Referenzwert verglichen wird. Die gewünschte Funktion kann dann eingeleitet werden, wenn die gewünschte Beziehung zwischen dem Zählerstand und dem Referenzwert erkannt wird.

Gemäss einem Aspekt der Erfindung sind Anzeigeeinrichtungen 50 vorgesehen, um ein Signal zu erzeugen, das durch die Bedienungsperson des Gerätes erkennbar ist und angibt, dass die Temperatur von wenigstens einem der Heizelemente relativ hoch ist. Das wird erreicht, indem der Zählerstand des Heizelementenergiezählers 46 mit einem Referenzwert verglichen wird, der so gewählt ist, dass er einer besonderen Temperatur entspricht, über der das Heizelement unangenehm heiss ist und nicht berührt werden sollte. Wenn der Zählerstand wenigstens gleich diesem Referenzwert ist, erzeugt die Anzeigeeinrichtung 50 ein Warnsignal. In der hier beschriebenen Ausführungsform dient die Anzeigeeinrichtung 50 zum Speisen einer einzelnen Anzeigelampe 32, wodurch dem Benutzer ein sichtbares Signal geliefert wird, dass wenigstens eines der Heizelemente relativ heiss ist. Es könnte ohne weiteres eine gesonderte Lampe oder ein gesondertes Licht für jedes Heizelement benutzt werden. Ebenso könnten auch andere Einrichtungen zum Anzeigen eines Zustands benutzt werden, wie beispielsweise eine Tonfrequenzsignalerzeugungseinrichtung. Ein beträchtlicher Vorteil dieser Anordnung ist, dass die Anzeigelampe auch nach dem Abschalten des Heizelements eingeschaltet bleibt, bis der Zählerstand des Heizelementenergiezählers auf den Referenzwert, vermindert ist, wodurch der Bedienungsperson eine Anzeige geliefert wird, dass das Heizelement heiss bleibt, obgleich das Heizelement bereits abgeschaltet ist und nicht mehr mit Strom versorgt wird.

Das Steuersystem, an dessen Beispiel die Steueranordnung nach der Erfindung im folgenden beschrieben wird, enthält die Erfindung in einem umfassenderen Leistungssteuersystem, das ausführlicher in einer weiteren Patentanmeldung der Anmelderin erläutert wird. Dieses umfassendere System benutzt ebenfalls die Heizelementenergiezählerinformation beim Implementieren von gewissen transienten Betriebsarten, die mit Schnellaufheizung und Schnellabkühlung bezeichnet werden. Diese Betriebsarten werden vorgesehen, um die Zeit zu verringern, die die Heizelementtemperatur benötigt, um auf Änderungen in der Wahl des Leistungswertes anzusprechen.

Die Schnellaufheizbetriebsart wird, allgemein gesagt, implementiert, wenn der gewählte Leistungswert von einer Leistungseinstellung, bei der es sich entweder um die Einstellung AUS oder um die Einstellung Nicht-AUS handeln könnte, in eine höhere Leistungseinstellung geändert wird. In dieser Betriebsart wird das Heizelement für eine vorbestimmte, relativ kurze Zeitspanne bei einem Leistungswert gespeist, der höher ist als der neu gewählte Wert, um die Ansprechzeit zu verringern, die die Heizelementtemperatur benötigt, um auf die normale Betriebstemperatur anzusteigen, die der neuen Leistungseinstellung zugeordnet ist. Um ein Überspringen über die stationäre Betriebstemperatur hinaus für die neu gewählte Leistungseinstellung zu verhindern, ist es nicht erwünscht, die Schnellaufheizbetriebsart einzuleiten, wenn das Heizelement bereits auf einer Temperatur arbeitet, die höher ist als eine gewisse vorbestimmte Schnellaufheizschwellentemperatur. Vor dem Einleiten der Schnellaufheizbetriebsart wird deshalb eine Prüfung durchgeführt, um festzustellen, ob der Zählerstand des Heizelementenergiezählers einen vorbestimmten Schwellenreferenzwert oder -zählerstand übersteigt, der ungefähr proportional zu der Schnellaufheizschwellentemperatur ist. Wenn das nicht der Fall ist, wird die Schnellaufheizbetriebsart eingeleitet, und die Leistungssteuereinrichtung 42 betreibt das Heizelement in der Schnellaufheizbetriebsart. Wenn der Zählerstand den Referenzwert übersteigt, wird die Schnellaufheizbetriebsart nicht eingeleitet.

Es kann ausserdem erwünscht sein, die Schnellaufheizbetriebsart nicht einzuleiten, wenn die gewählte Leistungseinstellung eine so niedrige Einstellung ist, dass der Betrieb in der Schnellaufheizbetriebsart zur Folge hätte, dass die Heizelementtemperatur über die gewünschte Temperatur überschwingt. Zu diesem Zweck kann das Steuersystem so ausgebildet werden, dass die Schnellaufheizbetriebsart nur implementiert wird, wenn der neu gewählte Leistungswert höher als ein vorbestimmter Wert ist, über welchen sie ausgeführt werden kann, ohne dass es zu einem Überspringen kommt.

Die Schnellabkühlbetriebsart wird, allgemein gesagt, implementiert, wenn die gewählte Leistungseinstellung von einer Leistungseinstellung auf eine niedrigere Leistungseinstellung geändert wird. In dieser Betriebsart wird das Heizelement für eine vorbestimmte Zeitspanne bei einem Leistungswert gespeist, der niedriger ist als der neu gewählte Leistungswert, um die Zeit zu verringern, die die Heizelementtemperatur benötigt, um auf die niedrigere Betriebstemperatur abzunehmen, die der neu gewählten Leistungseinstellung zugeordnet ist. Es gibt, ebenso wie in der Schnellaufheizbetriebsart, gewisse Bedingungen, unter denen es unerwünscht sein würde, die Schnellabkühlbetriebsart zu implementieren. Insbesondere, wenn die Temperatur des Heizelements zu der Zeit, zu der die niedrigere Leistungswerteinstellung gewählt wird, bereits unter einer gewissen vorbestimmten Schnellabkühl-schwellentemperatur ist, könnte der Betrieb in der Schnellabkühlbetriebsart ein Überspringen verursachen, aufgrund dessen die Heizelementtemperatur vorübergehend unter die neue gewünschte Betriebstemperatur sinkt. Zum Vermeiden dieser Form des Überspringens wird der Zählerstand des Energiezählers 46 wieder geprüft, diesmal um festzustellen, ob der Zählerstand kleiner als ein zweiter Schwellenreferenzwert oder -zählerstand ist, der ungefähr proportional zu der Schnell-

abkühltschwellentemperatur ist. Wenn der Zählerstand kleiner als dieser zweite Schwellenreferenzwert ist, was bedeutet, dass das Heizelement bereits auf einer relativ niedrigen Temperatur ist, wird die Schnellabkühlbetriebsart nicht implementiert; andernfalls betreibt die Steuereinrichtung 42 das Heizelement in der Schnellabkühlbetriebsart.

Es kann, ebenso wie in der Schnellaufheizbetriebsart, erwünscht sein, die Schnellabkühlbetriebsart bei Leistungseinstellungen oberhalb einer relativ hohen Einstellung nicht zu implementieren, um einen vorübergehenden Abfall der Betriebstemperatur unter die gewünschte neue Betriebstemperatur zu vermeiden. Zu diesem Zweck kann das Steuersystem so ausgebildet werden, dass die Schnellabkühlbetriebsart nur dann implementiert wird, wenn die neu gewählte Leistungseinstellung unter einer vorbestimmten, relativ hohen Leistungseinstellung ist, unterhalb welcher die Schnellabkühlbetriebsart ohne Überspringen implementiert werden kann.

Zusätzlich zu der Schnellaufheiz- und der Schnellabkühlbetriebsart bietet das im folgenden ausführlicher beschriebene umfassende Steuersystem eine zusätzliche transiente Betriebsart, nämlich Sofort-Ein. Die Zählerinformation wird jedoch bei der Implementierung dieser Betriebsart nicht benutzt. Der Zweck der Sofort-Ein-Betriebsart besteht darin, für ein relativ schnelles Ansprechen zu sorgen, wenn die Bedienungsperson die Leistungseinstellung eines Heizelements von AUS in eine Leistungseinstellung Nicht-AUS ändert. Da die gesamte Steuerperiode eine Dauer in der Größenordnung von 17 s hat, ist es möglich, dass die Bedienungsperson eine Leistungseinstellung während der letzten Stufen der Steuerperiode wählt, in welchem Fall eine Zeitspanne von mehreren Sekunden verstreichen könnte, bevor dem Heizelement irgendeine Leistung zugeführt wird, was dazu führt, dass sich der Benutzer fragt, ob die gewählte Leistungseinstellung eingegeben worden ist oder nicht. Zum Überwinden dieses Problems wird in der Sofort-Ein-Betriebsart das Heizelement bei der maximalen Leistungseinstellung für eine vorbestimmte Zeitspanne betrieben, die mit dem nächsten Steuerintervall beginnt, und zwar ungeachtet der gewählten tatsächlichen Leistungseinstellung, so dass dem Heizelement genau während des nächsten Steuerintervalls Leistung zugeführt wird, ungeachtet dessen, wo sich das System in der Steuerperiode befindet, wenn die Wahl getroffen wird.

B. Parameterauswahlüberlegungen

Der Temperaturgang von Widerstandsheizelementen des normalerweise für Kochgeräte benutzten Typs kann, wenn die Heizelemente bei Raumtemperatur mit Strom versorgt werden, insgesamt durch Heizkurven gekennzeichnet werden, die eine Aufheizphase und eine stationäre oder Beharrungsphase aufweisen. Wenn die Leistungszufuhr verringert oder vollständig abgeschaltet wird, kann der Temperaturgang durch eine Abkühlphase gekennzeichnet werden. Eine Schar von solchen Kurven für ein typisches Heizelement, das als Oberflächenheizeinheit in einem elektrischen Kochherd benutzt wird, ist in Fig. 4 für verschiedene Leistungseinstellungen gezeigt. Die Aufheizphase ist durch den Teil der Kurve dargestellt, der durch einen relativ schnellen Anstieg der Heizelementtemperatur gekennzeichnet ist; die stationäre Phase ist durch den Teil der Kurve dargestellt, der durch eine relativ konstante Temperatur gekennzeichnet ist; und die Abkühlphase ist durch den Teil der Kurve dargestellt, der durch eine relativ schnell abnehmende Temperatur im Anschluss an das Abschalten des Heizelements gekennzeichnet ist. Die gezeigten Temperaturen sind diejenigen, die an der Innenseite eines Kochtopfes gemessen werden, der mit dem Heizelement in Berührung ist. Das Heizelement ist auf Raumtemperatur, wenn es zum erstenmal gespeist wird, und die Leistung mit dem geeigneten Wert wird zugeführt, bis die stationäre Temperatur erreicht ist. Das Heizelement arbeitet auf diesem stationären Wert, bis die Leistung abgeschaltet wird,

wobei sich ab dieser Zeit das Heizelement auf Raumtemperatur abkühlt. Bei den meisten herkömmlichen Kochgefäßen sind die Steigungen der Heizkurven in erster Näherung von den Belastungszuständen unabhängig. Das ungefähre Ansprechen auf Änderungen in den Leistungseinstellungen kann aus diesen Kurven ermittelt werden, indem die Kurve aufgesucht wird, die der neuen Einstellung entspricht, und zwar beginnend an dem Temperaturpunkt, der die Temperatur des Heizelements darstellt, wenn die Einstellung geändert wird.

Die Temperatur eines Heizelements spiegelt die Gesamtenergiebilanz wider. Wenn die Leistung dem Heizelement der Raumtemperatur zum erstenmal zugeführt wird, wird die Leistung dem Heizelement aus der Stromquelle mit einer Geschwindigkeit zugeführt, die grösser ist als die, mit der das Heizelement die Energie mittels Abstrahlung und Leitung durch Wärmeübertragung an die Umgebung abgibt, was insgesamt zu einem Anstieg des Energiewerts des Heizelements führt. Dieser Gesamtanstieg des Energiewerts führt zu einer Zunahme der Temperatur des Heizelements. Später erreicht das Heizelement eine Temperatur, bei der es Energie mit einer Geschwindigkeit abführt, die gleich der Energie ist, die von der Stromquelle geliefert wird, wobei sich zu diesem Zeitpunkt die Temperatur einpendelt, d.h. die Temperaturkurve flach wird und das System in seiner stationären Phase oder Betriebsart arbeitet. Wenn das Heizelement abgeschaltet wird, führt das Heizelement Energie ab, was zu einer Temperaturabnahme führt, bis die Heizelementtemperatur wieder die Raumtemperatur erreicht.

Durch Erhöhen oder Vermindern des Zählerstands eines Zählers mit Geschwindigkeiten, die die Geschwindigkeiten annähern, mit denen die Gesamtenergiebilanz des Heizelements zunimmt oder abnimmt, ist der Zählerstand des Energiezählers in jedem Zeitpunkt ungefähr proportional zu dem Gesamtenergiewert, der durch eine besondere Temperatur gekennzeichnet ist. Es ist daher möglich, eine Zählerstandsverminderungsgeschwindigkeit für jede Leistungseinstellung empirisch zu bestimmen, die ungefähr proportional zu dem Temperaturanstieg oder der Energiezunahme für das Heizelement bei dieser besonderen Leistungseinstellung ist. Durch Erhöhen des Zählerstands mit dieser Geschwindigkeit, wenn diese Leistungseinstellung gewählt ist, ist der Zählerstand des Zählers ungefähr proportional zu der Temperatur des Heizelements.

Die Kurven 52 und 54 zeigen Wärmekurven für die Leistungseinstellungen 8 bzw. 11. Die Kurve 56 stellt eine linearisierte Näherung der Kurve für den Leistungswert 12 dar. Die Steigung des Kurventeils 56A stellt eine Zählerstandserhöhungsgeschwindigkeit von 88 Zählungen pro Steuerperiode dar, bei der es sich um die handelt, die in der als Beispiel gewählten Ausführungsform des Zählers implementiert ist, wenn der Leistungswert 8 gewählt wird. Der horizontale Teil 52B der Kurve stellt den maximalen Zählerstand des Zählers für den gewählten Leistungswert dar, der in der als Beispiel gewählten Ausführungsform auf 6144 für den Leistungswert 8 eingestellt ist, und die Steigung des Teils 56C bestimmt die Geschwindigkeit zum Verringern des Zählerstands des Zählers 46. In der hier beschriebenen Ausführungsform beträgt die Geschwindigkeit 64 Zählungen pro Steuerperiode.

Eine Technik zum Implementieren des Zählerstands des Heizenergiezählers, um die Temperatur des Heizelements anzunähern, das der Leistungssteuerung des Typs unterliegt, bei dem das Heizelement periodisch gespeist wird, besteht darin, den Zählerstand des Zählers mit einer gewissen Geschwindigkeit während jedes Steuerintervalls zu erhöhen, wenn das Heizelement gespeist wird, und den Zählerstand des Zählers während Steuerintervallen zu vermindern, wenn es nicht gespeist wird, so dass während jeder Steuerperiode der Zählerstand des Zählers während einer gewissen Anzahl von Steuerintervallen erhöht und während anderen vermindert wird, so dass das Gesamter-

gebnis am Ende der Steuerperiode insgesamt eine Vergrößerung oder Verringerung des Zählerstands des Zählers in bezug auf den Beginn des Steuerintervalls ist. Ein Nachteil dieser Lösung ist, dass sie einen Zähler erfordert, der die Kapazität zum Zählen von sehr grossen Zahlen hat. In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung wird eine Erhöhungsgeschwindigkeit gewählt, die den gewünschten Gesamtanstieg des Zählerstands am Ende jeder Steuerperiode ergibt, der die ungefähre Zunahme der Temperatur des Heizelements während dieser Steuerperiode für das Tastverhältnis darstellt, bei dem das Heizelement arbeitet. Das wird ausgeführt, indem der Zählerstand mit einer relativ niedrigen Geschwindigkeit während gespeister Steuerintervalle erhöht und während nichtgespeister Steuerintervalle konstant gehalten wird.

Das Diagramm in Fig. 5 zeigt die effektiven Erhöhungsgeschwindigkeiten für die verschiedenen Leistungseinstellungen, die in der im folgenden beschriebenen Ausführungsform benutzt werden. Die Anzahl der Zählungen, um die der Zählerstand des Heizelementenergiezählers HEC in jedem gespeisten Steuerintervall für die verschiedenen Leistungseinstellungen erhöht wird, ist in der Tabelle I gezeigt. Es ist zu erkennen, dass die Zählgeschwindigkeit pro Steuerintervall für die niedrigen Leistungseinstellungen höher ist als für die hohen Leistungseinstellungen. Das wird gemacht, um zu berücksichtigen, dass das Heizelement bei niedrigen Temperaturen wirksamer arbeitet. Das heisst, die Speisung des Heizelements für eine bestimmte Zeitdauer bei niedriger Temperatur führt zu einer grösseren Zunahme der Temperatur als die Speisung des Heizelements bei einer hohen Temperatur für dieselbe Zeitdauer. Beim Arbeiten bei niedrigen Leistungseinstellungen wird das Heizelement für weniger Steuerintervalle pro Steuerperiode gespeist, und die Temperatur des Heizelements nimmt relativ langsam zu; für jedes gespeiste Steuerintervall ist jedoch die Zunahme der Temperatur grösser als bei der relativ hohen Leistungseinstellung. Bei der hohen Leistungseinstellung nimmt die Temperatur des Heizelements schnell auf den Wert zu, bei dem die Temperaturzunahme pro Steuerintervall gringer ist. Die hohe Geschwindigkeit pro Intervall für niedrige Leistungseinstellungen und die niedrige Geschwindigkeit pro Intervall für hohe Leistungseinstellungen ergibt somit eine zufriedenstellende Annäherung an die tatsächliche Geschwindigkeit der Temperaturzunahme für die verschiedenen Leistungseinstellungen.

Gemäss Spalte 6 der Tabelle I nimmt die effektive Erhöhungsgeschwindigkeit pro Steuerperiode mit zunehmender Leistungseinstellung nicht zu, wie man erwarten würde. Diese Differenz ergibt sich aufgrund der Tatsache, dass die Anzahl der gespeisten Steuerintervalle pro Steuerperiode mit einer Vergrößerung des Leistungswertes zunimmt. Obgleich der Zählerstand des Zählers mit weniger Zählungen pro gespeistem Steuerintervall erhöht wird, ist daher die Anzahl der gespeisten Steuerintervalle pro Steuerperiode für die höhere Leistungseinstellung viel grösser, was insgesamt zu einer Zählerstandserhöhungsgeschwindigkeit pro Steuerperiode führt, die mit zunehmendem Leistungswert zunimmt.

Die Erhöhungsgeschwindigkeit pro Steuerperiode wird gewählt, um die Geschwindigkeit des Anstiegs der Heizelementtemperatur für jede der Leistungseinstellungen empirisch anzunähern, indem versucht wird, die Kurve der Temperatur über der Zeit für das Heizelement bei jeder der Leistungseinstellungen linear anzunähern. Verschiedene Annäherungsverfahren könnten benutzt werden, um zu der gewünschten Erhöhungsgeschwindigkeit für jede Leistungseinstellung zu gelangen, und zwar in Abhängigkeit von dem gewünschten Genauigkeitsgrad. Es hat sich gezeigt, dass die linearen Näherungen, die als konstante Erhöhungsgeschwindigkeiten pro Steuerperiode in der Tabelle I ausgedrückt sind, zufriedenstellende Ergebnisse für die durch die Steueranordnung nach der Erfindung zu erfüllen-

den Funktionen ergeben. In dem Diagramm in Fig. 5 ist zu erkennen, dass es gewisse Überlappungen gibt. Das resultiert aus einem Kompromiss zwischen der Näherungsgenauigkeit und der Wirtschaftlichkeit der Implementierung. Wenn eine grössere Genauigkeit gewünscht wird, könnten die Geschwindigkeiten, die für jede Leistungseinstellung genauer massgeschneidert sind, empirisch ermittelt und leicht implementiert werden, aber auf Kosten einer beträchtlichen Vergrößerung der erforderlichen Mikroprozessorspeicherkapazität.

Bei der Ausführungsform der Erfindung, die zuerst beschrieben wird, wird, wie oben kurz erwähnt, eine konstante Verminderungsgeschwindigkeit für sämtliche Leistungseinstellungen benutzt. In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung wird eine genauere Lösung verwendet, die unterschiedliche Geschwindigkeiten für unterschiedliche Leistungsgruppen ergibt und Änderungen von höheren auf niedrigere Leistungseinstellungen sowie auf die Einstellung AUS berücksichtigt; die Genauigkeit jedoch, die sich durch die einzelne konstante Geschwindigkeit ergibt, hat sich in der Steueranordnung nach der Erfindung als zufriedenstellend erwiesen. In Fig. 5 und ausserdem in der Tabelle I sind die maximalen Zählerstände für verschiedene Leistungseinstellungen angegeben, und zwar für die Leistungseinstellungen 1-4 bei einem maximalen Zählerstand von 4096, für die Einstellungen 5-7 bei einem maximalen Zählerstand von 5120, für die Einstellungen 8-10 bei einem maximalen Zählerstand von 6144 und für die Einstellungen 11-15 bei einem maximalen Zählerstand von 8192. Es ist empirisch ermittelt worden, dass die maximalen Zählerstände zufriedenstellende Näherungswerte der maximalen Temperatur des Heizelements ergeben. Offenbar würde sich ein genauere Näherungswert ergeben, wenn ein anderer maximaler Zählerstand für jede einzelne Leistungseinstellung benutzt werden würde. Die verbesserte Leistungsfähigkeit würde aber wiederum zusätzliche Speicherkapazität erfordern. Es ist festgestellt worden, dass unter praktischen Gesichtspunkten der zusätzliche Programmiercode, der erforderlich ist, um ein solches Schema zu implementieren, angesichts der zufriedenstellenden Leistungsfähigkeit, die durch die Gruppierung gemäss Fig. 5 erreicht wird, nicht gerechtfertigt wäre.

Die Schwellentemperaturen und entsprechende Schwellenreferenzwerte zum Speisen der Heiss-Anzeigelampe und zum Einleiten der verschiedenen transienten Betriebsarten wurden empirisch gewählt, um die gewünschte Betriebsleistungsfähigkeit zu erreichen. Es wurde festgestellt, dass es erwünscht wäre, die Heiss-Anzeigelampe, die dem Benutzer meldet, dass das Heizelement heiss war, einzuschalten, wenn die Temperatur des Heizelements einen Wert von 43,3°C (110°F) überschreitet. Diese Temperatur wurde als eine zweckmässige Übergangstemperatur zwischen relativ kalten und relativ heissen Einstellungen gewählt. Oberhalb dieser Temperatur ist das Heizelement zumindest unangenehm heiss und sollte nicht berührt werden. Der Heizelementenergiezählerstand, für den empirisch gefunden worden ist, dass er für die beschriebene Ausführungsform ungefähr proportional zu dieser Temperatur ist, ist ein Zählerstand von 256. Eine Schwellentemperatur, oberhalb welcher es unerwünscht und unnötig ist, die Schnellaufheizbetriebsart zu implementieren, weil die Implementierung ein Überspringen verursachen kann, ist empirisch mit 176,7°C (350°F) ermittelt worden. Es hat sich gezeigt, dass ein Schwellenzählerstand oder Schwellenreferenzwert von 4096 bei der beschriebenen Ausführungsform zu dieser Temperatur ungefähr proportional ist. Die Schnellabkühlgeschwindigkeit, unterhalb welcher es unerwünscht und unnötig ist, die Schnellabkühlbetriebsart zu implementieren, ist empirisch mit 260°C (500°F) ermittelt worden. Es ist empirisch festgestellt worden, dass ein Schwellenzählerstand oder Schwellenreferenzwert von 6144 zu dieser Temperatur ungefähr proportional ist.

C. Arbeitsweise des Systems

Auf das Funktionsblockschaltbild in Fig. 6, das ein Steuersystem nach der Erfindung zum Implementieren der Betriebsarten für ein einzelnes Heizelement veranschaulicht, wird beim ausführlicheren Beschreiben der Arbeitsweise des Steuersystems, das die Temperaturüberwachungsanordnung nach der Erfindung enthält, Bezug genommen. Die Arbeitsweise des Systems ist bei mehreren Heizelementen dieselbe, denn es ist lediglich erforderlich, die Steueranordnung für jedes zusätzliche Heizelement zu duplizieren.

Der Betrieb des Steuersystems ist mit den Nulldurchgängen des Leistungssignals, das an die Klemmen L1 und L2 angelegt wird, synchronisiert. Ein Nulldurchgangsdetektor 52 überwacht das Leistungssignal und erzeugt einen Nulldurchgangsimpuls bei jedem Erkennen eines Nulldurchgangs des Leistungssignals. Das Steuerintervall wird durch einen Steuerintervallzeitgeber 54 festgelegt, der die Nulldurchgänge zählt und einen Ausgangsimpuls für jeweils acht Zyklen des Leistungssignals erzeugt, was einem Impuls pro 16 Zählungen oder Nulldurchgängen entspricht. Der Ausgangsimpuls des Steuerintervallzeitgebers 54 markiert den Beginn jedes Steuerintervalls. Ein Hauptzähler 56 legt die Dauer jeder Steuerperiode durch wiederholtes Zählen einer vorbestimmten Anzahl von Steuerintervallen und Rücksetzen fest. In der beschriebenen Ausführungsform zählt der Hauptzähler 56 von null bis 128 und löscht auf null, wodurch die Dauer der Steuerperiode auf ungefähr 17 s festgesetzt wird. Die Steuerlogik wird am Beginn jedes Steuerintervalls, während welchem eine Schaltvorrichtungstriggerentscheidung für jedes Heizelement für dieses Steuerintervall gemacht wird, einmal vollständig durchlaufen.

Beim Ausführen des Leistungssteuerschemas wird das Ausgangssignal der Leistungseinstellungswähleinrichtung 44, das den durch die Bedienungsperson gewählten gegenwärtigen Leistungswert darstellt, in den Speicher 58 am Beginn jedes Steuerintervalls eingelesen. Der Speicher 58 enthält einen zeitweiligen Speicherbereich KB (nicht dargestellt) und einen permanenten Speicherbereich M(KB) zum Speichern von Steuersignaldaten. Das neu eingegebene digitale Steuersignal aus der Leistungswertwähleinrichtung wird in dem zeitweiligen Speicherbereich KB gespeichert, bis eine Testeinrichtung 60 das Testen dieses Signals auf im folgenden beschriebene Weise beendet hat. Bei Beendigung des Testprozesses wird das in dem zeitweiligen Speicherbereich KB gespeicherte Signal in den permanenten Speicherbereich M(KB) in dem Speicher 58 übertragen, wo es unbegrenzt aufbewahrt wird, bis es durch ein Steuersignal ersetzt wird, das eine später gewählte Leistungseinstellung darstellt. Im übrigen Teil der Beschreibung werden die Bezeichnungen KB und M(KB) gegeneinander austauschbar benutzt, um Bezug auf die Speicherbereiche sowie auf das in diesen Speicherbereichen gespeicherte Signal zu nehmen, wie es üblich ist. In jedem Fall wird sich die Bedeutung aus dem Zusammenhang ergeben.

Um festzustellen, wann die transienten Betriebsarten einzuleiten sind, überwacht die Testeinrichtung 60 KB, um festzustellen, ob die neue Leistungseinstellung die Einstellung AUS, dieselbe Einstellung wie die vorherige Einstellung oder eine Änderung der Einstellung auf einen höheren oder einen niedrigeren Leistungswert ist. Wenn die neue Einstellung gleich der ursprünglichen Einstellung ist, d.h., wenn KB gleich M(KB) ist, was keine Änderung der Leistungseinstellung anzeigt, bleibt M(KB) ungeändert und die Steuerung geht entsprechend weiter. Wenn eine Änderung der Leistungseinstellung von einem Leistungswert auf eine Einstellung AUS erkannt wird, wird KB in M(KB) eingelesen und ersetzt die vorher eingegebene Einstellung. Wenn KB von M(KB) verschieden und keine AUS-Einstellung ist, wird KB weiter getestet, um zwischen einer Vergrößerung der Leistungseinstellung und einer Verringerung der Leistungseinstellung zu unterscheiden und die geeignete transiente Betriebsart einzuleiten. Die Testeinrichtung 60 erzeugt ein Aus-

gangssignal zum Setzen und Rücksetzen von die transienten Betriebsarten steuernden Speicherflipflops, nämlich des Sofort-Ein-Speicherflipflops (IOL) 62, des Schnellaufheizspeicherflipflops (FHL) 68 oder des Schnellabkühlflipflops (FCL) 74, in Zusammenwirkung mit den Heizelementenergiespeicherflipflops 64 und 70 auf eine Weise, die in der oben erwähnten weiteren Patentanmeldung der Anmelderin beschrieben ist.

Die Tastverhältnissteuerung des Heizelements wird durch eine Vergleichseinrichtung 82 ausgeführt, die den Zählerstand des Hauptzählers 56 mit einem digitalen Leistungssignal vergleicht, das die zu implementierende Leistungseinstellung darstellt, um festzustellen, ob das Heizelement während des nächsten Steuerintervalls zu speisen ist. Dieses digitale Leistungssignal stellt digital die tatsächliche Anzahl von EIN-Steuerintervallen pro Steuerperiode für den zu implementierenden Leistungswert dar. Die Anzahl der EIN-Steuerintervalle pro Steuerperiode, die durch das digitale Leistungssignal für jede Leistungseinstellung dargestellt wird, ist in Spalte 3 der Tabelle I gezeigt. Es sei daran erinnert, dass der Zählerstand des Hauptzählers 56, der wiederholt von null bis 127 zählt, einmal in jedem Steuerintervall erhöht wird. Die Vergleichseinrichtung 82 erzeugt ein Ausgangssignal, um das Speicherflipflop (POL) 84 zu setzen, wenn der Zählerstand des Hauptzählers 56 kleiner als das digitale Leistungssignal ist. Wenn beispielsweise das Heizelement auf dem Leistungswert 6 betrieben wird, ist das Heizelement für 18 Steuerintervalle während jeder Steuerperiode zu speisen. Für den Leistungswert 6 ist das Leistungssignal eine digitale Darstellung der Zahl 18. Während jeder Steuerperiode wird der Zählerstand des Hauptzählers 56 kleiner sein als das Leistungssignal für Zählerstände von null bis 17, was 18 Zählungen entspricht und grösser oder gleich dem Leistungswertsignal für die übrigen 110 Zählungen der Steuerperiode ist. Daher wird das Speicherflipflop (POL) 84 für die ersten 18 Steuerintervalle jeder Steuerperiode gesetzt.

Im stationären Betrieb stellt das digitale Leistungssignal den gewählten tatsächlichen Leistungswert M(KB) dar. Wenn dagegen eine der transienten Betriebsarten implementiert wird, setzt jedoch die Vergleichseinrichtung 82 einen Wert an die Stelle des digitalen Leistungssignals, der ungleich dem ist, welcher dem tatsächlichen Leistungswertsignal entspricht. Wenn das Sofort-Ein-Speicherflipflop (IOL) 62 gesetzt wird, was die Sofort-EIN-Betriebsart verlangt, wird ein Digitalleistungssignalewert von 128, der der maximalen Leistungswerteinstellung entspricht, an die Stelle des Wertes gesetzt, der die tatsächliche Leistungswerteinstellung darstellt. Wenn das Schnellabkühlspeicherflipflop (FCL) 74 gesetzt wird, was die Schnellabkühlbetriebsart verlangt, setzt die Vergleichseinrichtung 82 einen Wert an die Stelle des digitalen Leistungssignals, der einem Leistungswert entspricht, welcher sechs Werte unter der tatsächlich gewählten Leistungseinstellung liegt, oder der AUS-Einstellung, wenn die neu gewählte Einstellung innerhalb von sechs Werten der AUS-Einstellung liegt. Wenn beispielsweise die neu gewählte Leistungseinstellung der Leistungswert 8 ist, ist das tatsächliche Leistungswertsignaleinstellsignal die digitale Darstellung der Zahl 33. Während des Betriebes in der Schnellabkühlbetriebsart stellt jedoch das Leistungssignal den Leistungswert 2 dar, d.h. die digitale Darstellung der Zahl 4. Ebenso, wenn das Schnellaufheizspeicherflipflop (FHL) 68 gesetzt wird, setzt die Vergleichseinrichtung 82 ein Leistungssignal ein, das der Leistungseinstellung entspricht, die sechs Werte höher als die tatsächlich gewählte Leistungseinstellung ist, oder der maximalen Einstellung, wenn die tatsächliche Leistungseinstellung innerhalb von sechs Werten der maximalen Leistungseinstellung liegt. Wenn beispielsweise die neu gewählte Leistungswerteinstellung der Leistungswert 8 ist, wird das Leistungssignal, das dem Leistungswert 14 entspricht, welcher die Zahl 112 darstellt, für das Leistungssignal, das die tatsächlich gewählte Leistungseinstellung darstellt, eingesetzt.

Die Steueranordnung nach der Erfindung enthält, wie oben bereits kurz erwähnt, einen Heizelementenergiezähler 46 zum indirekten Überwachen der ungefähren Temperatur des Heizelements. Die Zählersteuereinrichtung 48 spricht auf das digitale Leistungssignal, das durch die Vergleichseinrichtung 82 verwendet wird, an und erhöht den Zählerstand des Heizelementenergiezählers 46 mit einer Geschwindigkeit, die durch dieses Leistungssignal festgelegt ist. Die Zählersteuereinrichtung 48 bewirkt, dass das Erhöhen des Zählerstands des Heizelementenergiezählers 46 unterbrochen wird, wenn ein vorbestimmter maximaler Zählerstand erreicht wird, der durch die Leistungseinstellung bestimmt wird, bei der das Heizelement gespeist und betrieben wird. Die Zählervergleichseinrichtung 86 vergleicht den Zählerstand des Heizelementenergiezählers 46 mit drei verschiedenen vorbestimmten Schwellenzählerständen, die Schwellentemperaturen entsprechen.

Der erste Schwellenzählerstand stellt die Heiss-Anzeigelampe-Schwellentemperatur dar, über welchem das Heizelement unangenehm heiss ist und nicht berührt werden sollte. Wenn festgestellt wird, dass der Zählerstand des Heizelementenergiezählers 46 grösser als dieser erste vorbestimmte Zählerstand ist, erzeugt die Zählervergleichseinrichtung 86 ein Signal, welches das Heizelementenergiespeicherflipflop HELO 88 setzt. Das Setzen des Speicherflipflops HELO 88 betätigt die Anzeigeeinrichtung 50, die ein Signal liefert, das für die Bedienungsperson erkennbar ist und dieser meldet, dass die Temperatur des Heizelements 12 grösser als die erste Schwellentemperatur ist und dass daher das Heizelement zum Berühren zu heiss ist.

Der zweite Schwellenzählerstand stellt die Schnellaufheisschwellentemperatur dar. Es sei daran erinnert, dass es erwünscht ist, die Schnellaufheizbetriebsart nicht einzuleiten, wenn die Temperatur des Heizelements über dieser Temperatur ist, damit ein Überspringen der Betriebstemperatur bei der neu gewählten höheren Leistungseinstellung vermieden wird. Beim Erkennen, dass der Zählerstand des Heizelementenergiezählers 46 den zweiten Zählerstand übersteigt, setzt die Zählervergleichseinrichtung 86 das Heizelementenergiespeicherflipflop HEL1 64. Wenn das Speicherflipflop HEL1 gesetzt ist, blockiert ein UND-Gatter 66 des Schnellaufheizsetzsignals aus der Testeinrichtung 60 an dem Schnellaufheizspeicherflipflop 68 und verhindert das Einleiten der Schnellaufheizbetriebsart. Wenn das Speicherflipflop HEL1 in seinem Rücksetzzustand ist, ist das Gatter 66 freigegeben, und das Signal aus der Testeinrichtung 60 wird zu dem Schnellaufheizspeicherflipflop 68 durchgelassen, das den Betrieb in der Schnellaufheizbetriebsart beim Erkennen eines Wechsels von einer Einstellung zu einer höheren Leistungseinstellung einleitet.

Der dritte Schwellenzählerstand stellt die Schnellabkühl-schwellentemperatur dar. Es sei daran erinnert, dass es erwünscht ist, die Schnellabkühlbetriebsart nicht einzuleiten, wenn die Temperatur des Heizelements kleiner als diese Temperatur ist, damit das Überspringen der Temperatur für die neu gewählte niedrigere Leistungseinstellung vermieden wird. Die Zählervergleichseinrichtung 86 setzt, wenn sie feststellt, dass der Zählerstand des Zählers 46 diesen dritten vorbestimmten Zählerstand übersteigt, das Heizelementenergiespeicherflipflop HEL2 70. Wenn das Speicherflipflop HEL2 gesetzt ist, lässt ein UND-Gatter 72 das Schnellabkühlsignal aus der Testeinrichtung 60 zu dem Schnellabkühl-speicherflipflop 74 durch, welches das Einleiten der Schnellabkühlbetriebsart freigibt, wenn eine Verkleinerung der Leistungseinstellung erkannt worden ist. Das Schnellabkühl-speicherflipflop kann daher nur gesetzt werden, wenn der Zählerstand des Heizelementenergiezählers 46 grösser als der Schnellabkühl-schwellenzählerstand ist.

Um die Arbeitsweise des Systems an einem Beispiel zu demonstrieren, wird angenommen, dass die letzte eingegebene Leistungseinstellung AUS war, dass das Heizelement auf Raumtemperatur ist und dass die neu gewählte Leistungseinstel-

lung der Leistungswert 10 ist. Wenn die Bedienungsperson den Drehknopf 22 (Fig. 1 und 3) auf die Stellung 10 einstellt, wird das Signal, das diese Wahl darstellt, als KB im Speicher am Beginn des nächsten Steuerintervalls gespeichert. Die Testeinrichtung 60 prüft KB, ob es sich um eine AUS-Einstellung handelt. Die Testeinrichtung 60 prüft dann, um festzustellen, ob die vorherige Einstellung, die nun in M(KB) gespeichert ist, eine AUS-Einstellung war. Wenn sie feststellt, dass das neue Signal eine der Leistungseinstellungen 1-15 ist und dass die vorherige Einstellung eine AUS-Einstellung war, setzt die Testeinrichtung 60 das Sofort-Ein-Speicherflipflop (IOL) 62, so dass die Sofort-Ein-Betriebsart eingeleitet wird. Die Vergleichseinrichtung 82 spricht darauf an, indem sie die Leistungseinstellung 15 implementiert. Die Vergleichseinrichtung 82 arbeitet auf diese Weise für eine vorbestimmte Zeitspanne in der Grössenordnung von 4,3 s weiter, bis ein Sofort-Ein-Zeitgeber 76 seine Zeitsperre erreicht, das Sofort-Ein-Speicherflipflop 62 rücksetzt und dadurch die Sofort-Ein-Betriebsart beendet.

Während des Arbeitens in der Sofort-Ein-Betriebsart wird der Zählerstand des Heizelementenergiezählers 46 mit einer Geschwindigkeit von 2 Zählungen pro gespeistem Steuerintervall erhöht (Tabelle I). Bei dem Leistungswert 15 wird das Heizelement in jedem Steuerintervall gespeist. Die Gesamtzählerstands-erhöhungsgeschwindigkeit beträgt daher 256 Zählungen pro Steuerperiode. Bei einer Sofort-Ein-Betriebsart von grob 4,3 s Dauer, was ungefähr 1/4 einer Steuerperiode entspricht, wird der Zählerstand des Heizelementenergiezählers 46 um 64 Zählungen erhöht, während er in der Sofort-Ein-Betriebsart arbeitet. Das Speicherflipflop HEL1, welches das Arbeiten in der Schnellaufheizbetriebsart verhindert, wenn es gesetzt ist, wird auf einen Zählerstand von 4096 gesetzt. In dem hier beschriebenen Beispiel wird daher bei Beendigung der Sofort-Ein-Betriebsart das Speicherflipflop HEL1 noch nicht gesetzt, so dass die Schnellaufheizbetriebsart implementiert wird. Es sei beachtet, dass, wenn das Heizelement aufgrund des vorherigen Betriebs, in welchem das Heizelement heiss genug war, um das Speicherflipflop HEL1 zu setzen, sich noch nicht ausreichend abgekühlt gehabt hätte, um das Speicherflipflop HEL1 rückzusetzen, die Schnellaufheizbetriebsart nicht implementiert worden wäre. In der Schnellaufheizbetriebsart wird, wie weiter oben beschrieben, das Heizelement bei sechs Werten oberhalb der tatsächlichen Leistungseinstellung oder dem Wert 15 gespeist, wenn die tatsächliche Einstellung 9 oder darüber ist. In dem hier beschriebenen Beispiel wird das Heizelement daher bei dem Leistungswert 15 für die Dauer der Schnellaufheizbetriebsart gespeist. Die Schnellaufheizbetriebsart wird für ungefähr 17 s fortgesetzt. Da während des Betriebs in der Schnellaufheizbetriebsart für die Leistungseinstellung 10 das Heizelement bei einer Leistungseinstellung 15 betrieben wird, wird der Zählerstand des Heizelementenergiezählers 46 weiterhin mit einer Geschwindigkeit von 2 Zählungen pro Steuerintervall erhöht. Somit wird der Zählerstand des Heizelementenergiezählers um 256 Zählungen von 64 auf 320 während des Betriebs in der Schnellaufheizbetriebsart erhöht. Am Ende der Schnellaufheizbetriebsart wird der stationäre Betrieb bei den gewählten Leistungseinstellungen eingeleitet.

Bevor der stationäre Betrieb beschrieben wird, sei angemerkt, dass in dem hier beschriebenen Beispiel die Heiss-Anzeigelampe während der Schnellaufheizbetriebsart eingeschaltet wird. Die Zählervergleichseinrichtung 86 setzt, wie oben erwähnt, das Heizelementenergiespeicherflipflop HELO auf einen Zählerstand von 256, der die Heiss-Anzeigelampe-Schwellentemperatur von 43,3°C (110°F) darstellt. In diesem Beispiel würde der Zählerstand 256 erreichen, nachdem ungefähr 17 s verstrichen sind, wobei zu diesem Zeitpunkt HELO gesetzt und dadurch bewirkt wird, dass die Anzeigelampe 32 eingeschaltet wird. Die Lampe 32 bleibt eingeschaltet, solange der Zählerstand des Zählers 46 grösser als 256 ist.

Während des stationären Betriebs implementiert die Vergleichseinrichtung 82 die Leistungseinstellung 10, was ein Tastverhältnis von 41% ergibt, indem das Heizelement 12 für die ersten 18 Steuerintervalle jeder Steuerperiode gespeist wird (Tabelle I). Bei Rückkehr zu dem Betrieb mit dem gewählten Leistungswert, dem Wert 10, wird der Zählerstand des Heizelementenergiezählers 46 mit einer Geschwindigkeit von 2 2/3 Zählungen pro gespeistem Intervall erhöht. Bei dem Leistungswert 10 wird das Heizelement für 53 Steuerintervalle pro Steuerperiode gespeist. Der Zählerstand des Heizelementenergiezählers wird daher mit einer Geschwindigkeit von 141 1/3 Zählungen pro Steuerperiode erhöht. Der Zählerstand des Heizelementenergiezählers 46 wird während jedes gespeisten Steuerintervalls weiter erhöht, bis er den maximalen Zählerstand für den Leistungswert 10 von 6144 erreicht, zu welcher Zeit die Zählersteuereinrichtung 48 das Erhöhen des Zählerstands des Heizelementenergiezählers 46 unterbricht. Der Zählerstand bleibt auf diesem Wert, bis entweder eine Leistungseinstellung mit einem höheren Schwellenzählerstand gewählt wird oder die AUS-Einstellung gewählt wird. Wenn eine höhere Einstellung gewählt wird, wird der Zählerstand des Zählers mit einer Geschwindigkeit erhöht, die der neuen Einstellung zugeordnet ist, bis der entsprechende neue Schwellenzählerstand erreicht ist, bei dem das weitere Erhöhen des Zählerstands unterbrochen wird.

Bei Wahl der AUS-Einstellung stellt die Testeinrichtung 60 fest, dass die AUS-Einstellung gewählt worden ist, wobei dann die neue Einstellung von KB nach M(KB) verschoben wird, die Vergleichseinrichtung 82 das Nullastverhältnis implementiert, das der AUS-Leistungseinstellung entspricht, und die Zählersteuereinrichtung 48 daraufhin beginnt, den Zählerstand des Heizelementenergiezählers 46 mit einer Geschwindigkeit von 1/2 Zählung pro Steuerintervall für eine Gesamtrate von 64 Zählungen pro Steuerperiode zu vermindern. Die Heizelementenergiespeicherflipflops werden rückgesetzt, wenn der Zählerstand des Heizelementenergiezählers vermindert wird. Das Heizelementenergiespeicherflipflop HELO bleibt gesetzt, bis der Zählerstand unter den Zählerstand von 256 vermindert ist, wodurch der Bedienungsperson angezeigt wird, dass das Heizelement zu heiss bleibt, um berührt werden zu können, obgleich das Heizelement nicht mehr gespeist wird. Die Geschwindigkeit des Verminderns des Zählerstands des Heizelementenergiezählers 46 nähert die Abkühlgeschwindigkeit des Heizelements an. Daher bleibt die Heizelementenergieleuchte eingeschaltet, bis die Temperatur des Heizelements auf einen sicheren Wert abgenommen hat. In dem hier beschriebenen Beispiel werden ungefähr 26 min benötigt, um den Zählerstand des Heizelementenergiezählers 46 von dem Zählerstand 6144 auf den Wert zu vermindern, bei dem das Heizelementenergiespeicherflipflop HELO 88, das die Speisung der Heiss-Anzeigelampe steuert, rückgesetzt wird, wodurch die Heiss-Anzeigelampe abgeschaltet wird.

D. Mikroprozessormplementierung

Fig. 7 zeigt in vereinfachter Form eine Steuerschaltung auf Mikroprozessorbasis, die die Temperaturüberwachungsanordnung nach der Erfindung innerhalb eines umfassenderen Steuersystems verkörpert. Leistung wird den Heizelementen 12, 14, 16 und 18 durch Anlegen eines Standardwechselstromsignals von 60 Hz und 120 oder 240 V an die Klemmen L1 und L2 zugeführt. Die Heizelemente 12, 14, 16 und 18 sind elektrisch parallel an die Leitungen L1 und L2 über eine Anordnung von Relais RL1, RL2, RL3 und RL4 angeschlossen, die jeweils zwei Kontaktsätze (a) und (b), die zwischen das Heizelement und die Leitungen L1 und L2 geschaltet sind, für die Elemente 12, 14, 16 bzw. 18 haben.

Die Steuersignale zum Öffnen und Schliessen der Relais RL1-RL4 werden von einem Mikroprozessor 102 geliefert. Ein 60-Hz-Signal wird durch einen herkömmlichen Nulldurchgangs-

detektor 103 erzeugt und an den Mikroprozessoreingangskanal K8 angelegt, und zwar zwecks Synchronisierung des Systembetriebs mit den Nulldurchgängen des an die Klemmen L1 und L2 angelegten Leistungssignals. Die Relaissteuersignale aus den Ausgangskanälen R4-R7 werden an Relaispulen RLC1-RLC4 der Relais RL1-RL4 durch eine Relaisreiberschaltung 104 angelegt. Diese Steuersignale werden durch den Mikroprozessor 102 gemäss dem durch den Benutzer gewählten Leistungswert auf im folgenden beschriebene Weise erzeugt.

Eine insgesamt mit der Bezugszahl 108 bezeichnete Leistungswertwählschaltvorrichtung ermöglicht der Bedienungsperson, den gewünschten Leistungswert für jedes der Heizelemente 12, 14, 16 und 18 zu wählen. Die Leistungswertwählschaltvorrichtung enthält eine Gruppe von vier parallelgeschalteten Potentiometern 110-116 zum Steuern der Heizelemente 12, 14, 16 bzw. 18. Eine konstante Referenzspannung liegt an den Potentiometern 110-116 an. Die Schleifarme 110(a), 112(a), 114(a) und 116(a) der Potentiometer 110-116 werden gemäss den Leistungseinstellungen positioniert, die die Bedienungsperson wählt, indem sie die entsprechenden Steuerknöpfe 22-28 betätigt. Ein herkömmlicher A/D-Wandler 118 tastet die Einstellung der Potentiometer 110-116 ab und liefert dem Mikroprozessor 102 ein digitales Eingangssignal, das den für jedes Heizelement gewählten Leistungswert darstellt. Abtastsignale werden von dem Mikroprozessor 112 über Ausgangskanäle 0₀-0₄ abgegeben. Das Leistungswertsignal wird in den Mikroprozessor 102 an dem Eingangskanal K1 eingegeben. Die Signallampe 32 enthält eine herkömmliche Leuchtdiode (LED), die mit dem Ausgangssignal R₁₀ des Mikroprozessors 102 über eine herkömmliche Leuchtdiodentreiberschaltung 120 verbunden ist.

Der Mikroprozessor 102 der Schaltung nach Fig. 7 ist ein Mikroprozessor der Serie TMS 1000. Technische Einzelheiten über die allgemeinen Kenndaten des Mikroprozessors 102 sind in der Veröffentlichung «TMS 1000 Series Data Manual» der Texas Instruments, Inc. vom Dez. 1975 verfügbar.

D.1 Steuerprogramm

Der Mikroprozessor 102 ist so ausgelegt worden, dass er die Steuerfunktionen in der Überwachungsanordnung nach der Erfindung erfüllt, und zwar durch dauerhaftes Festlegen des Festwertspeichers (ROM) des Mikroprozessors derart, dass die vorbestimmten Steuerbefehle implementiert werden. Die Fig. 8-21 sind Flussdiagramme, die die Steuerfunktionen veranschaulichen, welche in dem Steuerprogramm des Mikroprozessors 102 vorgesehen sind, um die Steuerfunktionen gemäss der Erfindung zu erfüllen. Anhand dieser Flussdiagramme kann der einschlägige Fachmann einen Satz von Befehlen zur dauerhaften Speicherung in dem ROM des Mikroprozessors 102 anfertigen. Der Einfachheit und Kürze halber werden die auszuführenden Steuerfunktionen mit Bezug auf die Steuerung des Heizelements 12 beschrieben. Es sei angemerkt, dass bei dem Steuersystem nach Fig. 1 die Routinen während jedes Steuerintervalls einmal für jedes der Heizelemente 12-18 ausgeführt werden. Es sei weiter angemerkt, dass zusätzlich zu den Steuerfunktionen der hier beschriebenen Steueranordnung weitere Steuerfunktionen vorgesehen werden können, die in Verbindung mit anderen Betriebseigenschaften des Gerätes auszuführen sind. Befehle zum Ausführen der Routinen, die in den Flussdiagrammen beschrieben sind, können mit Befehlen und Routinen für andere Steuerfunktionen verschachtelt sein, die nicht Teil der Erfindung sind.

Das Steuerprogramm besteht aus einer Folge von Routinen, die in den Flussdiagrammen dargestellt sind. Das Steuerprogramm wird in jedem Steuerintervall für jedes Heizelement einmal durchlaufen. Es sei angemerkt, dass die Steuerschaltung ständig gespeist wird, während das Gerät eingesteckt ist, und zwar ungeachtet der gewählten Leistungseinstellung. Es folgt nun eine Beschreibung jeder Routine mit Bezug auf das Flussdiagramm.

a) ABTAST-ROUTINE - Fig. 8

Die Funktion dieser Routine besteht darin, die von der Bedienungsperson betätigten Eingabepotentiometer abzutasten, um die für jedes der Heizelemente gewählte Leistungseinstellung festzustellen. Während der Ausführung dieser Routine für ein besonderes Heizelement wird das diesem Heizelement zugeordnete Potentiometer abgetastet.

Es sei darin erinnert, dass es 16 mögliche Leistungseinstellungen gibt, die durch Digitalsignale dargestellt werden, welche der Nummer der Einstellungen von 0 bis 15 entsprechen. In dieser Routine ist PLR ein 4-bit-Digitalwort, das die Referenzspannung in dem A/D-Umwandlungsschema über einen ohmschen Kettenleiternetzwerksteil des A/D-Wandlers 118 einstellt. PLR wird gemäss einem sukzessiven Näherungsverfahren verändert, und die in dem A/D-Wandler 118 erzeugte Spannung wird dann mit der Spannung an dem entsprechenden Potentiometer der durch die Bedienungsperson einstellbaren Potentiometer 110-116 verglichen, um den gewählten Leistungswert zu ermitteln.

Die Suche beginnt in der Mitte mit PLR gleich acht (PLR=1000) (Block 130). Die Abfrage 132 stellt fest, ob die durch die Bedienungsperson gewählte Leistungseinstellung höher ($K1 = 1$) oder niedriger ($K1 = 0$) ist. Wenn sie höher ist, wird PLR gleich 12 gesetzt, indem das Bit 2 gesetzt wird (PLR=1010) (Block 134). Wenn sie niedriger ist, wird PLR gleich 4 gesetzt, indem das Bit 3 rückgesetzt wird (Block 136) und das Bit 2 gesetzt wird (Block 134) (PLR=0010).

Die Abfrage 138 stellt fest, ob die Einstellung höher oder niedriger als das gegenwärtige PLR ist. Wenn sie höher ist, ($K1 = 1$) wird das PLR um 2 vergrössert, indem das Bit 1 gesetzt wird (Block 140). Wenn sie niedriger ist ($K1 = 0$), wird PLR um 2 verringert, indem das Bit 2 rückgesetzt wird (Block 142) und das Bit 1 gesetzt wird.

Die Abfrage 144 stellt fest, ob der gegenwärtige Wert von PLR höher oder niedriger als der Referenzwert ist. Wenn er höher ist, wird PLR um 1 vergrössert, indem das Bit 0 gesetzt wird (Block 146). Wenn er niedriger ist, wird PLR um 1 verringert, indem das Bit 1 rückgesetzt wird (Block 148).

Die Abfrage 150 wiederholt den Höher- oder Niedriger-Test an dem gewählten Wert. Wenn er höher ist, wird PLR in KB eingelesen (Block 152). Wenn er niedriger ist, wird PLR um 1 verringert, indem das Bit 0 rückgesetzt wird (Block 154), und dann wird PLR in KB eingelesen (Block 152).

Der Zählerstand des Hauptzählers (ZCM) wird erhöht (Block 156). Der ZCM-Zählerstand wird durch Abfrage 158 geprüft. Wenn er grösser als 128 ist, wird ZCM rückgesetzt (Block 160). Das Programm verzweigt dann (Block 162) zu der Eingangstestroutine, Fig. 9.

b) EINGANGSTESTROUTINE - Fig. 9 und 10

Die Routine erfüllt hauptsächlich die Funktion der Testeintrichtung 60 nach Fig. 6 und vergleicht KB mit M(KB), um festzustellen, welche, wenn überhaupt, der transienten Betriebsarten eingeleitet werden sollte, und setzt das Sofort-Ein-, das Schnellaufheiz- oder das Schnellabkühl-speicherflipflop.

Die Abfrage 164 stellt fest, ob KB eine AUS-Wahl oder eine Leistungseinstellungswahl ist. Wenn AUS gewählt ist, werden das Sofort-Ein-Speicherflipflop und der Sofort-Ein-Zeitgeber rückgesetzt (Block 166), und das Schnellaufheizspeicherflipflop FHL, das Schnellabkühl-speicherflipflop FCL und die zugeordneten FGT bzw. FCT werden alle rückgesetzt (Block 168). KB wird in den Permanentenspeicher als M(KB) überführt (Block 170). Wenn KB keine AUS-Einstellung ist, stellt die Abfrage 176 fest, ob KB eine Änderung von einer AUS-Einstellung zu einer Leistungseinstellung darstellt, indem sie die vorherige Einstellung M(KB) auf eine AUS-Einstellung hin überprüft. Wenn M(KB) eine AUS-Einstellung ist, wird das Sofort-Ein-Speicherflipflop gesetzt und der Sofort-Ein-Zeitgeber wird rückgesetzt

(Block 178). Das Schnellaufheizspeicherflipflop FHL und das Schnellabkühl-speicherflipflop FCL sowie die Zeitgeber FHT und FCT werden rückgesetzt (Block 168), und KB wird in M(KB) verschoben (Block 170), und das Programm verzweigt (Block 180) zu der Sofort-Ein-Routine, Fig. 11. Wenn KB keine Änderung von AUS zu einer Leistungseinstellung darstellt, geht das Programm zu der Test-II-Routine (Fig. 10), um weitere Tests an KB auszuführen (Block 182).

Die Abfrage 184 stellt fest, ob die neue Einstellung innerhalb eines Leistungswertes der alten Einstellung liegt. Wenn dem so ist, wird die neue Einstellung in den Permanentenspeicher verschoben (Block 186), und das Programm verzweigt zu der Sofort-Ein-Routine (Block 188). Diese befasst sich mit Änderungen von nur einem Wert, als wenn keine Änderung aufgetreten wäre, um irgendeine der transienten Betriebsarten zu implementieren, da die Änderung nicht gross genug ist, dass die transienten Betriebsarten erforderlich sind, um das Ansprechen des Heizelements zu beschleunigen.

Wenn eine neue Einstellung um mehr als einen Leistungswert höher oder niedriger als die vorherige Einstellung ist, überprüft die Abfrage 190 den Zustand des Sofort-Ein-Speicherflipflops. Wenn es gesetzt ist, was bedeutet, dass die Sofort-Ein-Betriebsart vorliegt, wird kein weiterer Test ausgeführt. KB wird in M(KB) verschoben (Block 186), und das Programm verzweigt (Block 188) zu der Sofort-Ein-Routine, Fig. 11. Wenn das Sofort-Ein-Speicherflipflop nicht gesetzt ist, stellt die Abfrage 192 fest, ob die neue Einstellung grösser oder kleiner als die alte Einstellung ist.

Wenn die neue Einstellung eine grössere Leistungseinstellung darstellt, stellt die Abfrage 194 fest, ob diese Vergrösserung der Leistungseinstellung bis zu einer Leistungseinstellung reicht, die grösser als der Referenzleistungswert 4 ist. Wenn dem nicht so ist, werden das Schnellaufheizspeicherflipflop FHL, das Schnellabkühl-speicherflipflop FCL und die zugeordneten Zeitgeber FHT, FCT rückgesetzt (Blöcke 196, 198 und 200), die neue Einstellung KB wird in M(KB) eingelesen (Block 186), und das Programm verzweigt (Block 188) zu der Sofort-Ein-Routine, Fig. 11. Dieser Test, ob $KB > 4$ gilt, wird implementiert, weil es unerwünscht ist, die Schnellaufheizroutine zu implementieren, obgleich eine Leistungswertvergrösserung gewählt worden ist, wenn die neue Leistungseinstellung nicht höher als der Leistungswert 4 ist, da der Betrieb in der Schnellaufheizbetriebsart für Leistungseinstellungen, die niedriger als 5 sind, zu einem vorübergehenden Überspringen über die gewünschte Betriebstemperatur führen könnte. Wenn die neue Leistungseinstellung 5 oder grösser ist, wird HEL1 (Abfrage 202) geprüft, um festzustellen, ob die Heizelementtemperatur bereits über der vorbestimmten Schnellaufheizschwellentemperatur ist. Wenn dem so ist, wird das Schnellaufheizspeicherflipflop FHL rückgesetzt (Block 196), und das Programm geht ohne Implementierung der Schnellaufheizbetriebsart weiter, da das Heizelement bereits über der Schwellentemperatur ist. Wenn jedoch HEL1 nicht gesetzt ist, was anzeigt, dass das Heizelement noch nicht die Schnellaufheizschwellentemperatur erreicht hat, wird das Schnellaufheizspeicherflipflop FHL gesetzt (Block 204), das Schnellabkühl-speicherflipflop FCL wird rückgesetzt (Block 198), die Zeitgeber FHT und FCT werden rückgesetzt (Block 200), die neue Einstellung wird in dem Speicher abgespeichert (Block 186), und das Programm verzweigt (Block 188) zu der Sofort-Ein-Routine, Fig. 11.

Wenn die Abfrage 192 ergibt, dass die neue Leistungseinstellung niedriger als die alte Leistungseinstellung ist, stellt die Abfrage 206 fest, ob die neue Einstellung kleiner als der Referenzleistungswert 11 ist. Wenn ja, wird das Speicherflipflop HEL2 durch die Abfrage 208 überprüft, um festzustellen, ob das Heizelement über der Schwellentemperatur für die Schnellabkühlbetriebsart arbeitet. Wenn ja, wird das Schnellabkühl-speicherflipflop FCL gesetzt (Block 210), das Schnellaufheiz-

speicherflipflop FHL wird rückgesetzt (Block 212), die Zeitgeber FHT und FCT werden rückgesetzt (Block 200), die neue Leistungseinstellung wird in den Permanentspeicher übertragen (Block 186), und das Programm verzweigt (Block 188) zu der Sofort-Ein-Routine, Fig. 11. Wenn die neue Leistungseinstellung 11 oder darüber ist (Nein bei der Abfrage 206), stellt die neue Leistungseinstellung eine Änderung entweder von dem Leistungswert 15 auf den Leistungswert 11, 12 oder 13 oder von dem Leistungswert 14 auf den Leistungswert 12 oder 11 oder von dem Leistungswert 13 auf den Leistungswert 11 dar. Jede dieser Änderungen erfolgt von einem hohen Leistungswert zu einem anderen, relativ hohen Leistungswert, und die Schnellabkühlbetriebsart ist unnötig und kann bewirken, dass die Betriebstemperatur vorübergehend unter die gewünschte neue Betriebstemperatur sinkt. Ausserdem, obgleich die neue Leistungseinstellung niedriger als der Leistungswert 11 ist, wenn HEL2 nicht gesetzt ist (Nein auf die Abfrage 208), was anzeigt, dass die gegenwärtige Temperatur des Heizelements noch nicht über die Schnellabkühlwellentemperatur angestiegen ist, ist es unerwünscht, die Schnellabkühlbetriebsart zu implementieren. Daher wird unter jeder dieser Bedingungen das Schnellabkühl-speicherflipflop FCL rückgesetzt (Block 214), das Schnellaufheizspeicherflipflop FHL wird rückgesetzt (Block 212), der neue Leistungswert wird in den Permanentspeicher M(KB) eingelesen (Block 186), und das Programm verzweigt (Block 188) zu der Sofort-Ein-Routine, Fig. 11.

c) SOFORT-EIN-ROUTINE - Fig. 11

Diese Routine erfüllt eine Funktion der Vergleichseinrichtung 82 nach Fig. 6 beim Implementieren des Betriebes in der Sofort-Ein-Betriebsart durch Einsetzen des Signals, das die maximale Leistungseinstellung darstellt, für die tatsächliche Leistungseinstellung, wenn das Sofort-Ein-Speicherflipflop IOL gesetzt ist, und erfüllt ausserdem die Zeitsteuerfunktion des Sofort-Ein-Zeitgebers 80 nach Fig. 4, um die Dauer des Betriebes in der Sofort-Ein-Betriebsart zu steuern.

Die Abfrage 216 stellt fest, ob das Sofort-Ein-Speicherflipflop IOL gesetzt worden ist oder nicht. Wenn nicht, verzweigt das Programm (Block 238) zu der Schnellaufheizroutine, Fig. 12. Wenn es gesetzt worden ist, was anzeigt, dass es eine Änderung von AUS zu einer Leistungseinstellung gegeben hat, wird der Sofort-Ein-Zeitgeber IOT erhöht (Block 218), und ein Signal, das den Leistungswert 15 darstellt, wird in dem Speicherbereich MKB gespeichert (Block 220). Beim Implementieren der Sofort-Ein-Betriebsart könnte eine einzige Dauer für diese Betriebsart benutzt werden. In der hier beschriebenen Ausführungsform ist jedoch der Mikroprozessor so programmiert, dass er eine Dauer für Leistungseinstellungen, die grösser als 10 sind, und eine kürzere Dauer für Leistungseinstellungen, die kleiner als 10 sind, festsetzt. Die längere Dauer für die höheren Leistungseinstellungen ermöglicht ihnen, schneller zu der gewünschten Betriebstemperatur zu gelangen. Eine kürzere Dauer für die niedrigeren Leistungseinstellungen vermeidet das Überschwingen, das infolgedessen auftreten könnte, wenn die längere Dauer für sämtliche Leistungseinstellungen benutzt würde. Die Abfrage 222 stellt fest, ob die neue Leistungseinstellung grösser oder kleiner als 10 ist. Wenn sie grösser als 10 ist, steuert die Abfrage 224 die Dauer durch Rücksetzen des Sofort-Ein-Speicherflipflops IOL, um die Sofort-Ein-Betriebsart zu beenden, wenn der Zählerstand des Sofort-Ein-Zeitgebers IOT grösser als 63 ist, was einer Zeit von ungefähr 8,4 s entspricht. Wenn der Leistungswert 10 oder kleiner ist, steuert die Abfrage 226 die Dauer der Sofort-Ein-Betriebsart durch Rücksetzen, wenn der Zählerstand des Sofort-Ein-Zeitgebers IOT grösser als 31 ist, was ungefähr 4,2 s entspricht. Wenn der Sofort-Ein-Zeitgeber IOT die Zeitsperre nicht erreicht hat, wird das in MKB gespeicherte Signal, das den Leistungswert 15 darstellt, mit dem Signal ausgetauscht, das bei M(KB) gespeichert ist und die tat-

sächliche Leistungseinstellung darstellt, die durch den Benutzer gewählt worden ist, so dass das Signal M(KB) nun die maximale Leistungswerteinstellung darstellt (Block 228).

Wenn der Sofort-Ein-Zeitgeber IOT die Zeitsperre erreicht, werden das Sofort-Ein-Speicherflipflop IOL und der Zeitgeber IOT rückgesetzt (Block 230), und die Abfrage 232 stellt fest, ob die Leistungseinstellung grösser als 4 ist. Wenn nicht, wird das Schnellaufheizspeicherflipflop FHL rückgesetzt (Block 234), das Schnellabkühl-speicherflipflop FCL wird rückgesetzt (Block 236), und das Programm verzweigt (Block 238) zu der Schnellaufheizroutine, Fig. 12. Wenn der gewählte Leistungswert grösser als 4 ist, wird der Zustand von HEL1 geprüft (Abfrage 240), um festzustellen, ob der Zählerstand des Heizelementenergiezählers eine Heizelementtemperatur angezeigt hat, die grösser als die Schnellaufheizschwellentemperatur ist. Wenn HEL1 gesetzt ist, was anzeigt, dass die Schwellentemperatur überschritten worden ist, wird das Schnellaufheizspeicherflipflop FHL rückgesetzt (Block 234), das Schnellabkühl-speicherflipflop FCL wird rückgesetzt (Block 236), und das Programm verzweigt (238) zu der Schnellaufheizroutine (Fig. 12). Wenn HEL1 nicht gesetzt ist, was anzeigt, dass das Heizelement die Schwellentemperatur noch nicht erreicht hat, wird das Schnellaufheizspeicherflipflop FHL gesetzt (Block 242), das Schnellabkühl-speicherflipflop FCL wird rückgesetzt (Block 236), und das Programm verzweigt (Block 238) zu der Schnellaufheizroutine, Fig. 12.

d) SCHNELLAUFHEIZROUTINE - Fig. 12

Diese Routine erfüllt eine weitere Funktion der Vergleichseinrichtung 82 nach Fig. 6 durch Implementieren des Betriebes in der Schnellaufheizbetriebsart. Ein Signal, das einen Leistungswert darstellt, der höher als der gewählte Leistungswert ist, wird für das gewählte Leistungswertsignal für die Dauer der Schnellaufheizbetriebsart eingesetzt. Diese Routine führt ausserdem die Zeitsteuerfunktion des Schnellaufheizzeitgebers (FHT) 76 nach Fig. 6 aus.

Die Abfrage 246 stellt fest, ob das Sofort-Ein-Speicherflipflop IOL gesetzt worden ist. Wenn ja, verzweigt das Programm (Block 248) sofort zu der Schnellabkühlroutine, Fig. 13. Wenn nein, stellt die Abfrage 250 fest, ob das Schnellaufheizspeicherflipflop FHL gesetzt worden ist. Wenn ja, stellt die Abfrage 252 fest, ob die Leistungseinstellung den Wert 9 hat oder höher ist. Wenn ja, wird der Leistungswert 15 für MKB eingesetzt (Block 254), da der gewählte Wert innerhalb von sechs Werten höher als der maximale Wert ist; wenn nicht, wird ein Signal, das sechs Werte mehr als die gegenwärtige Leistungseinstellung darstellt, in MKB gespeichert (Block 256). Die Blöcke 258 und die Abfrage 260 arbeiten als Schnellaufheizzeitgeber FHT, um die Schnellaufheizbetriebsart durch Rücksetzen des Schnellaufheizspeicherflipflops FHL und des Zeitgebers FHT zu beenden (Block 261), wenn der Zählerstand des Schnellaufheizzeitgebers FHT grösser als 128 ist, was einer Gesamtdauer von ungefähr 17 s entspricht. Wenn der Schnellaufheizzeitgeber FHT die Zeitsperre nicht erreicht hat (Nein bei der Abfrage 260), werden die bei MKB und M(KB) gespeicherten Signale vertauscht (Block 262), was zur Folge hat, dass M(KB) die Schnellaufheizbetriebsarteinstellung darstellt. Das Programm verzweigt (Block 248) zu der Schnellabkühlroutine, Fig. 13.

e) SCHNELLABKÜHLROUTINE - Fig. 13

Diese Routine erfüllt eine weitere Funktion der Vergleichseinrichtung 82 nach Fig. 6 durch Implementieren des Betriebes in der Schnellabkühlbetriebsart, wenn das Schnellabkühl-speicherflipflop FCL gesetzt ist. Ein Signal, das eine Leistungseinstellung darstellt, die niedriger als die tatsächlich gewählte Einstellung ist, wird für das Signal, das die gewählte Einstellung darstellt, für die Dauer der Schnellabkühlbetriebsart eingesetzt.

Diese Routine erfüllt ausserdem die Zeitsteuerfunktion des Schnellabkühlzeitgebers (FCT) 78 nach Fig. 4.

Die Abfrage 264 prüft den Zustand des Schnellabkühlpeicherflipflops FCL. Wenn es nicht gesetzt ist, bedeutet das, dass das System nicht in der Schnellabkühlbetriebsart arbeitet, und das Programm verzweigt zu der Leistungsvergleichsroutine (Block 266). Wenn das Schnellabkühlpeicherflipflop FCL gesetzt ist, was bedeutet, dass der Betrieb in der Schnellabkühlbetriebsart gewünscht wird, stellt die Abfrage 268 fest, ob M(KB) der Leistungswert 6 oder darüber ist. Wenn ja, wird das Leistungssignal, das der Leistungseinstellung entspricht, die sechs Werte unter der gegenwärtigen Leistungseinstellung liegt, in MKB gespeichert (Block 270); wenn die Leistungseinstellung kleiner als 6 ist, wird das Leistungssignal (0), das AUS entspricht, in MKB gespeichert (Block 272). Der Block 274 und die Abfrage 276 bilden den Schnellabkühlzeitgeber FCT, der Zeitgeber FCT wird erhöht (Block 274), und dann wird der Zählerstand des Zeitgebers mit 256 verglichen (Abfrage 276), was einer Zeit von 34 s entspricht. Wenn die Zeitsperre erreicht ist, werden die Zeitgeber FCL und FCT rückgesetzt (Block 278), und das Programm verzweigt (Block 266) zu der Leistungsvergleichsroutine, Fig. 14. Wenn der Zeitgeber FCT die Zeitsperre nicht erreicht hat, wird das bei MKB gespeicherte Signal mit M(KB) (Block 280) vertauscht, um die künstlich niedrige Leistungseinstellung für die tatsächliche Leistungseinstellung in der Schnellabkühlbetriebsart einzusetzen. Dann verzweigt das Programm (Block 226) zu der Leistungsvergleichsroutine, Fig. 14.

f) LEISTUNGSVERGLEICHSRoutine - Fig. 14-16

Diese Routine erfüllt die Hauptfunktion der Vergleichseinrichtung 82 nach Fig. 6, nämlich während jedes Steuerintervalls festzustellen, ob das Heizelement für das folgende Steuerintervall zu speisen ist oder nicht. Das erfolgt durch Vergleichen des Zählerstands des Hauptzählers ZCM mit einer Zahl, die der Zahl der Steuerintervalle entspricht, für die das Heizelement pro Steuerperiode für die gewählte Leistungseinstellung gespeist wird. Für M(KB) = 0, was die AUS-Leistungseinstellung darstellt, leitet die Abfrage 281 das Programm zu der Zählererniedrigungsroutine HECDL (Block 282). Für M(KB), das die Leistungswerteinstellungen von 1-4 darstellt (Abfragen 283 bis 288), wird der ZCM-Zählerstand mit den Referenzzählerständen 3, 4, 7 bzw. 10 verglichen (Abfragen 290-296). Wenn der gewählte Leistungswert einer der Werte 1-4 ist und der ZCM-Zählerstand kleiner als der Referenzzählerstand ist, der diesem Leistungswert entspricht, wird das Heizelement während des folgenden Steuerintervalls gespeist, und das Programm verzweigt (Block 298) zu der Heizelementenergiezählerroutine, Eingangspunkt HECMA (Fig. 17), um den Zählerstand des Energiezählers geeignet zu erhöhen. Wenn der ZCM-Zählerstand nicht kleiner als der entsprechende Referenzwert des gewählten Leistungswertes ist, verzweigt das Programm (Block 300) zu dem Wertaustausch (Fig. 18). Wenn der gewählte Leistungswert nicht einer der Werte 1-4 ist, geht das Programm weiter (Fig. 15). Die Abfragen 302, 304 und 306 stellen fest, ob der gewählte Leistungswert der Wert 5, 6 oder 7 ist. Die entsprechenden Referenzwerte für diese Leistungswerte sind 14, 18 bzw. 26. Wenn der gewählte Leistungswert einer der Werte 5, 6 oder 7 ist und wenn der ZCM-Zählerstand kleiner als der entsprechende Referenzwert ist, was durch die Abfragen 308-312 festgestellt wird, wird das Heizelement während des folgenden Steuerintervalls gespeist, und das Programm verzweigt (Block 314) zu der Heizelementenergievergleichsroutine, Eintrittspunkt HECMB (Fig. 17), um den Zählerstand des Heizelementenergiezählers geeignet zu erhöhen. Wenn einer dieser Leistungswerte gewählt ist, aber der Zählerstand grösser als der entsprechende Referenzwert ist, wird das Heizelement während des folgenden Steuerintervalls nicht gespeist, und das Programm verzweigt (Block 315) zu dem Wertaustausch, Fig. 18.

Die Abfragen 316, 318 (Fig. 15) und 320 (Fig. 16) stellen fest, ob die Leistungswerte 8, 9 bzw. 10 gewählt worden sind. Die Referenzwerte, die diesen Leistungswerten zugeordnet sind, sind 33, 42 bzw. 53. Wenn der ZCM-Zählerstand kleiner als der Referenzwert ist, der dem gewählten Leistungswert entspricht, was durch die Abfragen 322, 324 (Fig. 15) und 326 (Fig. 16) festgestellt wird, wird das Heizelement während des folgenden Steuerintervalls gespeist, und das Programm verzweigt (Block 330, Fig. 15) für die Abfragen 322 und 324; Block 332 für die Abfrage 326 (Fig. 16), zu der Heizelementenergievergleichsroutine an dem Eintrittspunkt HECMC (Fig. 17), um den Zählerstand des Heizelementenergiezählers mit der geeigneten Geschwindigkeit zu erhöhen. Wenn einer dieser Werte gewählt ist, aber der ZCM-Zählerstand grösser als der Referenzwert ist, verzweigt das Programm (Block 315) für die Abfragen 322 und 324 (Fig. 15) und Block 328 für die Abfrage 326 (Fig. 16) zu der Wertaustauschroutine, Fig. 18. Schliesslich stellen die Abfragen 334, 336, 338 und 340 fest, ob der Leistungswert 11, 12, 13 bzw. 14 gewählt worden ist; die entsprechenden Referenzwerte sind 64, 80, 96 bzw. 112. Wenn der ZCM-Zählerstand kleiner als der entsprechende Referenzwert ist, was durch die Abfragen 342-350 für einen der gewählten Leistungswerte festgestellt worden ist, wird das Heizelement während des folgenden Steuerintervalls gespeist, und das Programm verzweigt (Block 352) zu der Heizelementenergievergleichsroutine an dem Eintrittspunkt HECMD (Fig. 17), um den Zählerstand des Heizelementenergiezählers zu erhöhen. Darüber hinaus muss, wenn die Antwort auf die Abfrage 340 nein ist, die Wahl den Leistungswert 15 darstellen, bei dem es sich um den maximalen Leistungswert handelt, mit dem das Steuerelement in jedem Steuerintervall gespeist wird, und das Programm verzweigt (Block 352) zu der Heizelementenergievergleichsroutine an dem Eintrittspunkt HECMD (Fig. 17). Wenn einer der Werte 11-14 gewählt ist und der ZCM-Zählerstand grösser als der Referenzwert oder gleich diesem ist, verzweigt das Programm (Block 328) zu der Wertaustauschroutine (Fig. 18).

g) HEIZELEMENTENERGIEVERGLEICHSRoutine Fig. 17 und 18

Diese Routine erfüllt die Funktion der Zählersteuereinrichtung 48 nach den Fig. 2 und 6 durch Erhöhen des Zählerstands des Heizelementenergiezählers mit der Geschwindigkeit, die dem Leistungswert zugeordnet ist, bei dem das Heizelement arbeitet; durch Unterbrechen des Erhöehens des Zählerstands des Heizelementenergiezählers, wenn ein maximaler Zählerstand für den Leistungswert erreicht ist; und durch Vermindern des Zählerstands des Heizelementenergiezählers mit einer vorbestimmten Geschwindigkeit, wenn der AUS-Leistungswert gewählt ist. Wenn das Heizelement während des nächsten Steuerintervalls gespeist werden soll, was durch die vorstehend beschriebene Leistungsvergleichsroutine ermittelt wird, wird in diese Routine an einem der Punkte HECMA-HECMD eingetreten, was von dem Leistungswert abhängig ist, bei dem das Heizelement arbeitet. Wenn an einem dieser Punkte eingetreten wird, wird der Zählerstand des Heizelementenergiezählers um die geeignete Anzahl von Zählungen erhöht, und das Leistungs-AUS-Speicherflipflop POL wird gesetzt. Wenn das Speicherflipflop POL gesetzt ist, wird ein Signal an R4 am Beginn des nächsten Steuerintervalls für das Heizelement 12 erzeugt, um die Kontakte RL1(a) und RL1(b) für die Dauer dieser Steuerintervalle geschlossen zu halten. In diese Routine wird nur an einem der Punkte HECMA bis HECMD eingetreten, und daher wird der Zählerstand des Heizelementenergiezählers nur erhöht, wenn die Leistungsvergleichsroutine feststellt, dass das Heizelement während des nächsten Steuerintervalls zu speisen ist.

Wenn einer der Leistungswerte 1-4 gewählt worden ist, wird in diese Routine an dem Eintrittspunkt HECMA eingetreten. Die Abfrage 360 stellt fest, ob der Heizelementenergiezähler

den maximalen Zählerstand für diese vier Einstellungen von 4096 erreicht hat. Wenn der Zählerstand kleiner als der maximale Zählerstand für diese Leistungseinstellungen ist, wird der Zählerstand des Heizelementenergiezählers um $5 \frac{1}{3}$ Zählungen erhöht (Block 364), und das Leistung-Ein-Speicherflipflop POL wird gesetzt (Block 362). Dieses erhöht HEC mit Geschwindigkeiten von 16, $21 \frac{1}{3}$, $37 \frac{1}{3}$ und $53 \frac{1}{3}$ Zählungen pro Steuerperiode für die Einstellungen 1-4. Durch Setzen von POL (Block 362) wird das Heizelementsteuerrelais für das nächste Steuerintervall geschlossen. Wenn der maximale Zählerstand erreicht worden ist, wird der Block 364 umgangen, der Zählerstand des Heizelementenergiezählers HEC bleibt ungeändert, und POL wird gesetzt (Block 362).

Wenn das Heizelement bei einem der Werte 5-7 betrieben wird, wird in diese Routine bei HECMB eingetreten. Die Abfrage 366 stellt fest, ob der maximale Zählerstand von 5120 für diese Werte erreicht worden ist. Wenn nicht, wird der Zählerstand des Heizelementenergiezählers HEC um vier Zählungen erhöht (Block 368), und POL wird gesetzt (Block 362). Das inkrementiert den Zählerstand des Heizelementenergiezählers mit der Geschwindigkeit von 56, 72 und 104 Zählungen pro Steuerperiode für die Einstellungen 5, 6 bzw. 7. Wenn der maximale Zählerstand erreicht worden ist, wird der Block 368 umgangen, der Zählerstand des Heizelementenergiezählers HEC bleibt ungeändert und POL wird gesetzt (Block 362).

Wenn das Heizelement bei einem der Werte 8-10 arbeitet, wird in diese Routine bei dem Punkt HECMC eingetreten. Die Abfrage 370 stellt fest, ob der maximale Zählerstand von 6144 erreicht worden ist. Wenn nicht, wird der Zählerstand des Heizelementenergiezählers HEC um $2 \frac{2}{3}$ Zählungen erhöht (Block 372), und POL wird gesetzt (Block 362). Das erhöht den Zählerstand des Heizelementenergiezählers HEC mit einer effektiven Geschwindigkeit von 88, 112 und $141 \frac{1}{3}$ Zählungen pro Steuerperiode für die Werte 8, 9 bzw. 10. Wenn der maximale Zählerstand erreicht worden ist, wird der Block 372 umgangen, der Zählerstand des Heizelementenergiezählers HEC wird ungeändert gelassen, und POL wird gesetzt (Block 362).

Wenn das Heizelement bei einem der Leistungswerte 11-15 betrieben wird, wird in dieser Routine an dem Eintrittspunkt HECMD eingetreten. Die Abfrage 374 stellt fest, ob der maximale Zählerstand für diese Leistungswerte von 8192 erreicht worden ist. Wenn nicht, wird der Zählerstand des Heizelementenergiezählers HEC um 2 erhöht (Block 376), und POL wird gesetzt (Block 362). Das erhöht den Zählerstand des Heizelementenergiezählers HEC mit einer effektiven Geschwindigkeit von 128, 160, 192, 224 und 256 Zählungen pro Steuerperiode für die Werte 11, 12, 13, 14 bzw. 15. Wenn der maximale Zählerstand erreicht worden ist, wird der Block 376 umgangen, der Zählerstand des Heizelementenergiezählers HEC bleibt ungeändert und POL wird gesetzt (Block 362).

Wenn die AUS-Leistungseinstellung implementiert wird, wird in diese Routine an dem Eintrittspunkt HECDL eingetreten (Fig. 18), und die Abfrage 377 stellt fest, ob der Zählerstand von HEC null ist. Wenn dem so ist, verzweigt das Programm (Block 378) zu der Wertaustauschroutine an dem Eintrittspunkt LERA (Fig. 19). Wenn nicht, wird der Zählerstand um $\frac{1}{2}$ Zählung erniedrigt (Block 379). Das erniedrigt den Zählerstand des Heizelementenergiezählers HEC mit einer Geschwindigkeit von 64 Zählungen pro Steuerperiode. Die Abfrage 380 stellt fest, ob der Zählerstand unter 6144 abgenommen hat, dem Schwellenzählerstand für HEL2, dem Heizelementenergiespeicherflipflop HEL, das die Schnellabkühlbetriebsart freigibt, wenn es gesetzt ist. Wenn nicht, wird HEL1 rückgesetzt (Block 381), und das Programm verzweigt (Block 378) zu der Wertaustauschroutine an dem Eintrittspunkt LERA (Fig. 18). Wenn der Zählerstand kleiner als 6144 ist, wird HEL2 rückgesetzt (Block 381), und die Abfrage 382 stellt fest, ob der Zählerstand unter 4096 abgenommen hat, dem Schwellenzähler-

stand für HEL1, dem Heizelementenergiespeicherflipflop, das die Schnellaufheizbetriebsart freigibt, wenn es rückgesetzt ist. Wenn nicht, verzweigt das Programm (Block 378) zu der Wertaustauschroutine an dem Eintrittspunkt LERA (Fig. 19). Wenn der Zählerstand kleiner als 4096 ist, wird HEL1 rückgesetzt (Block 383), und die Abfrage 384 stellt fest, ob der Zählerstand unter 256 abgenommen hat, dem Schwellenzählerstand für HEL0, dem Heizelementenergiespeicherflipflop, das, wenn es gesetzt ist, die Speisung der Heiss-Anzeigelampe freigibt. Wenn nicht, verzweigt das Programm (Block 378) zu der Wertaustauschroutine an dem Eintrittspunkt LERA (Fig. 19). Wenn der Zählerstand kleiner als 256 ist, wird HEL0 rückgesetzt (Block 386), und das Programm verzweigt (Block 378) zu der Wertaustauschroutine an dem Eintrittspunkt LERA (Fig. 19).

Es wird nun wieder auf Fig. 17 Bezug genommen. Bei den Nicht-AUS-Leistungseinstellungen stellt das Programm, nachdem das POL-Speicherflipflop gesetzt worden ist (Block 362), fest, welches, wenn überhaupt, der Speicherspeicherflipflops für die transiente Betriebsart, die durch den Heizelementenergiezähler gesteuert werden, gesetzt werden sollte, wodurch es die Funktion der Zählervergleichseinrichtung 86 nach Fig. 6 erfüllt. Die Abfrage 390 stellt fest, ob der HEC-Zählerstand grösser als der oder gleich dem Heiss-Anzeigelampe-Schwellenzählerstand von 256 ist. Wenn nicht, verzweigt das Programm (Block 392) zu der Wertaustauschroutine an dem Eintrittspunkt LERB, Fig. 19. Wenn dem nicht so ist, wird das Heiss-Anzeigelampe-Speicherflipflop HEL0 gesetzt (Block 394). Die Abfrage 396 stellt dann fest, ob der HEC-Zählerstand grösser als der oder gleich dem Schnellaufheizspeicherflipflopschwellenzählerstand von 4096 ist. Wenn nicht, verzweigt das Programm (Block 392) zu LERB, Fig. 19. Wenn ja, wird HEL1 gesetzt (Block 398). Die Abfrage 400 stellt fest, ob der HEC-Zählerstand grösser als der oder gleich dem Schnellaufheizspeicherflipflopschwellenzählerstand von 6144 ist. Wenn nicht, verzweigt das Programm (Block 392) zu der Wertaustauschroutine an dem Eintrittspunkt LERB (Fig. 19). Wenn ja, wird HEL2 gesetzt (Block 402), und das Programm verzweigt (Block 392) zu LERB, Fig. 19.

h) WERTAUSTAUSCHROUTINE - Fig. 19

Die Wertaustauschroutine hat die Funktion, das Leistung-Ein-Speicherflipflop rückzusetzen, wenn das Heizelement während des nächsten Steuerintervalls nicht gespeist werden soll, was durch die Leistungsvergleichsroutine ermittelt wird; wenn das Heizelement in einer der transienten Betriebsarten, Sofort-Ein, Schnellaufheizung oder Schnellabkühlung, betrieben wird, um die Werte von M(KB) und MKB zu vertauschen und die gewählte tatsächliche Leistungswerteinstellung in dem M(KB)-Speicherbereich für den Beginn des nächsten Durchlaufs durch die Steuerroutine wiederherzustellen.

Wenn das Heizelement während des nächsten Steuerintervalls nicht zu speisen ist, wird in diese Routine an dem Eintrittspunkt LERA eingetreten, und das Leistung-Ein-Speicherflipflop POL wird rückgesetzt (Block 404). Wenn das Heizelement während des nächsten Steuerintervalls zu speisen ist, wird in die Routine an dem Eintrittspunkt LERB eingetreten und der Block 404 umgangen. Die Abfragen 406, 408 und 410 stellen fest, ob das Sofort-Ein-, das Schnellaufheiz- bzw. das Schnellabkühlflipflop gesetzt sind. Wenn dem so ist, ist es notwendig, die durch den Benutzer gewählte tatsächliche Leistungseinstellung wieder in den Speicherbereich M(KB) einzubringen. Das erfolgt durch den Block 412. Wenn keines dieser Speicherflipflops gesetzt ist, ist die tatsächliche Einstellung bereits in M(KB) und der Block 412 wird umgangen. Das Programm verzweigt dann (Block 414) zu der Heiss-Anzeigelampe-Routine, Fig. 20.

i) HEISS-ANZEIGELAMPE-ROUTINE - Fig. 20

Diese Routine hat die Funktion, das Ausgangssignal an dem

Ausgangskanal R10 zum Steuern der Speisung der Heiss-Anzeigelampe zu erzeugen. Der Ausgangskanal R10 ist mit der Leuchtdiode 32 über die Treiberschaltung 120 verbunden. Es sei daran erinnert, dass der Heiss-Anzeigelampe Leistung zuzuführen ist, wenn eines oder mehrere der Heizelemente heiss sind, was durch den Heizelementenergiezähler angezeigt wird.

Die Abfragen 416, 418, 420 und 422 prüfen den Zustand des Heiss-Anzeigelampe-Speicherflipflops, bezeichnet mit HELO(n) für $n = 1-4$. Der Index x ordnet jedes Speicherflipflop einem der Heizelemente 12-18 für $n = 1-4$ zu. Wenn die Antwort ja auf irgendeine dieser Abfragen ist, wird R10 gesetzt, wodurch die Heiss-Anzeigelampe gespeist wird. Wenn die HELO-Speicherflipflops für alle vier Heizelemente rückgesetzt sind, was anzeigt, dass der Zählerstand des Heizelementenergiezählers für jedes der Elemente eine Temperatur unter der Heiss-Anzeigelampe-Schwellentemperatur anzeigt, wird R10 rückgesetzt (Block 426), wodurch die Speisung der Heiss-Anzeigelampe aufhört. Das Programm verzweigt dann (Block 428) zu der Leistung-Aus-Routine, Fig. 21.

j) LEISTUNG-AUS-ROUTINE - Fig. 21

Diese Routine hat die Funktion, die Ausgangssignale an den Ausgangskanälen R4-R7 zum Steuern der Relais RL1-RL4 zu erzeugen. Die Abfrage 430 prüft den Zustand des Leistung-Aus-Speicherflipflops POL. Wenn es gesetzt ist, wird der Ausgangskanal R(n) gesetzt (Block 432). Der Index n bezeichnet den Ausgangskanal, der der besonderen Heizelementroutine zugeordnet ist, die ausgeführt wird. Für die Heizelemente 12-18 sind die zugeordneten Ausgangskanäle R4-R7. Daher ist bei der Routine für die Heizelemente 12-18 der Index n gleich 4-7. Wenn R4 gesetzt wird, werden die Relaiskontakte RL1(a) und RL1(b) geschlossen, wodurch die Speisung des Heizelements 12 freigegeben wird. Wenn POL für das Heizelement 12 nicht gesetzt ist, wird der Ausgangskanal R4 rückgesetzt (Block 434), wodurch die Kontakte RL1(a) und RL1(b) geöffnet werden und die Speisung des Heizelements 12 unterbrochen wird.

Die Abfragen 436, 438, 440 und 442 prüfen den Zustand des Kanals K8, um eine Verzögerung von zwei Zyklen des Leistungssignals hervorzurufen. Der Eingangskanal K8 empfängt Nulldurchgangssignale aus der Schaltung 103 (Fig. 7). Positive Halbzyklen werden durch $K8 = 1$ und negative Halbzyklen

durch $K8 = 0$ dargestellt. Im Anschluss an diese Verzögerung verzweigt das Programm (Block 444) zu der Abtastroutine für das nächste Heizelement. Die Steuerroutine für jedes Heizelement wird daher pro acht Zyklen des Leistungssignals einmal ausgeführt, um das gewünschte Acht-Zyklus-Steuerintervall für jedes Heizelement zu erzeugen.

E. System mit verbessertem Verminderungsvermögen

In der oben beschriebenen Ausführungsform der Erfindung wird der Zählerstand des Heizelementenergiezählers nur vermindert, wenn die AUS-Leistungseinstellung gewählt ist. Das hat den Vorteil, dass Speicherkapazität gespart wird, und ergibt überwiegend zufriedenstellende Ergebnisse. Diese Lösung kann jedoch einen Grad an Temperaturüberwachungsfehler in das System einbringen, wenn die Leistungseinstellung direkt von einer Leistungseinstellung auf eine niedrigere Leistungseinstellung geändert wird, die einen niedrigeren maximalen Zählerstand hat, ohne dass dazwischen eine AUS-Einstellung ausreichender Dauer liegt, um den Zählerstand des Heizelementenergiezählers unter den maximalen Zählerstand für die niedrigere Leistungseinstellung zu vermindern. In der Ausführungsform der Erfindung, die im folgenden beschrieben wird, wird eine bessere Temperaturüberwachungsgenauigkeit erreicht, wenn von höheren auf niedrigere Leistungseinstellungen übergegangen wird, indem die Zählersteuereinrichtung 48 in der Steueranordnung nach den Fig. 2 und 6 modifiziert wird, so dass der Zählerstand des Heizelementenergiezählers vermindert wird, wenn die Leistungseinstellung von einer höheren Einstellung auf eine niedrigere Einstellung bei einer von mehreren vorbestimmten Verminderungsgeschwindigkeiten geändert wird, von denen jede ungefähr proportional zu der Geschwindigkeit der Verminderung der Heizelementtemperatur während der Abkühlphase ist, wenn die Heizelementtemperatur von der relativ hohen stationären Betriebtemperatur, die der höheren Leistungseinstellung zugeordnet ist, auf die relativ niedrigere stationäre Betriebtemperatur abnimmt, die der neu gewählten niedrigeren Leistungseinstellung zugeordnet ist. Die modifizierte Zählersteuereinrichtung unterbricht das Vermindern des Zählerstands des Heizelementenergiezählers, wenn der Zählerstand kleiner als der vorbestimmte maximale Zählerstand ist, der der gewählten niedrigeren Leistungseinstellung entspricht.

TABELLE II

Spalte 1	Spalte 2	Spalte 3	Spalte 4	Spalte 5	Spalte 6	Spalte 7
Gewählter Leistungswert	% EIN-Zeit	EIN-Steuerintervalle pro Steuerperiode	AUS-Steuerintervalle	Heizelementenergiezählerverminderungsgeschwindigkeit (Zählungen pro gespeistem Intervall)	Heizelementenergiezählerverminderungsgeschwindigkeit (Zählungen pro Steuerperiode)	Max. HEC-Zählerstand
1	2	3	125	-2 2/3	-8	4096
2	3	4	124	-2 2/3	-10 2/3	4096
3	5	7	121	-2 2/3	-18 2/3	4096
4	8	10	118	-2 2/3	-26 2/3	4096
5	11	14	114	-2	-28	5120
6	14	18	110	-2	-36	5120
7	20	26	102	-2	-52	5120
8	26	33	95	-1	-33	6144
9	33	42	86	-1	-42	6144
10	41	53	75	-1	-53	6144
11	50	64	64	-	-	8192

TABELLE II (Fortsetzung)

Spalte 1	Spalte 2	Spalte 3	Spalte 4	Spalte 5	Spalte 6	Spalte 7
Gewählter Leistungswert	% EIN-Zeit	EIN-Steuerintervalle pro Steuerperiode	AUS-Steuerintervalle	Heizelementenergie-zählerverminderungsgeschwindigkeit (Zählungen pro gespeistem Intervall)	Heizelementenergie-zählerverminderungsgeschwindigkeit (Zählungen pro Steuerperiode)	Max. HEC-Zählerstand
12	60	80	48	-	-	8192
13	72	96	32	-	-	8192
14	85	112	16	-	-	8192
15	100	128	0	-	-	8192

E.1 Parameterauswahlüberlegungen

Die Verminderungsgeschwindigkeiten, die für die Leistungseinstellungen 1-5 gewählt werden, um dieses Verminderungsschema zu implementieren, sind in Tabelle II gezeigt. Die für jede Einstellung angegebene Verminderungsgeschwindigkeit ist die Geschwindigkeit, mit der der Zählerstand des Heizelementenergiezählers vermindert wird, wenn eine besondere Leistungseinstellung als Ergebnis des Umschaltens auf diese Leistungseinstellung von einer Leistungseinstellung in einer der höheren Leistungseinstellungsgruppen gewählt wird. Wie in dem Fall der oben beschriebenen Erhöhungsgeschwindigkeitswahl wurden die Verminderungsgeschwindigkeitswerte in der Tabelle II durch einen Prozess des empirischen Testens gewählt, der darauf ausgerichtet war, Werte zu finden, die eine zufriedenstellende Leistungsfähigkeit für den besonderen Typ des in dem Kochgerät zu benutzenden Heizelements ergeben. Es ist klar, dass die besonderen Verminderungsgeschwindigkeiten, die gewählt werden, von den Kenndaten des Heizelements selbst sowie von dem Tastverhältnis, mit dem es arbeitet, abhängig sind. Daher sollten die Geschwindigkeiten für das besondere System, in welchem die Zähleranordnung benutzt werden soll, empirisch ermittelt werden.

Es sei daran erinnert, dass die Leistungswerte gemäß gemeinsamen maximalen Zählerständen des Heizelementenergiezählers zusammengefasst werden, wobei die Einstellungen 1-4 einen maximalen Zählerstand von 4096, die Einstellungen 5-7 einen maximalen Zählerstand von 5120, die Einstellungen 8-10 einen maximalen Zählerstand von 6144 und die Einstellungen 11-15 einen maximalen Zählerstand von 8192 haben. Offenbar ist für Leistungseinstellungsänderungen von einer höheren auf eine niedrigere innerhalb irgendeiner Gruppe keine Verminderung des Zählerstands des Zählers notwendig, da der stationäre Zählerstand für alle Einstellungen innerhalb einer besonderen Gruppe derselbe ist. Daher sind für die Leistungseinstellungen 11-15 in der Tabelle II keine Verminderungsgeschwindigkeiten angegeben, weil jede dieser Einstellungen in der höchsten Gruppe liegt. Es ist jedoch klar, dass ein genauere Näherungswert der Temperatur erhalten werden könnte, indem ein anderer maximaler Zählerstand für jede Einstellung vorgesehen und mit einer Geschwindigkeit vermindert wird, die der niedrigeren Einstellung zugeordnet ist, was aber zusätzliche Speicherkapazität erforderlich macht. Es ist jedoch eine zufriedenstellende Leistungsfähigkeit durch die hier beschriebenen Leistungseinstellungsgruppierungen erzielt worden.

Wie bei den Erhöhungsgeschwindigkeiten, die oben mit Bezug auf die Tabelle I beschrieben sind, sind die Verminderungszählerstände pro Steuerintervall für Einstellungen innerhalb jeder Gruppe dieselben; die Geschwindigkeit pro Steuerperiode verändert sich jedoch innerhalb jeder Gruppe aufgrund der differierenden Anzahl von EIN-Steuerintervallen pro Steuerperiode

de für jede Einstellung. Für jede der Leistungseinstellungen wird die Verminderungsgeschwindigkeit pro Steuerperiode als eine lineare Näherung der Temperaturkurve gewählt, die für die Abkühlphase des Heizelements charakteristisch ist. In diesem Zusammenhang bedeutet die Abkühlphase die Zeitspanne des Heizelementtemperaturübergangs von der relativ höheren stationären Betriebtemperatur, die der vorher gewählten relativ höheren Leistungseinstellung zugeordnet ist, auf die niedrigere stationäre Betriebstemperatur, die der gewählten niedrigeren Leistungseinstellung zugeordnet ist und aus der Änderung der Leistungseinstellung von einer höheren Leistungseinstellung auf eine niedrigere Leistungseinstellung resultiert. Allgemein ist für eine zufriedenstellende Annäherung die Verminderungsgeschwindigkeit für die höheren Leistungseinstellungen höher. Der Grund dafür ist vielleicht am einfachsten verständlich, wenn auf die Abkühlphasenteile der Kurven der Temperatur über der Zeit nach Fig. 4 Bezug genommen wird. Die Kurven in Fig. 4 zeigen zwar das Abkühlen des Heizelements im Anschluss an das Abschalten der Speisung, die Formen des Abkühlbereiches der Kurven sind aber ähnlich, wenn von einer höheren auf eine niedrigere Leistungseinstellung übergegangen wird. Aus Fig. 4 ist zu erkennen, dass während der Abkühlphase die Temperatur wesentlich schneller bei der höheren Temperatur als bei der niedrigeren Temperatur abnimmt. Wenn die Leistungseinstellung von einer Leistungseinstellung in der Gruppe 11-15 in eine Leistungseinstellung in der Gruppe 8-10 geändert wird, spielt sich die gesamte Abkühlphase in dem relativ hohen Temperaturbereich der Temperaturkurve ab, der durch eine relativ steile Steigung gekennzeichnet ist. Daher wird die tatsächliche Abkühlgeschwindigkeit in diesem Bereich durch eine relativ hohe Verminderungsgeschwindigkeit angenähert. Andererseits, wenn eine der Leistungseinstellungen 1-4 gewählt wird, liegt ein beträchtlicher Teil der Abkühlphase in dem relativ niedrigen Temperaturbereich der Kurve, wo die Steigung weniger steil ist. Das gilt ungeachtet dessen, welche vorhergehende höhere Leistungseinstellung gewählt worden war. Daher wird die tatsächliche Abkühlgeschwindigkeit in diesem Bereich durch eine relativ niedrige Verminderungsgeschwindigkeit angenähert.

E.2 Arbeitsweise des Systems

Die Arbeitsweise dieser Ausführungsform der Erfindung stimmt mit der oben mit Bezug auf Fig. 6 beschriebenen überein. Mit Ausnahme der Zählersteuereinrichtung 48, die modifiziert wird, um den Zählerstand des Heizelementenergiezählers zu vermindern, wenn die Leistungseinstellung von einer höheren Einstellung in eine niedrigere Einstellung geändert wird. Es sei daran erinnert, dass die Zählersteuereinrichtung 48 auf das digitale Leistungssignal anspricht, das durch die Vergleichseinstellung 82 benutzt wird, indem der Zählerstand des Heizelementenergiezählers 46 mit einer Geschwindigkeit erhöht wird,

die durch dieses Leistungssignal bestimmt wird, und dass die Zählersteuereinrichtung 48 das Erhöhen des Zählerstands des Heizelementenergiezählers 46 unterbricht, wenn ein vorbestimmter maximaler Zählerstand erreicht wird, der durch die Leistungseinstellung bestimmt wird, bei der das Element gespeist und betrieben wird. Wenn, nachdem das Heizelement bei einer Leistungseinstellung in einer der relativ hohen Leistungseinstellungsgruppen lange genug betrieben worden ist, damit der Zählerstand des Heizelementenergiezählers den vorbestimmten maximalen Zählerstand erreichen konnte, der dieser Gruppe von Einstellungen zugeordnet ist, die Leistungseinstellung in eine Leistungseinstellung in einer der relativ niedrigeren Leistungseinstellungsgruppen geändert wird, wird jedoch der Zählerstand des Energiezählers grösser als der vorbestimmte maximale Zählerstand sein, der der neu gewählten niedrigeren Leistungseinstellung zugeordnet ist. Die modifizierte Zählersteuereinrichtung 48 stellt deshalb ausserdem fest, wenn der Zählerstand des Heizelementenergiezählers 46 den vorbestimmten maximalen Zählerstand überschreitet, der der gewählten Leistungseinstellung zugeordnet ist, und vermindert den Zählerstand des Heizelementenergiezählers auf diesen Zählerstand mit einer Geschwindigkeit, der durch die gewählte Leistungseinstellung festgelegt ist.

E.3 Mikroprozessorausführungsform mit modifiziertem Steuerprogramm

Diese Ausführungsform der Erfindung wird implementiert, indem die Steuerschaltung nach Fig. 9 benutzt wird, wobei derjenige Teil des Festwertspeichers (ROM) des Mikroprozessors 102, der die Funktion der Zählersteuereinrichtung 48 erfüllt, so modifiziert ist, dass sich ein besseres Verminderungsvermögen ergibt. Der ROM wird modifiziert, indem die in dem Flussdiagramm in den Fig. 22 und 23 dargestellte Unteroutine für den Teil der Heizelementenergievergleichsroutine, der in Fig. 17 dargestellt ist, eingesetzt wird. Da andere Unteroutinen, die oben mit Bezug auf die Fig. 8-21 beschrieben worden sind, dieselben bleiben, sind der Schaltungs- und der Mikroprozessorbetrieb mit den oben beschriebenen identisch, mit Ausnahme des grösseren Verminderungsvermögens, das sich durch die «Alternative Heizelementenergievergleichsunteroutine» (Fig. 22 und 23) ergibt.

a) ALTERNATIVE HEIZELEMENTENERGIEVERGLEICHSROUTINE - Fig. 22 und 23

Die alternative Heizelementenergievergleichsroutine wird nun unter Bezugnahme auf die Fig. 22 und 23 beschrieben. Gleiche Bezugszahlen werden in den Fig. 17 und 22 benutzt, um entsprechende Flussdiagrammfunktionsblöcke zu bezeichnen.

Es sei daran erinnert, dass die Heizelementenergievergleichsroutine, die oben mit Bezug auf die Fig. 17-18 beschrieben worden ist, die Funktion der Zählersteuereinrichtung 48 nach den Fig. 2 und 6 erfüllt, indem sie den Zählerstand des Heizelementenergiezählers mit einer Geschwindigkeit erhöht, die dem Leistungswert zugeordnet ist, bei dem das Heizelement arbeitet, wenn der Zählerstand niedriger als der maximale Zählerstand für diesen gewählten Wert ist, das Erhöhen des Zählerstands des Heizelementenergiezählers unterbricht, wenn der maximale Zählerstand für den gewählten Wert erreicht ist, und den Zählerstand des Heizelementenergiezählers mit einer vorbestimmten Geschwindigkeit vermindert, wenn die AUS-Einstellung gewählt wird. In dem modifizierten Steuerprogramm wird das Flussdiagramm nach den Fig. 22 und 23 anstelle des Flussdiagramms nach Fig. 17 in dem ROM des Mikroprozessors 102 benutzt, um den Zählerstand des Heizelementenergiezählers zusätzlich zu vermindern, wenn eine Änderung in der Leistungseinstellung von einer relativ hohen Einstellung auf eine relativ niedrige Einstellung erfolgt, falls der Zählerstand des Heizelementenergiezählers grösser als der maximale Zählerstand ist, der dem ge-

wählten Leistungswert zugeordnet ist, und mit einer Geschwindigkeit, die sich der Geschwindigkeit der Temperaturabnahme annähert, wenn das Heizelement auf die stationäre Temperatur, die der gewählten niedrigeren Leistungseinstellung zugeordnet ist, von der Betriebstemperatur, die der vorher gewählten, relativ höheren Leistungseinstellung zugeordnet ist, abkühlt. Da der Teil der Routine, der in Fig. 18 dargestellt ist und in den eingetreten wird, um den Zählerstand des Heizelementenergiezählers zu vermindern, wenn die AUS-Einstellung gewählt wird, beibehalten wird, wird der Zählerstand des Heizelementenergiezählers genau so vermindert wie es oben beschrieben worden ist, wenn die AUS-Einstellung gewählt wird.

Es sei weiter daran erinnert, dass bei Nicht-AUS-Leistungseinstellungen der Zählerstand des Heizelementenergiezählers nur während Steuerintervallen erhöht wird, die denjenigen Steuerintervallen unmittelbar vorangehen, während denen das Heizelement zu speisen ist. Dieselbe Technik wird zum Vermindern des Zählerstands des Heizelementenergiezählers für Nicht-AUS-Leistungseinstellungen benutzt. Wenn das Heizelement während des nächsten Steuerintervalls zu speisen ist, was durch die oben beschriebene Leistungssteueroutine bestimmt wird (Fig. 14-16), wird in die Heizelementenergievergleichsroutine nach Fig. 22 an einem der Punkte HECMA-HECMD eingetreten, je nach dem gewählten Leistungswert. Wenn an einem dieser Punkte eingetreten wird, wird der Zählerstand des Heizelementenergiezählers um die geeignete Anzahl von Zählungen entweder erhöht oder vermindert und das Leistung-Aus-Speicherflipflop POL wird gesetzt. Wenn POL gesetzt ist, wird ein Signal an R4 am Beginn des nächsten Steuerintervalls für das Heizelement 12 erzeugt, um die Kontakte RL1(a) und RL1(b) für die Dauer dieses Steuerintervalls geschlossen zu halten.

Wenn einer der Leistungswerte 1-4 gewählt worden ist, wird in diese Routine am Eintrittspunkt HECMA eingetreten. Die Abfrage 360 stellt fest, ob der Heizelementenergiezähler HEC den maximalen Zählerstand von 4096 für diese vier Einstellungen erreicht hat. Wenn der Zählerstand kleiner als dieser maximale Zählerstand ist, bedeutet das, dass das Heizelement sich noch aufheizt, und der Heizelementenergiezähler wird um 5 1/3 Zählungen (Block 364) erhöht, und das Leistung-Ein-Speicherflipflop POL wird gesetzt (Block 362). Das erhöht den Zählerstand des Heizelementenergiezählers HEC mit Geschwindigkeiten von 16, 21 1/3, 37 1/3 und 53 1/3 Zählungen pro Steuerperiode für die Leistungseinstellungen 1-4. Durch das Setzen von POL (Block 362) wird das Heizelementsteuerrelais für das nächste Steuerintervall geschlossen.

Wenn der maximale Zählerstand für die Einstellungen 1-4 überschritten worden ist, bedeutet das, dass das Heizelement zuvor auf einer Leistungseinstellung gearbeitet hat, die höher war als die Leistungseinstellung 4, was mit einer entsprechend höheren Temperatur verbunden ist, und dass der Zählerstand des Heizelementenergiezählers noch nicht auf den niedrigeren maximalen Zählerstand, der den Leistungseinstellungen 1-4 zugeordnet ist, vermindert worden ist, was wiederum bedeutet, dass das Heizelement in der Abkühlphase zwischen seiner vorherigen höheren Temperatur und der der niedrigeren Leistungseinstellung zugeordneten niedrigeren Temperatur ist. Der Zählerstand des Heizelementenergiezählers HEC wird daher um 2 2/3 Zählungen vermindert (Block 365), und das Leistung-Aus-Speicherflipflop wird gesetzt (Block 362). Das vermindert den Zählerstand des Heizelementenergiezählers HEC mit Geschwindigkeiten von 8, 10 2/3, 18 2/3 und 26 2/3 Zählungen pro Steuerperiode für die Leistungseinstellungen 1-4.

Wenn das Heizelement gerade bei einem der Werte 5-7 betrieben wird, wird in diese Routine bei HECMB eingetreten. Die Abfrage 366 stellt fest, ob der maximale Zählerstand von 5120, der diesen Werten zugeordnet ist, erreicht worden ist. Wenn nicht, wird der Zählerstand des Heizelementenergiezählers HEC um 4 Zählungen erhöht (Block 368), und POL wird

gesetzt (Block 362). Das erhöht den HEC-Zählerstand mit einer Geschwindigkeit von 56, 72 und 104 Zählungen pro Steuerperiode für die Einstellungen 5, 6 bzw. 7. Wenn der HEC-Zählerstand den maximalen Zählerstand übersteigt, was wieder anzeigt, dass das Heizelement im Anschluss an eine Änderung von einer höheren Leistungseinstellung in der Abkühlphase ist, wird der HEC-Zählerstand um 2 Zählungen vermindert (Block 369) und POL wird gesetzt (Block 362). Das vermindert den HEC-Zählerstand mit einer effektiven mittleren Geschwindigkeit von 28, 36 und 52 Zählungen pro Steuerperiode für die Einstellungen 5, 6 bzw. 7.

Wenn das Heizelement auf einem der Werte 8-10 arbeitet, wird in diese Routine an dem Punkte HECMC eingetreten. Die Abfrage 370 stellt fest, ob der diesen Werten zugeordnete maximale Zählerstand von 6144 erreicht worden ist. Wenn nicht, wird der HEC-Zählerstand um 2 2/3 Zählungen erhöht (Block 372) und POL wird gesetzt (Block 362). Das erhöht den HEC-Zählerstand mit einer effektiven mittleren Geschwindigkeit von 88, 112 und 141 1/3 Zählungen pro Steuerperiode für die Werte 8, 9 bzw. 10. Wenn der HEC-Zählerstand den maximalen Zählerstand übersteigt, was einen Betrieb in der Abkühlphase im Anschluss an eine Änderung von einer höheren Leistungseinstellung bedeutet, wird der HEC-Zählerstand um 1 Zählung vermindert (Block 373), und POL wird gesetzt (Block 362). Das vermindert den HEC-Zählerstand mit einer effektiven Geschwindigkeit von 33, 42 und 53 Zählungen pro Steuerperiode für die Leistungseinstellungen 8, 9 bzw. 10.

Wenn das Heizelement auf einem der Leistungswerte 11-15 betrieben wird, wird in diese Routine an dem Eintrittspunkt HECMD eingetreten. Die Abfrage 374 stellt fest, ob der maximale Zählerstand von 8192 für diese Leistungswerte erreicht worden ist. Wenn nicht, wird der HEC-Zählerstand um 2 erhöht (Block 376), und POL wird gesetzt (Block 362). Das erhöht den HEC-Zählerstand mit einer effektiven Geschwindigkeit von 128, 160, 192, 224 und 256 Zählungen pro Steuerperiode für die Werte 11, 12, 13, 14 bzw. 15. Da es keine Bedingungen gibt, unter denen die Auswahl eines dieser Leistungswerte das Vermindern des HEC-Zählerstands erfordert, wenn der maximale Zählerstand erreicht worden ist, wird der Block 376 umgangen, der HEC-Zählerstand bleibt ungeändert, und POL wird gesetzt (Block 362).

Nachdem POL gesetzt worden ist (Block 362), stellt das Programm fest, welches, wenn überhaupt, der durch den Heizelementenergiezähler HEC gesteuerten Steuerflipflops für die transienten Betriebsarten gesetzt werden sollte, um dadurch die Funktion der Zählervergleichseinrichtung 86 nach Fig. 4 auszuführen. Die Abfrage 390 stellt fest, ob der HEC-Zählerstand grösser als der Heiss-Anzeigelampe-Schwellenzählerstand von 256 oder gleich diesem Schwellenzählerstand ist. Wenn das nicht der Fall ist, verzweigt das Programm (Block 391) zu HECR (Fig. 23). Wenn dem so ist, wird das Heiss-Anzeigelampe-Speicherflipflop HEL0 gesetzt (Block 394). Die Abfrage 396 stellt dann fest, ob der HEC-Zählerstand grösser als der Schnellaufheizspeicherflipflopschwellenzählerstand von 4096 oder gleich diesem ist. Wenn nein, verzweigt das Programm (Block 391) zu HECR (Fig. 23). Wenn ja, wird das Schnellaufheizspeicherflipflop HEL1 gesetzt (Block 398). Die Abfrage 400' stellt fest, ob der HEC-Zählerstand grösser als der Schnellabkühlswellenzählerstand von 6160 oder gleich diesem ist. Wenn nein, verzweigt das Programm (Block 391) zu HECR (Fig. 23). Wenn ja, wird HEL2 gesetzt (Block 402), und das Programm verzweigt (Block 391) zu HECR (Fig. 23).

Die Funktion dieses Teils dieser Unterroutine, in die bei HECR (Fig. 23) eingetreten wird (HEL1 oder HEL2), besteht darin, festzustellen, ob eines der Heizelementenergiespeicherflipflops oder das Heiss-Anzeigelampe-Speicherflipflop HEL0

rückgesetzt werden muss, weil der Zählerstand des Heizelementenergiezählers HEC unter einen entsprechenden Rücksetzschwellenzählerstand vermindert worden ist. Nachdem daher von dem Block 391 (Fig. 22) zu dem Eintrittspunkt HECR (Fig. 23) verzweigt worden ist, stellt die Abfrage 403 fest, ob der HEC-Zählerstand null ist. Wenn ja, sind die Speicherflipflops bei vorherigen Durchläufen rückgesetzt worden und es sind keine weiteren Abfragen nötig, weshalb das Programm zu der Wertaustauschroutine an dem Eintrittspunkt LERB verzweigt (Block 405). Wenn der HEC-Zählerstand nicht null ist, stellt die Abfrage 407 fest, ob der HEC-Zählerstand kleiner als der Rücksetzschwellenzählerstand von 6144 für HEL2 ist. Wenn nein, überschreitet der Zählerstand notwendigerweise den unteren Schwellenrücksetzzählerstand, es sind keine weiteren Abfragen erforderlich, und das Programm verzweigt (Block 405) zu der Wertaustauschroutine an dem Eintrittspunkt LERB. Wenn der HEC-Zählerstand kleiner als der Rücksetzschwellenwert ist, wird HEL2 rückgesetzt (Block 409). Es ist zu erkennen, dass der Schwellenrücksetzwert für HEL2 um 16 Zählungen niedriger ist als der Schwellenwert für HEL2 (Abfrage 400) (Fig. 22). Wegen der Art und Weise des Erhöhen und Verminderns des HEC-Zählerstands kann der Zählerstand um den maximalen Zählerstand für die gewählten Leistungswerte schwanken. Wenn beispielsweise der Wert 10 gewählt wird, nachdem auf einem der Leistungswerte 11-15 gearbeitet worden ist, so dass der HEC-Zählerstand am Anfang das Maximum von 6144 für den Leistungswert 10 übersteigt, wird der HEC-Zählerstand auf 6143 verringert. In dem nächsten Durchlauf wird die Abfrage 370 einen Zählerstand feststellen, der kleiner als 6144 ist, und der HEC-Zählerstand wird auf 6146 erhöht und wird anschliessend zwischen 6143 und 6146 schwanken; der maximale Zählerstand für die Leistungswerte 8-10 wird jedoch niemals 6146 überschreiten. Dadurch, dass der Schwellenrücksetzwert 16 Zählungen niedriger als der Schwellenwert ist, wird HEL2, nachdem es in dem Block 409 rückgesetzt worden ist, erst gesetzt, wenn wieder einer der Leistungswerte 11-15 gewählt wird.

Die Abfrage 411 stellt fest, ob der HEC-Zählerstand niedriger als der Rücksetzschwellenwert von 4080 für HEL1 ist. Wenn nein, verzweigt das Programm zu der Wertaustauschroutine bei LERB (Block 405). Wenn ja, wird HEL1 rückgesetzt (Block 413), und das Programm verzweigt dann zu der Wertaustauschroutine bei LERB (Block 405). Wie bei HEL2 wird der Rücksetzschwellenwert für HEL1 auf 16 Zählungen unter dem maximalen Zählerstand von 4096 für die Leistungseinstellungen 1-4 eingestellt. Dieser Wert ist ausreichend unter dem maximalen Zählerstand, um zu gewährleisten, dass HEL1 nur rückgesetzt wird, wenn der HEC-Zählerstand unter den minimalen stationären Zählerstand für die Leistungswerte 1-4 abnimmt, der in dieser Ausführungsform 4093 beträgt. Der HEC-Zählerstand wird nur unter diesen Wert abnehmen, wenn die AUS-Einstellung gewählt wird.

Nach dem Verzweigen zu dem Eintrittspunkt LERB der Wertaustauschroutine (Fig. 19) geht das Programm auf die oben mit Bezug auf die Fig. 19-21 beschriebene Weise weiter.

Wenn die AUS-Leistungseinstellung gewählt wird, wird in die Heizelementenergieversorgungsroutine bei HEDCL eingetreten (Fig. 18), und das Programm geht auf die oben mit Bezug auf die Fig. 18-21 beschriebene Weise weiter.

Durch Einsetzen der Steueroutine nach Fig. 22 und 23 statt der nach Fig. 17 ist somit eine Steueranordnung vorhanden, die dem Heizelementenergiezähler HEC ermöglicht, der tatsächlichen Heizelementtemperatur unter Betriebsbedingungen, bei denen die Leistungseinstellung von einer relativ höheren Leistungseinstellung auf eine relativ niedrigere Leistungseinstellung geändert wird, genauer zu folgen.

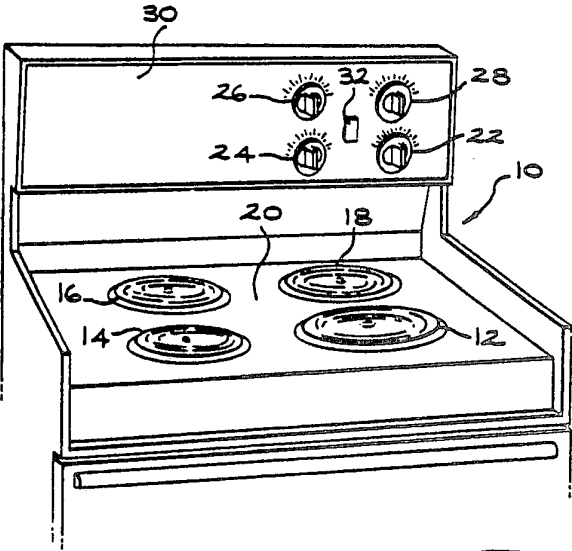


FIG. 1

FIG. 3

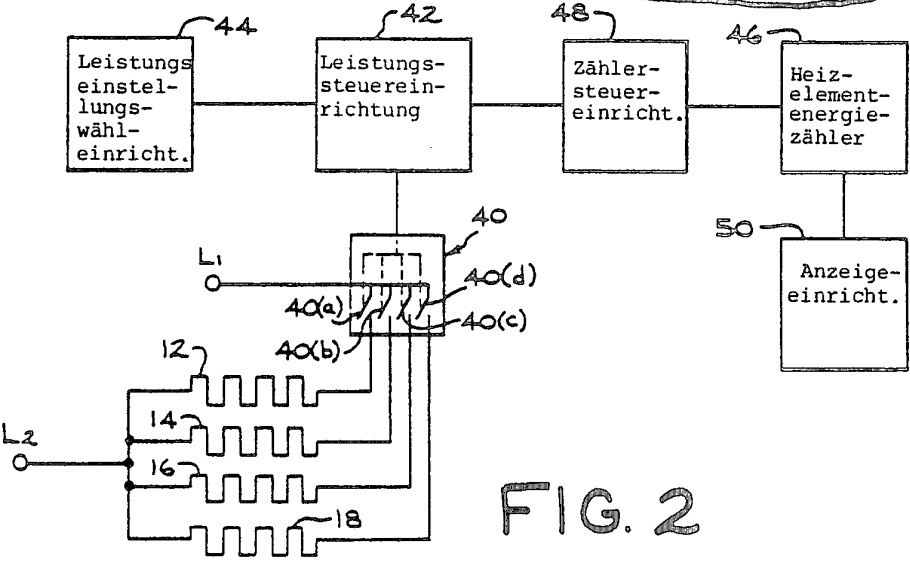
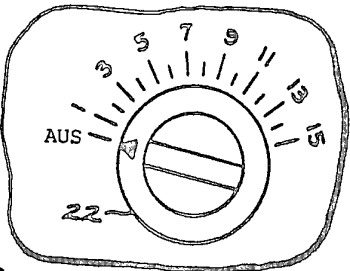
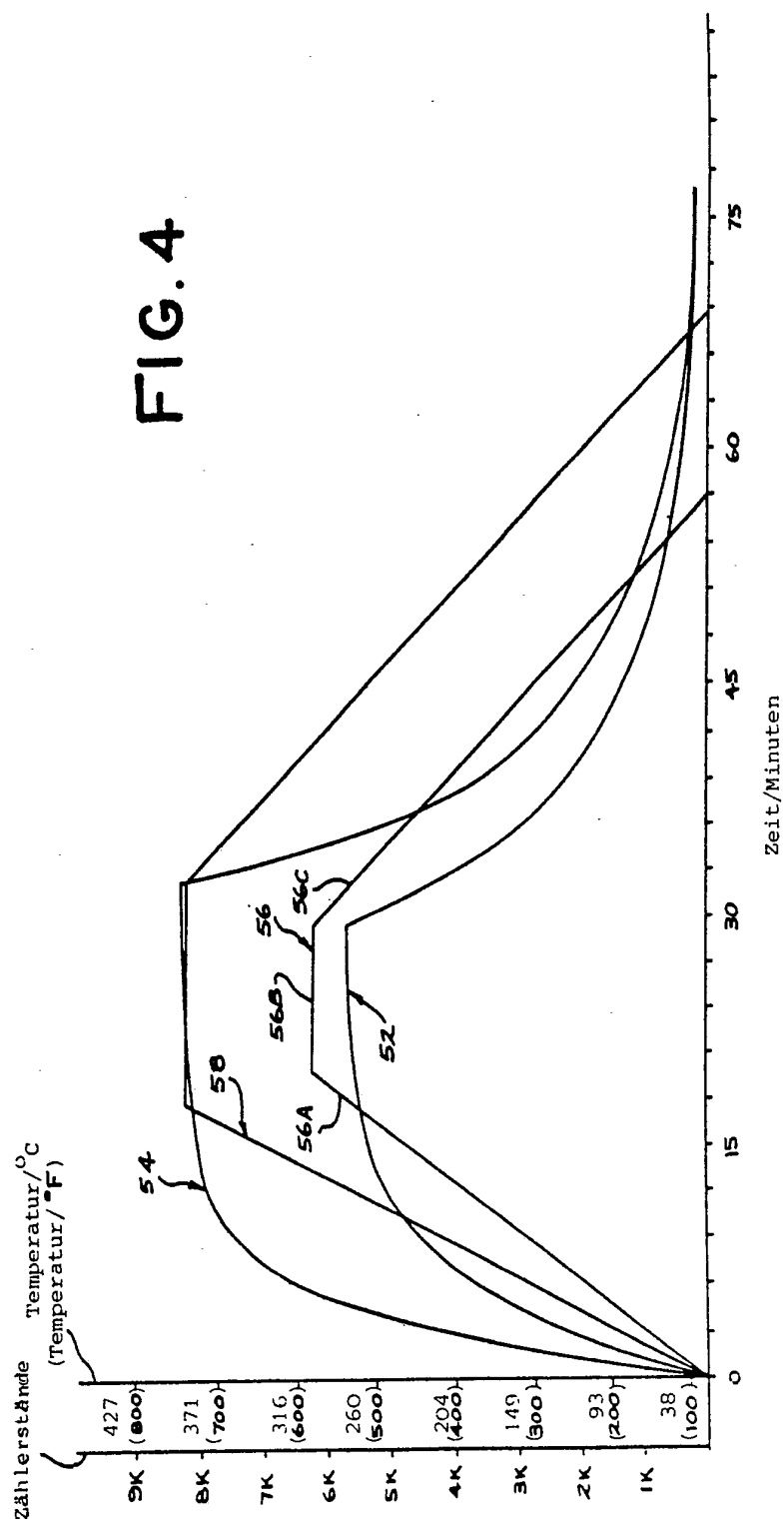


FIG. 2



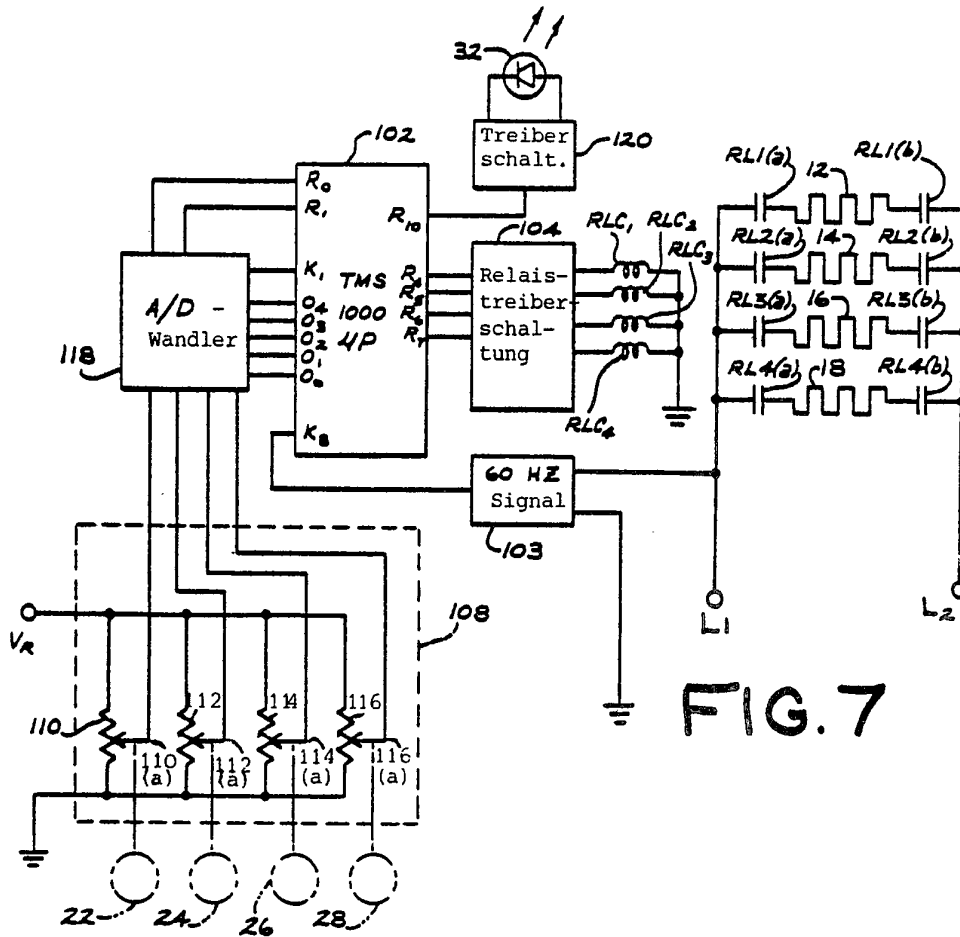


FIG. 7

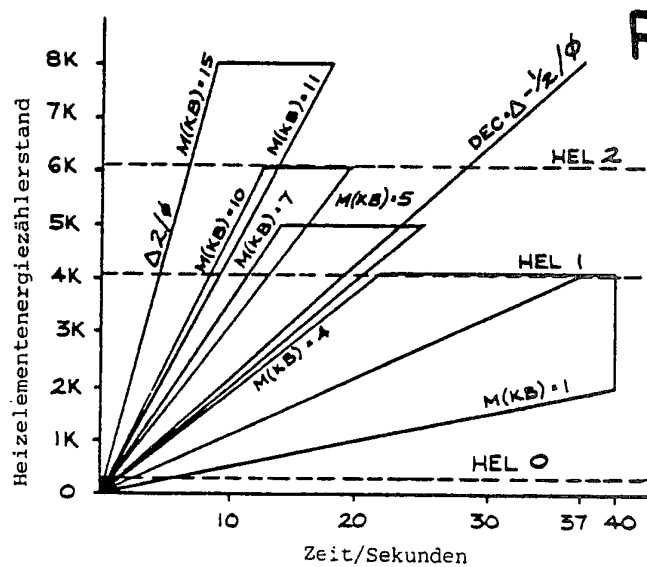
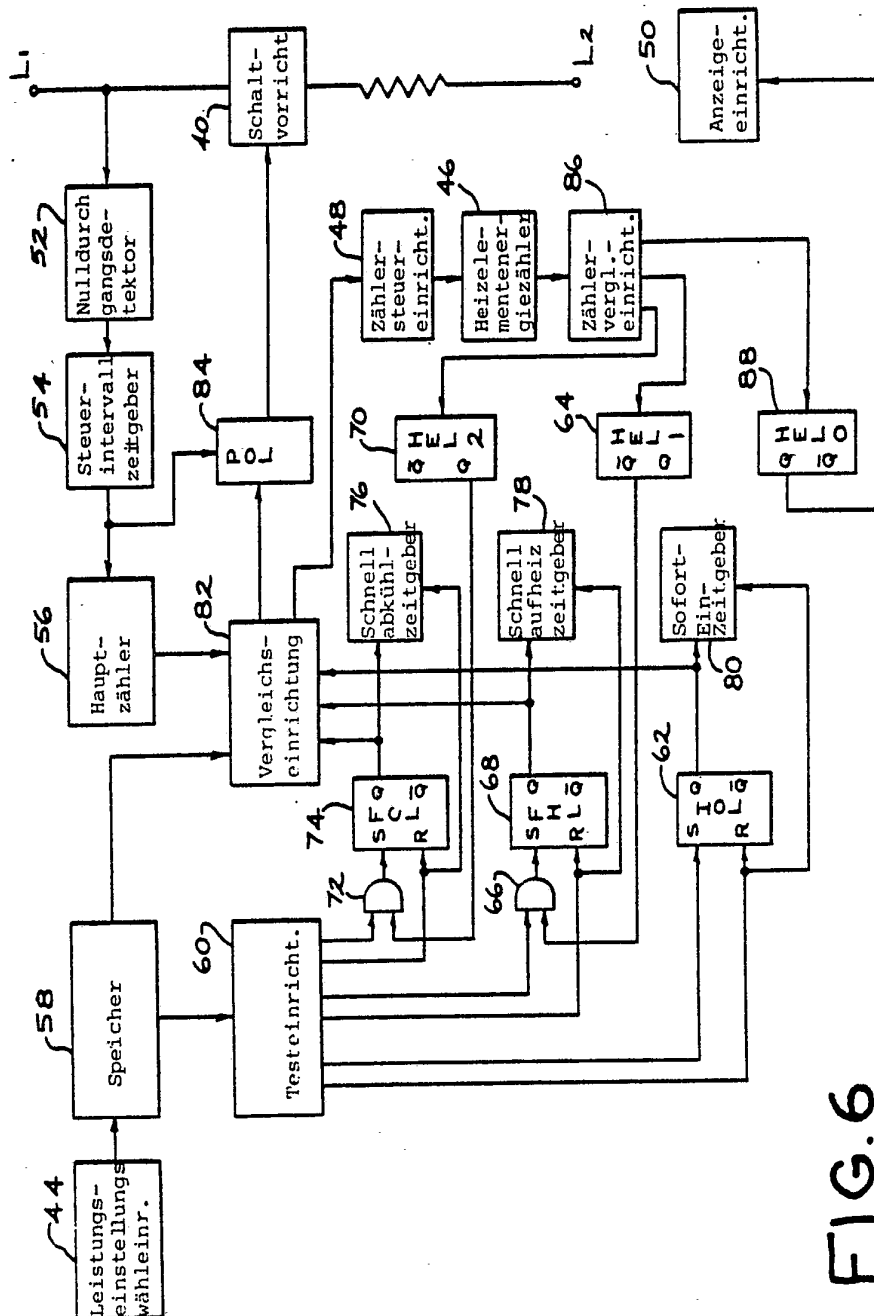


FIG. 5



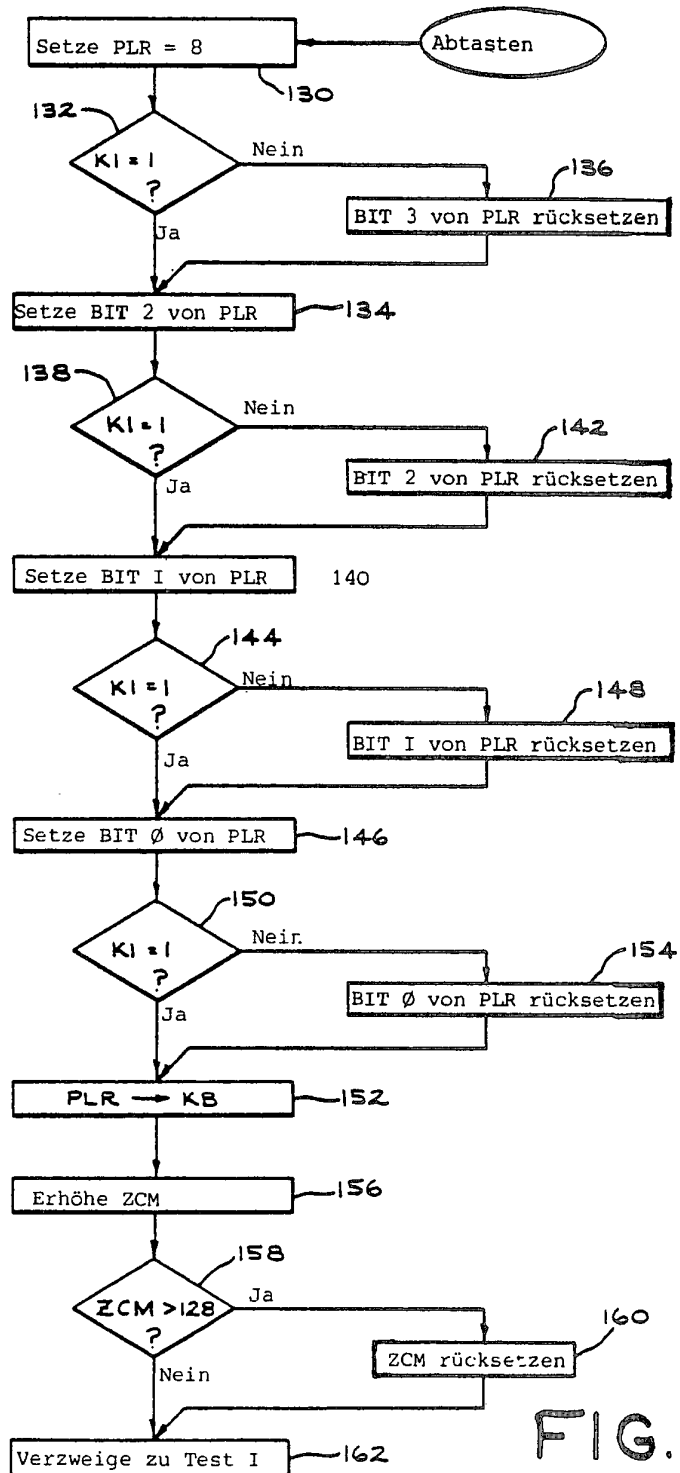
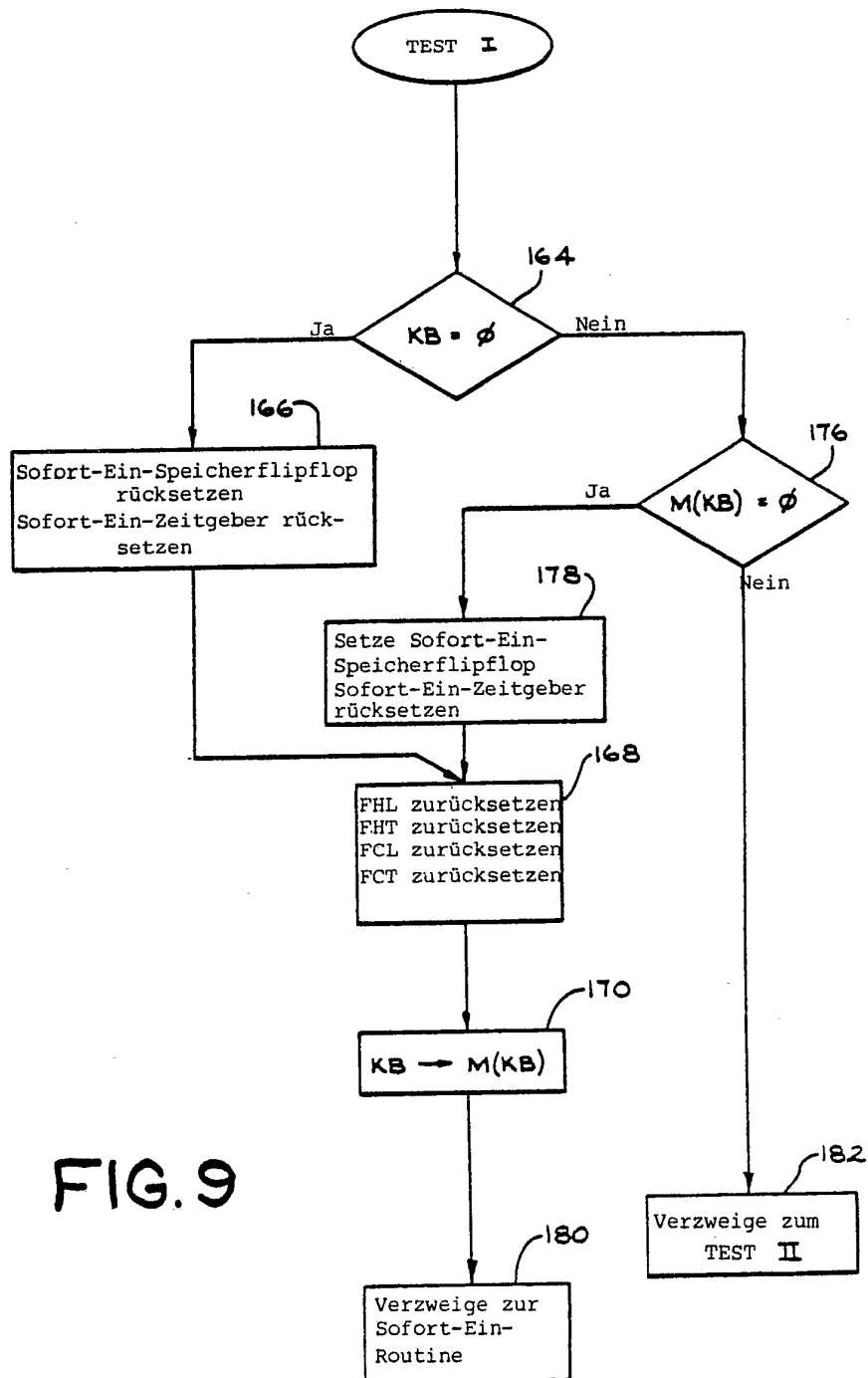


FIG. 8



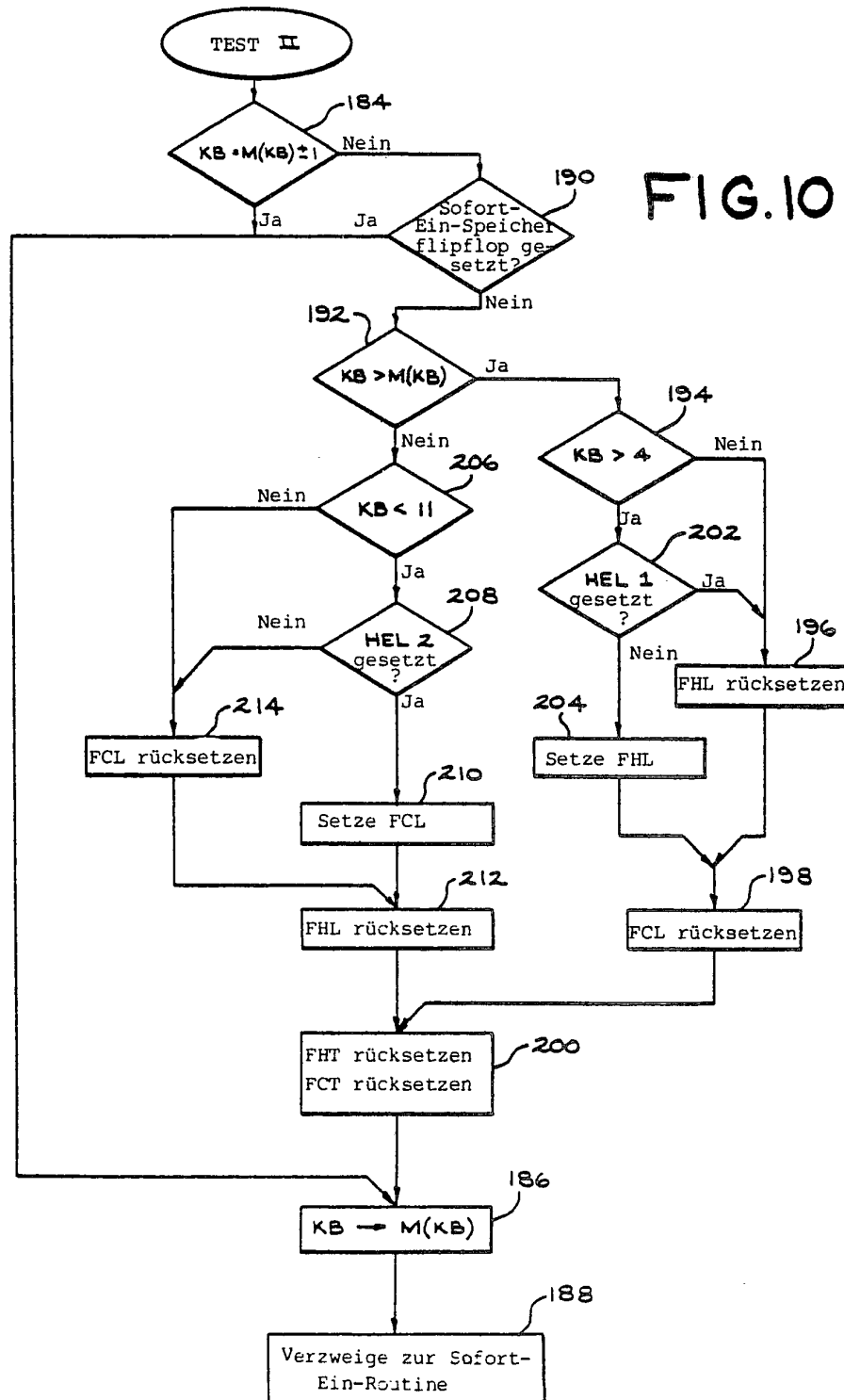
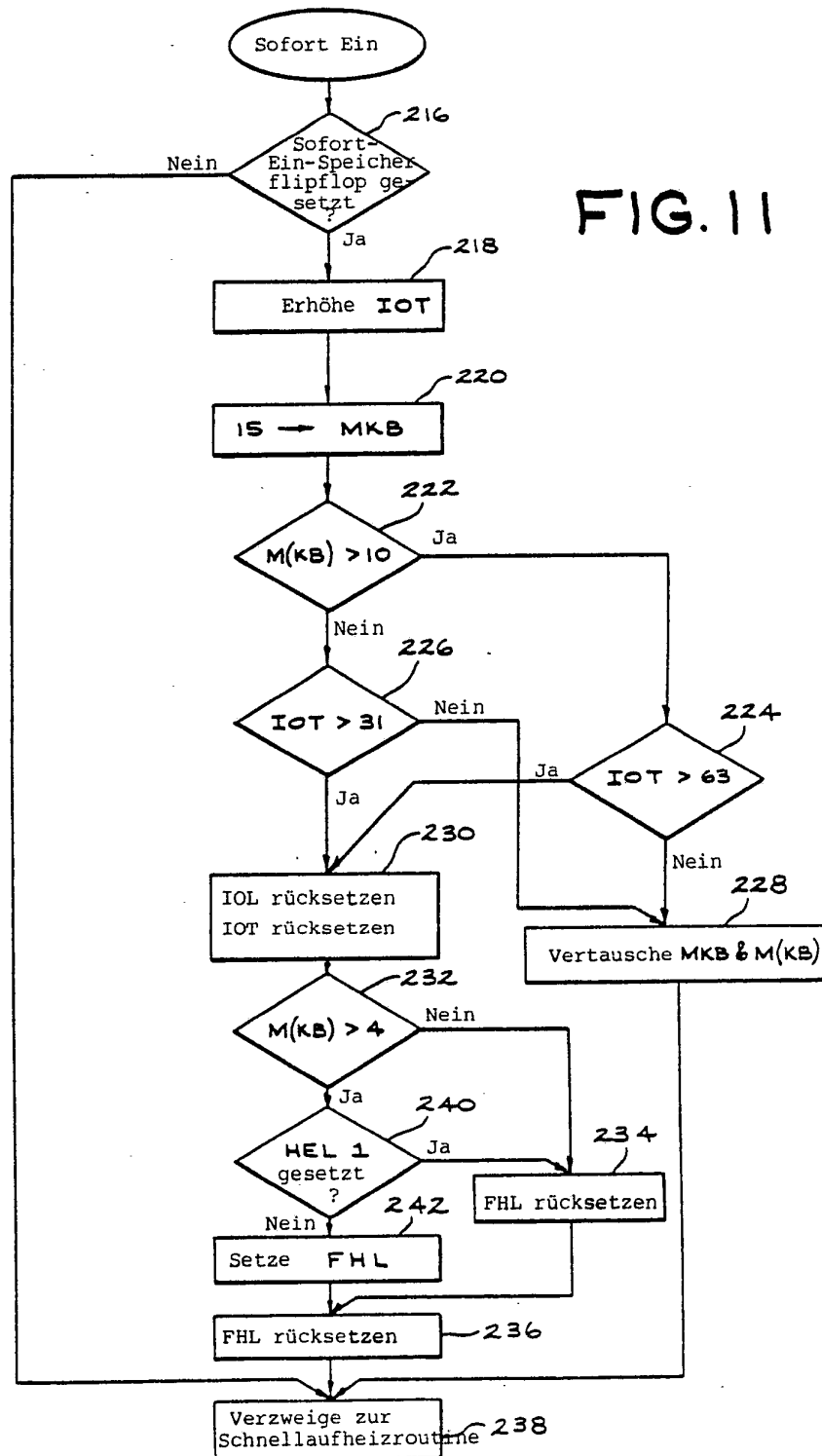
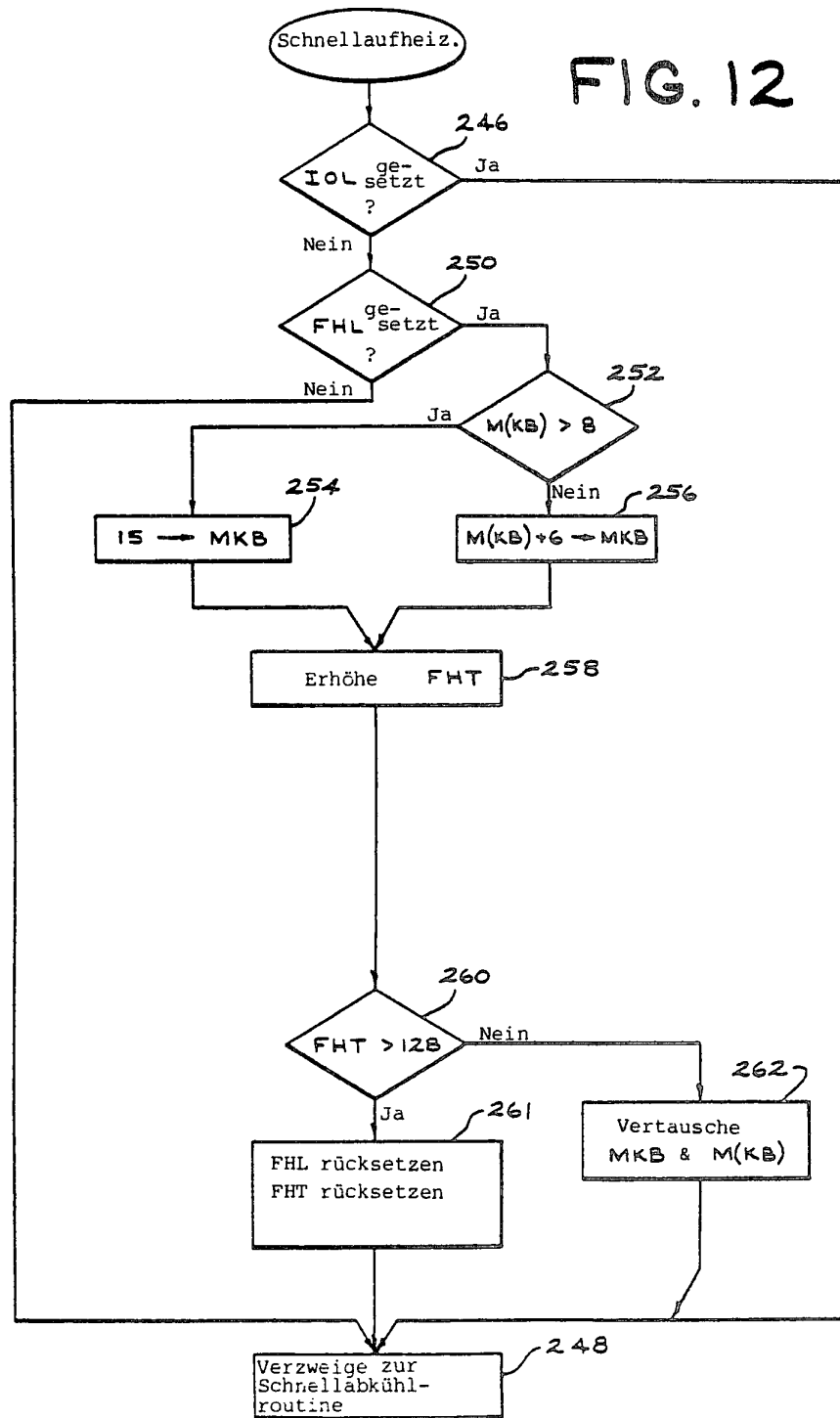
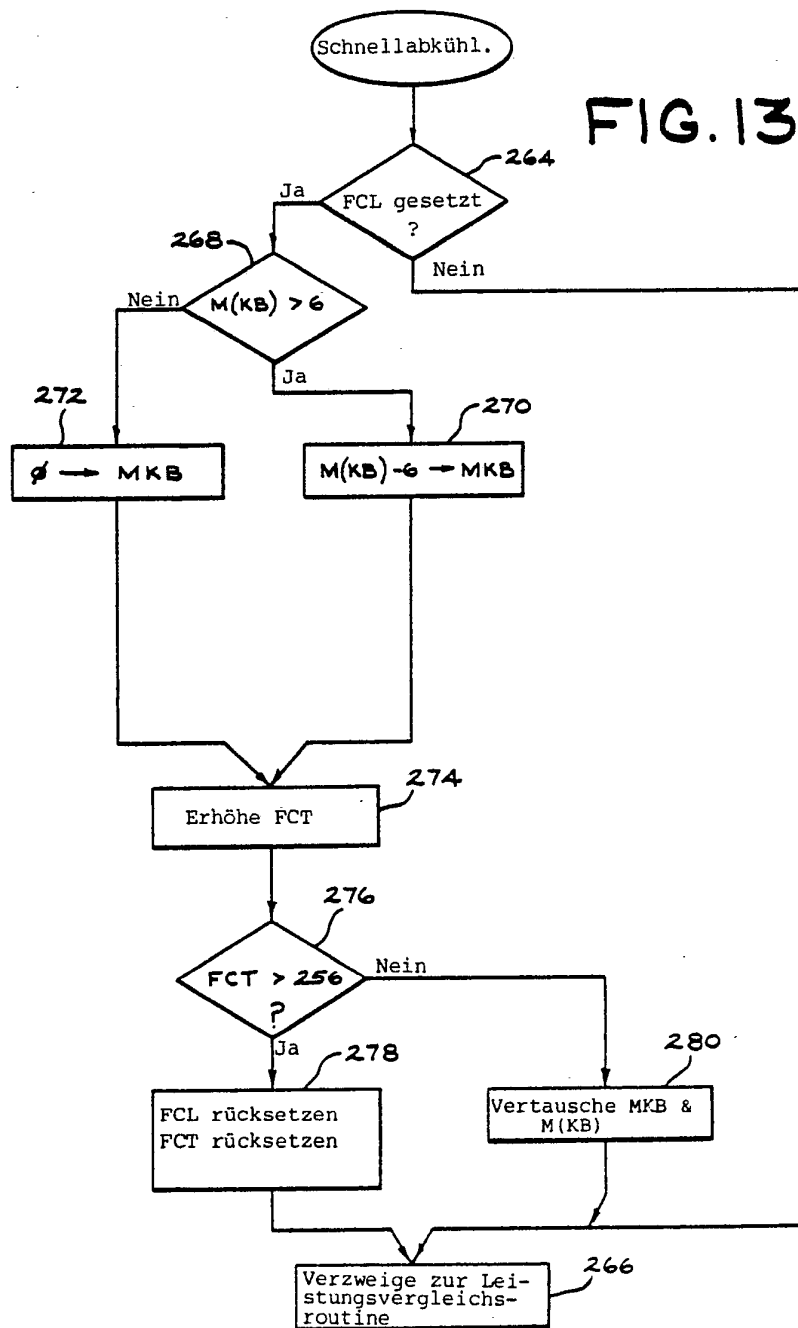


FIG. 11







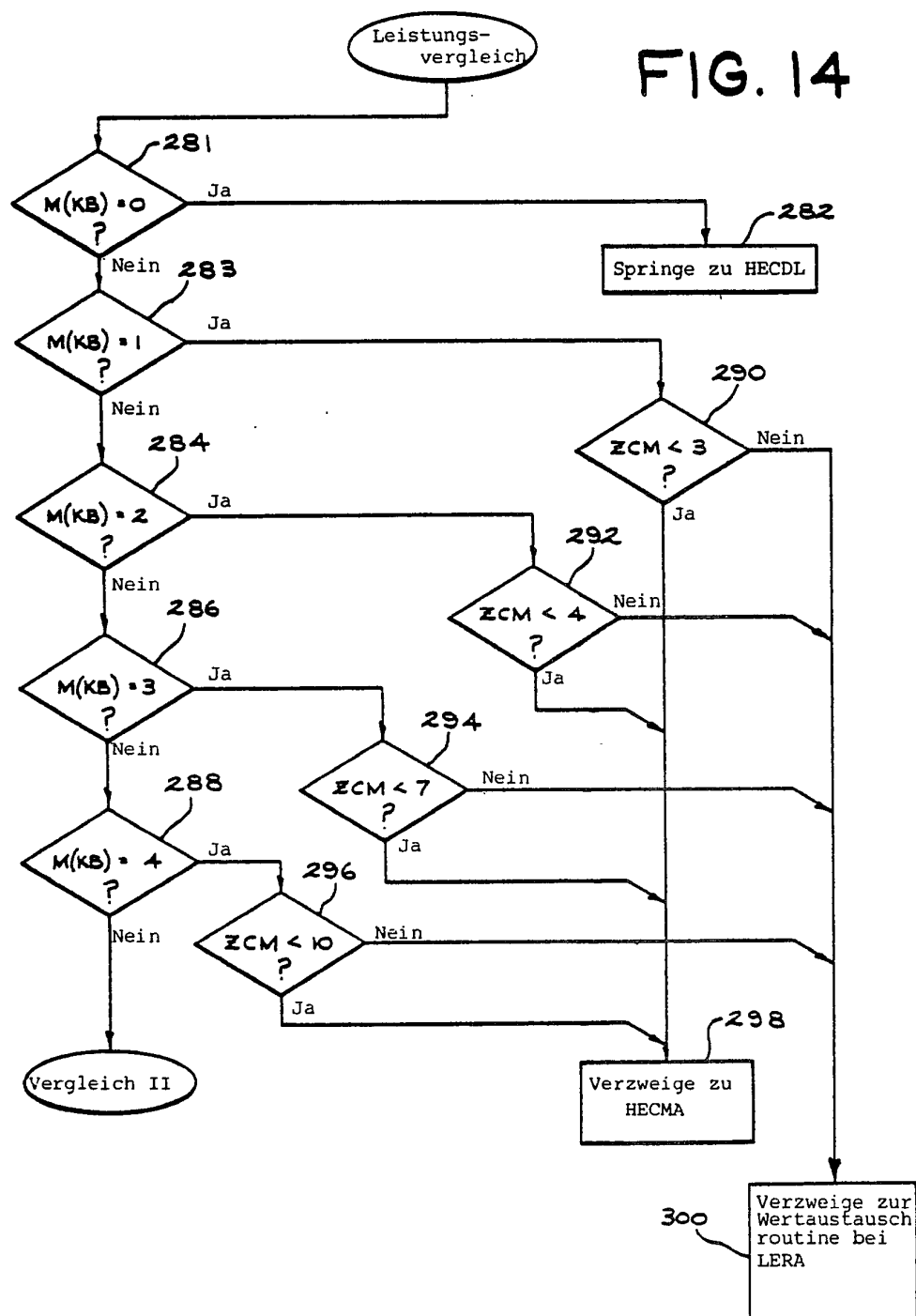


FIG. 15

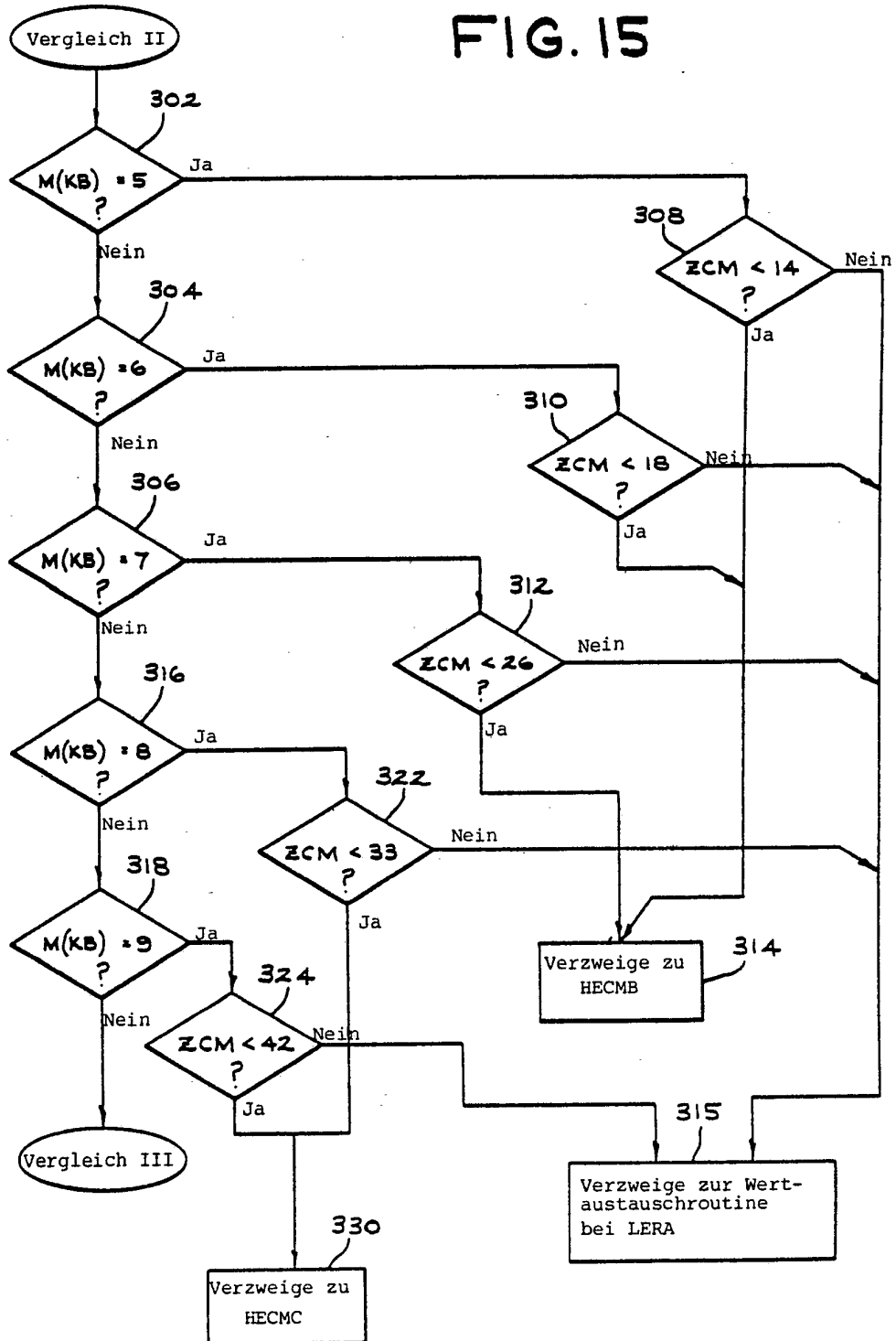
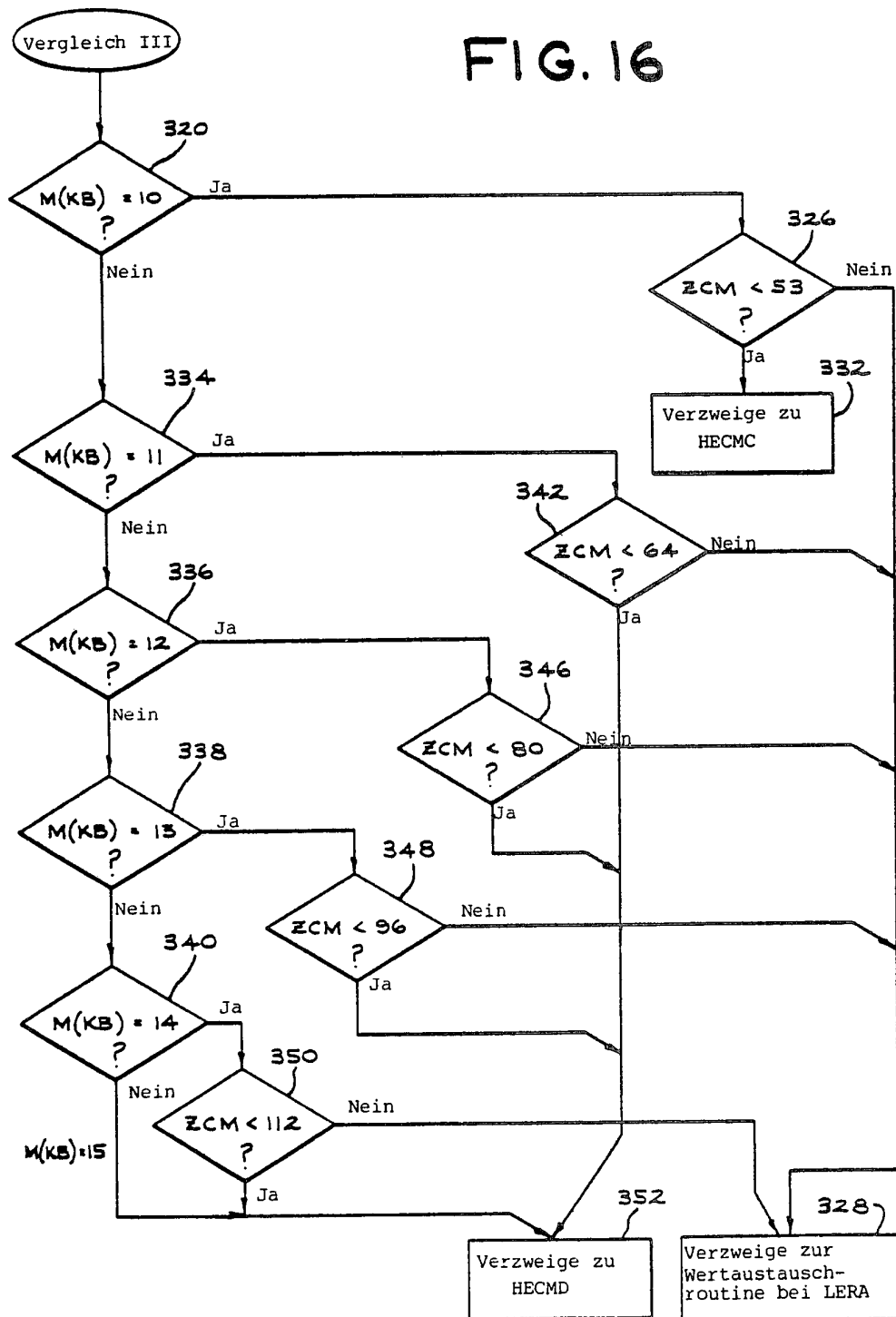


FIG. 16



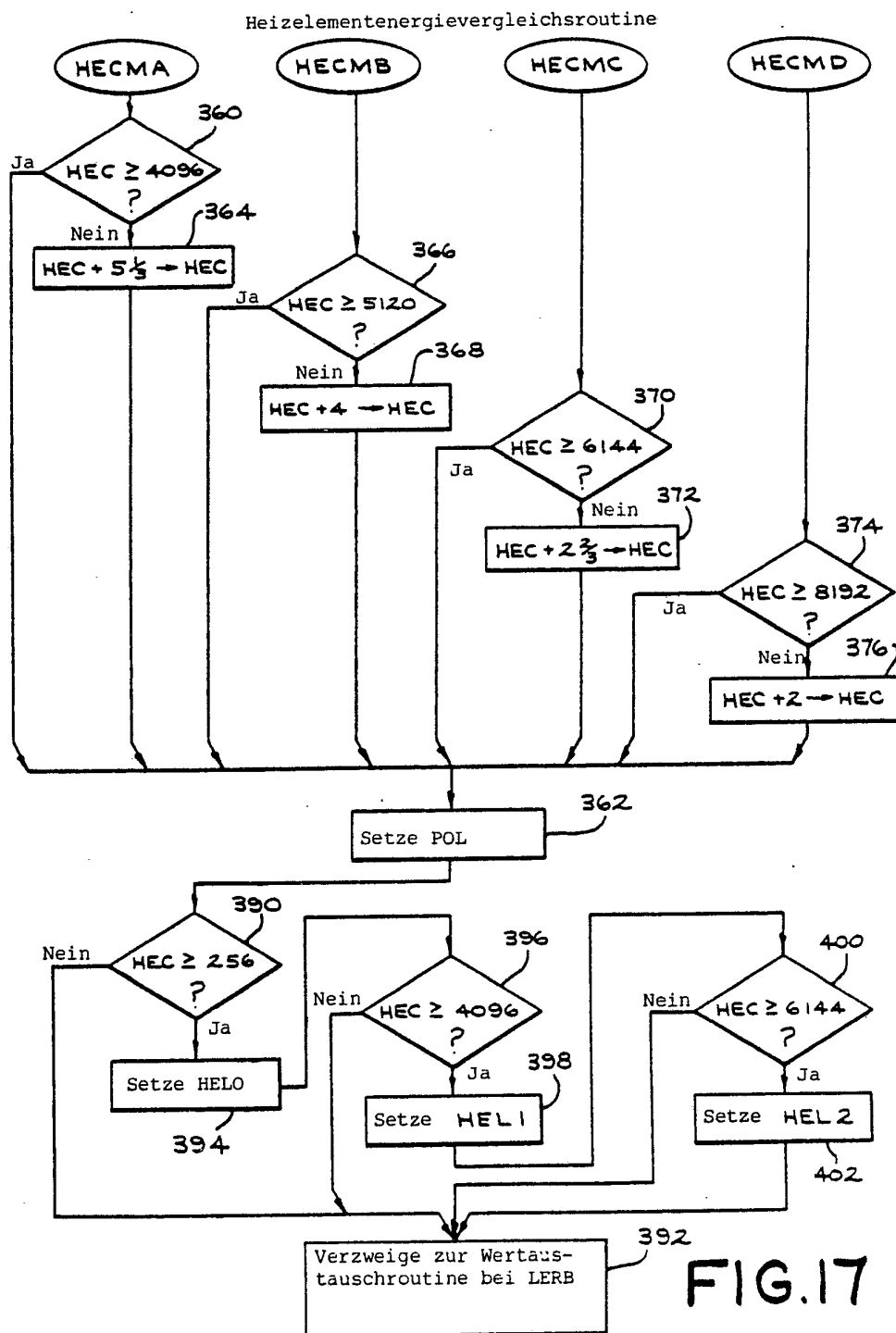
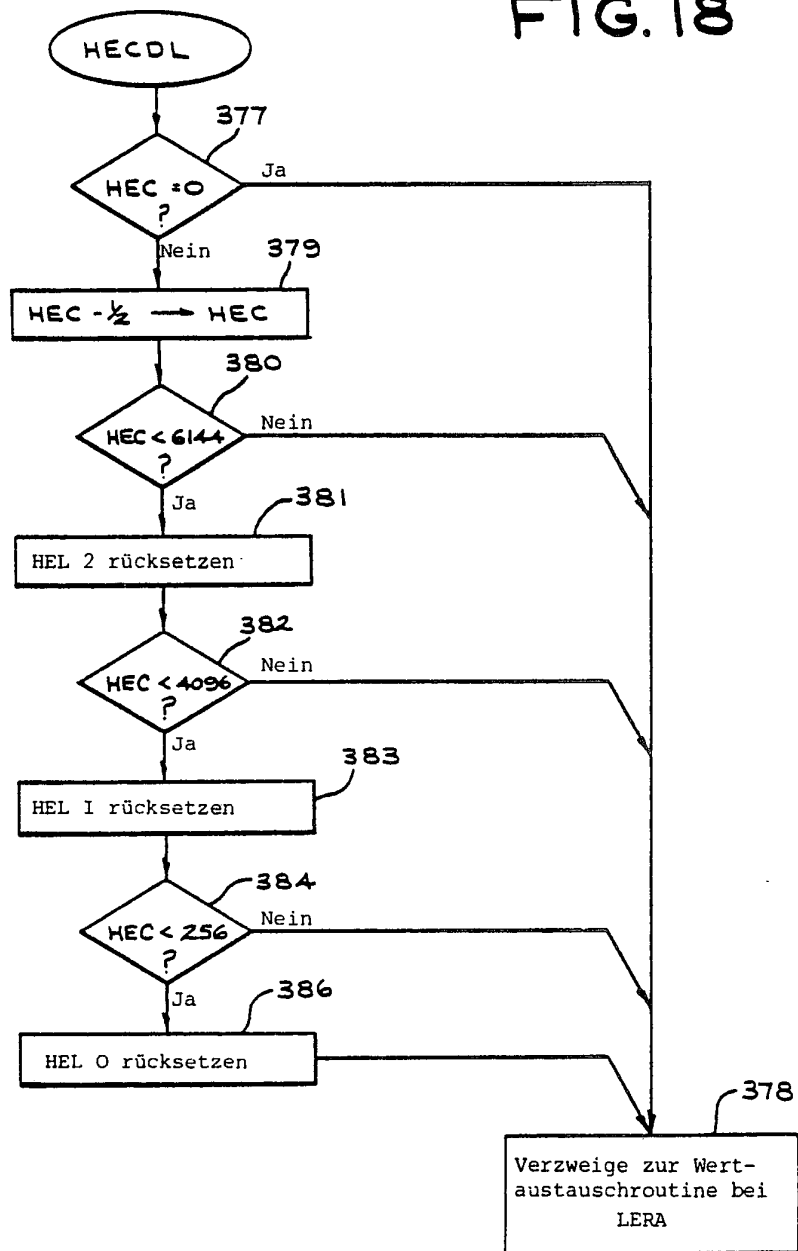


FIG. 18



WERTAUSTAUSCHROUTINE

FIG. 19

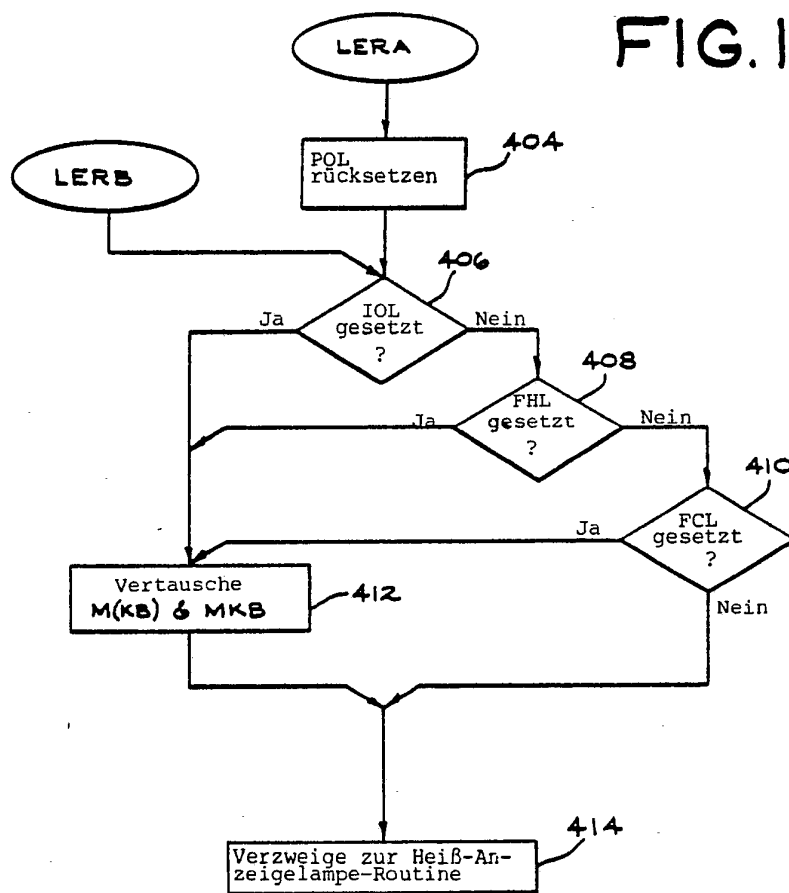


FIG. 20

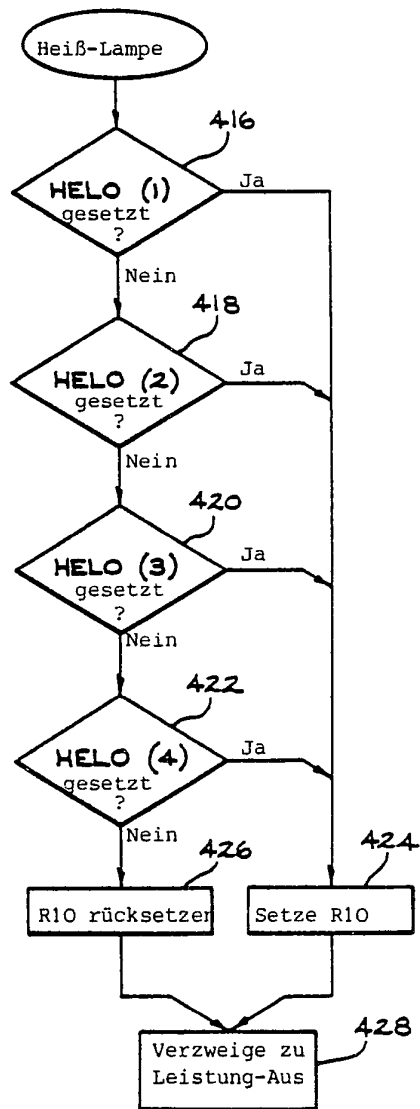


FIG. 21

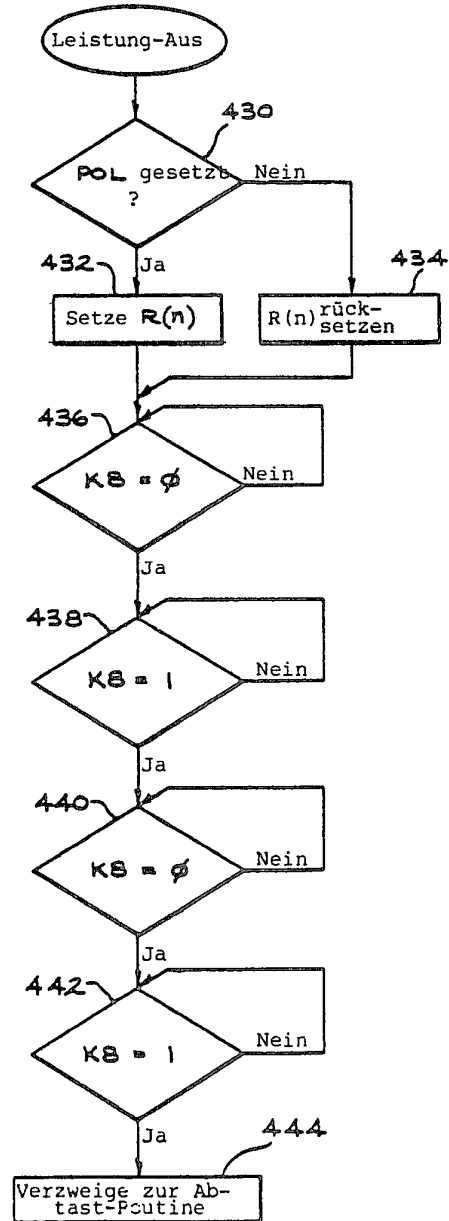


FIG.22

ALTERNATIVE HEIZELEMENTENERGIEVERGLEICHS-ROUTINE

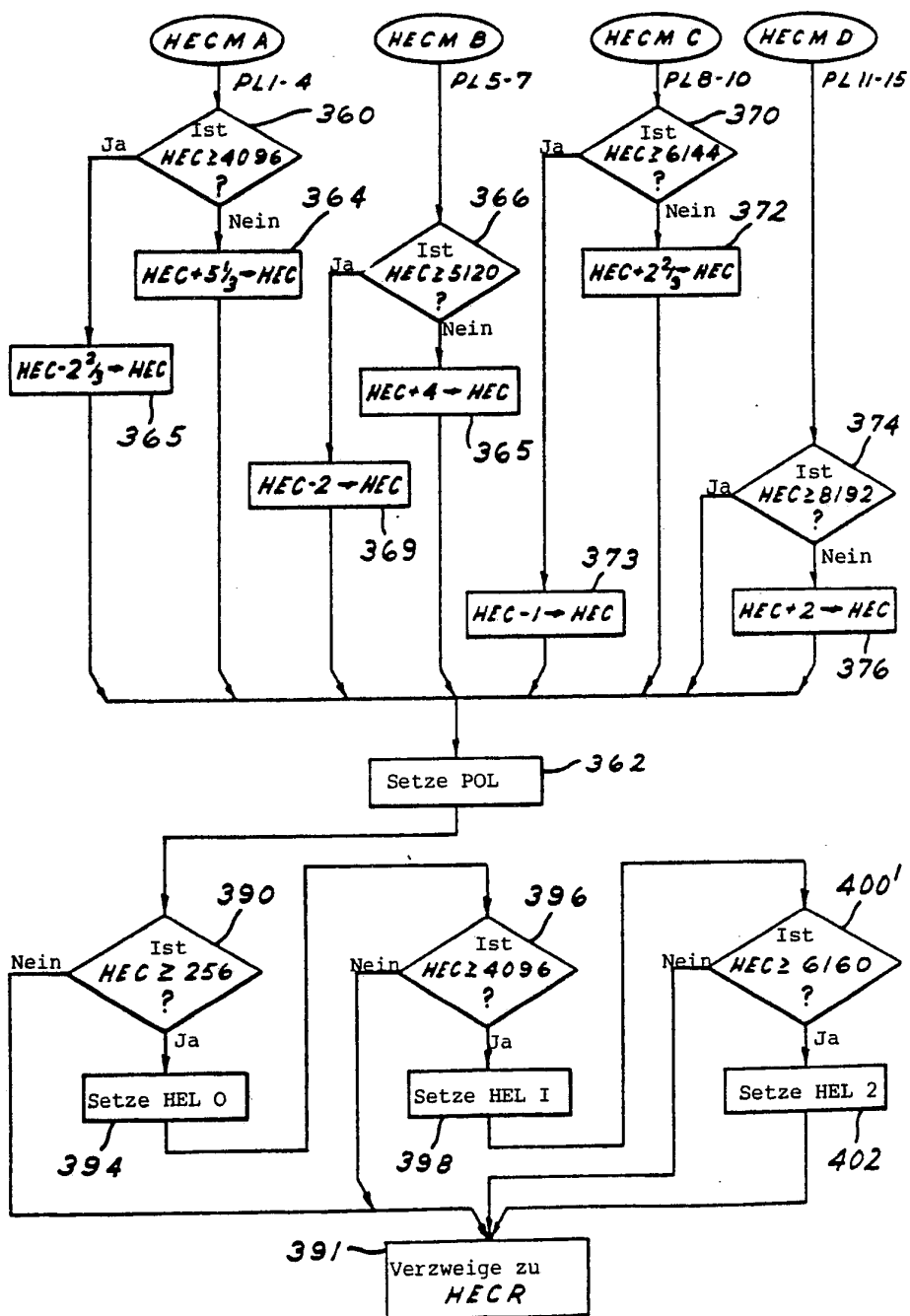


FIG. 23

