

(19)



(11)

EP 3 422 815 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
21.10.2020 Patentblatt 2020/43

(51) Int Cl.:
H05B 6/12 (2006.01) H05B 6/06 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **18180281.0**

(22) Anmeldetag: **28.06.2018**

**(54) INDUKTIONSKOCHVORRICHTUNG UND VERFAHREN ZUR ANSTEUERUNG EINER
INDUKTIONSKOCHVORRICHTUNG**

INDUCTION COOKING DEVICE AND METHOD FOR CONTROLLING SAME

DISPOSITIF DE CUISSON PAR INDUCTION ET PROCÉDÉ DE COMMANDE D'UN DISPOSITIF DE
CUISSON PAR INDUCTION

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO
PL PT RO RS SE SI SK SM TR**

(30) Priorität: **29.06.2017 DE 102017211099**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
02.01.2019 Patentblatt 2019/01

(73) Patentinhaber: **E.G.O. Elektro-Gerätebau GmbH
75038 Oberderdingen (DE)**

(72) Erfinder:
• **Bellm, Mathias
76698 Ubstadt-Weiher (DE)**

• **Dalaker, Timo
75038 Oberderdingen (DE)**
• **Egenter, Christian
75015 Bretten (DE)**
• **Riffel, Michael
75038 Oberderdingen (DE)**

(74) Vertreter: **Patentanwälte
Ruff, Wilhelm, Beier, Dauster & Partner mbB
Kronenstraße 30
70174 Stuttgart (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:
**EP-A1- 1 303 168 EP-A1- 2 928 265
WO-A1-97/19298 US-B2- 6 870 138**

EP 3 422 815 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

Anwendungsgebiet und Stand der Technik

[0001] Die Erfindung betrifft eine Induktionskochvorrichtung mit einer Mehrzahl von Zeilenleitungen, einer Mehrzahl von Spaltenleitungen, einer Mehrzahl von Schwingkreiselementen mit einem jeweiligen ersten Pol und einem jeweiligen zweiten Pol, einer Mehrzahl von Gitterdioden und einem Inverter. Jedes Schwingkreiselement ist mit seinem ersten Pol mit genau einer der Zeilenleitungen verbunden. Jedes Schwingkreiselement ist mit seinem zweiten Pol mit genau einer der Spaltenleitungen verbunden. Jede Spaltenleitung weist einen jeweiligen endseitigen Spaltenschalter auf. Ebenso betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Ansteuerung einer solchen Induktionskochvorrichtung.

[0002] Derartige Induktionskochvorrichtungen sind aus dem Stand der Technik bekannt und dienen insbesondere zur Realisierung eines echten Flächenkochens. Typischerweise weisen die Schwingkreiselemente Induktionsheizspulen auf, mit welchen auf einem Kochfeld stehende Töpfe beheizt werden können. Beispielhafte Ausführungen sind in EP 1 303 168 A1 sowie EP 2 380 400 B gezeigt.

[0003] Aus der WO 97/19298 A1 ist ein Induktionskochfeld bekannt mit einer Mehrzahl von Zeilenleitungen und einer Mehrzahl von Spaltenleitungen, einer Mehrzahl von Schwingkreiselementen, die zwingend vorhanden sein müssen, und mindestens einem Inverter. Jedes Schwingkreiselement ist mit einem ersten Pol mit genau einer der Zeilenleitungen verbunden und mit einem zweiten Pol mit genau einer der Spaltenleitungen verbunden. Jede Spaltenleitung weist einen endseitigen Spaltenschalter auf, und jede Zeilenleitung weist ein erstes Zeilenleitungsende und ein zweites Zeilenleitungsende auf, wobei an einem davon ein jeweiliger Zeilenschalter angeordnet ist. Zwischen den Zeilenleitungsenden sind die jeweiligen ersten Pole der angeschlossenen Schwingkreiselemente angeschlossen, des Weiteren sind sie jeweils mit dem Inverter verbunden.

[0004] Aus der US 6,870,138 B2 ist eine ähnliche Induktionskochvorrichtung bekannt, bei der in den Zeilenleitungen noch Dioden angeordnet sind.

[0005] Aus der EP 2 928 265 A1 ist eine nochmals weitere Induktionskochvorrichtung bekannt mit einer Reihe von Induktionsspulen, die einzeln angesteuert werden können.

[0006] Die am weitesten verbreiteten leistungselektronischen Schaltungen für die induktive Beheizung eines Induktionskochfelds sind der resonante (Serien-)Schwingkreis und der quasi-resonante Parallelschwingkreis. Letzterer besitzt den Vorteil, dass ein Schaltelement und ein Kondensator weniger als mit dem Serienschwingkreis benötigt werden.

[0007] Es ist wünschenswert, eine große Anzahl von Induktionsspulen, insbesondere kleinere Induktionsspulen, ohne Relais mit wenigen Schaltelementen anzusteu-

ern.

[0008] In bekannten Kochfeldern wird jede einzelne Spule im Fall der quasi-resonanten Ausführung durch einen Halbleitertransistor bzw. im Fall der Ausführung als Serienschwingkreis durch zwei Halbleitertransistoren, üblicherweise IGBTs, angesteuert. Diese Lösung ist aufgrund der hohen Anzahl an Halbleitern für viele Induktionsspulen (beispielsweise 20 bis 50) sehr teuer. Für n Induktionsspulen werden mindestens n Halbleiter benötigt.

[0009] Aus dem Stand der Technik ist das Ansteuern von Widerstandsheizelementen im Multiplexverfahren bekannt. Eine Verschaltung von Induktoren bzw. Induktionsspulen durch Zeilen und Spalten ermöglicht die Ersparnis von Halbleiterschaltern und eventuell von Kondensatoren. Der Aufbau eines Kochfelds vereinfacht sich außerdem, da nicht zu jeder Induktionsspule ein Leitungspaar für hohe Ströme von einem Inverter hingeführt werden muss, sondern die Leitung weitergeschleift wird.

[0010] Eine beispielhafte Implementierung einer Induktionskochvorrichtung gemäß dem Stand der Technik ist in Fig. 1 gezeigt. Dabei werden Induktionsspulen der Induktionsheizvorrichtung in Serienschwingkreisen mittels Halbbrückentransistoren angesteuert. Ein jeweiliger Schwingkreis weist eine jeweilige Induktionsspule Spule L und eine jeweilige Kapazität bzw. einen Kondensator C auf. In dem gezeigten Beispiel sind sechs Serienschwingkreise dargestellt, welche in einer Matrix aus Zeilen und Spalten angeordnet sind. Die Halbbrücke besteht aus Schaltern S_{highside} und S_{lowside} , welche insbesondere mittels IGBT-Transistoren oder mittels MOSFETs realisiert werden können. Sie dient zur Erzeugung einer hochfrequenten Wechselspannung im Bereich von 20 kHz bis 150 kHz, wie sie für die elektrische Erregung einer induktiven Beheizung mittels Induktionsspulen üblich ist.

[0011] Mit U ist eine aus der Netzspannung gleichgerichtete, pulsierende Gleichspannungsquelle bezeichnet, eventuell kann es auch eine reine Gleichspannung sein, die durch eine PFC (Power Factor Correction)-Schaltung erzeugt ist. Cs ist ein Zwischenkreiskondensator, welcher die Zwischenkreisspannung der Halbbrücken mit Schwingkreisen stabilisiert. Jede Zeile (S_{x1a} - S_{x4a}) oder Spalte (S_{y1} - S_{y4}) verfügt über einen Schalter (IGBT-Transistoren oder MOSFET-Transistoren). Die Halbleiter zum Schalten der Zeilen und Spalten sind im Gegensatz zu den Wechselrichterschaltern (S_{highside} , S_{lowside}) zur Erzeugung der Hochfrequenz langsam schaltend und müssen somit nicht hochwertig ausgeführt sein, alternativ kann auf eine geringe Durchlassspannung $V_{ce(sat)}$ bei IGBTs und/oder einen geringen Durchlasswiderstand $R_{DS(on)}$ bei MOSFETs geachtet werden.

[0012] Für jeden Transistor wird ein Treiberbaustein zur Ansteuerung benötigt, auch für den Wechselrichter. Dafür kommen sogenannte "High-Side"-Treiber wie zum Beispiel Puls-Übertrager (galvanische Trennung möglich) oder aber auch Ladungspumpen (ohne galvanische

Trennung) in Frage, wobei dies für alle Zeilenschalter und für den S_{highside} gilt.

[0013] Wird jetzt ein Schalter (Sx1a oder Sx2a) einer Zeile und einer Spalte (Sy1 bzw. Sy2) geschlossen, so wird der Schwingkreis L11C11 bzw. L22C22 angeregt (siehe Fig. 2). Jedoch findet gleichzeitig auch ein unerwünschter Stromfluss über alle weiteren Schwingkreise der Zeile 2 zum Schalter (Sy1 bzw. Sy2) statt. Derartige Leckströme sind zwar kleiner als der gewünschte Erregerstrom der eigentlichen Induktionsspule L11 bzw. L22, sie erzeugen jedoch störende Verluste und elektromagnetische Felder an den Induktivitäten aller anderen Schwingkreise der Matrix. Eine analytische Berechnung zur quantitativen Bestimmung dieser Leckströme ist nicht trivial. Zur Simulation kann dieser Stromfluss jedoch gezeigt und quantitativ bestimmt werden. In Fig. 2 ist der zeitliche Verlauf der Ströme durch die Induktionsspulen dargestellt, wenn zu den Zeitfenstern T11 bzw. T22 die Induktionsspulen L11 bzw. L22 usw. elektrisch erregt werden sollen. Im Zeitfenster T11 ist für die Induktionsspule L11 der erwünschte Stromfluss dick dargestellt, für die anderen Induktionsspulen L sind die Störungen dünn dargestellt. Zum Zeitfenster T22 ist für die Induktionsspule L22 der erwünschte Stromfluss dick dargestellt, die Störungen für die anderen Induktionsspulen L sind wieder dünn dargestellt. Dies gilt für den Fall, dass ein Topf auf den Induktionsspulen L11 und L22 aufgestellt ist. Deswegen werden nur in deren Zeitfenstern T11 und T22 Stromflüsse bewirkt.

Aufgabe und Lösung

[0014] Es ist Aufgabe der Erfindung, eine Induktionskochvorrichtung sowie ein Verfahren zur Ansteuerung einer solchen Induktionskochvorrichtung zu schaffen, mit denen Probleme des Standes der Technik vermieden werden können und welche insbesondere in Bezug auf Störungen bzw. mögliche Leckströme optimiert sind.

[0015] Gelöst wird diese Aufgabe durch eine Induktionskochvorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 1 sowie durch ein Verfahren zur Ansteuerung einer solchen Induktionskochvorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 14. Vorteilhafte sowie bevorzugte Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand der weiteren Ansprüche und werden im Folgenden näher erläutert. Dabei werden manche der Merkmale nur für die Induktionskochvorrichtung oder nur für das Verfahren genannt. Sie sollen jedoch unabhängig davon sowohl für die Induktionskochvorrichtung als auch für das Verfahren selbständig und unabhängig voneinander gelten können. Der Wortlaut der Ansprüche wird durch ausdrückliche Bezugnahme zum Inhalt der Beschreibung gemacht.

[0016] Die Erfindung betrifft eine Induktionskochvorrichtung. Diese weist eine Mehrzahl von Zeilenleitungen und eine Mehrzahl von Spaltenleitungen auf. Sie weist eine Mehrzahl von Schwingkreiselementen mit einem jeweiligen ersten Pol und einem jeweiligen zweiten Pol auf. Außerdem weist sie eine Mehrzahl von Gitterdioden so-

wie einen Inverter auf. Jedes Schwingkreiselement ist mit seinem ersten Pol mit genau einer der Zeilenleitungen verbunden. Jedes Schwingkreiselement ist mit seinem zweiten Pol mit genau einer der Spaltenleitungen verbunden. Jede Spaltenleitung weist einen jeweiligen endseitigen Spaltenschalter auf.

[0017] Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass jede Zeilenleitung ein erstes Zeilenleitungsende und ein zweites Zeilenleitungsende aufweist, zwischen welchen die jeweiligen ersten Pole der angeschlossenen Schwingkreiselemente angeschlossen sind. Die ersten und zweiten Zeilenleitungsenden sind dabei jeweils mit dem Inverter verbunden, wobei zumindest an einem der Zeilenleitungsenden ein jeweiliger Zeilenschalter angeordnet ist. Jeweilige erste Pole der Schwingkreiselemente sind mit einer jeweiligen Gitterdiode verbunden, welche mit dem jeweiligen zweiten Zeilenleitungsende mit Durchlassrichtung zum zweiten Zeilenleitungsende hin verbunden ist, so dass von den an einer Zeilenleitung angeschlossenen ersten Polen höchstens ein jeweiliger erster Pol mit dem zweiten Zeilenleitungsende unmittelbar verbunden ist.

[0018] Diese Ausführung vermeidet den eingangs beschriebenen Nachteil durch eine geschickte Anordnung der Gitterdioden. Eine direkte Serienschaltung einer Diode zum Schwingkreis ist dabei nicht möglich, denn ansonsten wird ein freies Schwingen des Serienschwingkreises verhindert. Durch die hier beschriebene Ausführung, insbesondere die Trennung durch Gitterdioden, ist jedoch die Funktion der Schwingkreise gewährleistet. Unerwünschte Ströme durch Induktionsspulen treten dabei nicht auf, da diese durch die Dioden verhindert werden. Zu jedem Zeitpunkt findet dabei ein Stromfluss ausschließlich in den Schwingkreiselementen statt, die zu einem jeweiligen Zeitpunkt elektrisch erregt werden sollen.

[0019] Es sei verstanden, dass es sich bei dem Begriff der Gitterdioden nicht um eine spezielle Art von Dioden handelt, sondern dass grundsätzlich alle bekannten Ausführungen von Dioden verwendet werden können. Bevorzugt werden verlustarme Dioden bzw. Schottky-Dioden. Die Bezeichnung der Gitterdioden ist gewählt, um klarzustellen, dass sich diese innerhalb eines Gitters aus Zeilenleitungen und Spaltenleitungen befinden. Gemäß einer Ausführung sind die Schwingkreiselemente ein jeweiliger Kondensator und eine jeweilige Spule in Reihenschaltung. Dies kann insbesondere bedeuten, dass jedes Schwingkreiselement einen Schwingkreis an sich darstellt.

[0020] Gemäß einer Ausführung sind die Schwingkreiselemente eine jeweilige Spule, wobei ferner in jeder Spaltenleitung ein Kondensator verschaltet ist, welcher mit den jeweiligen angeschlossenen Spulen Reihenschwingkreise bildet. In diesem Fall kann typischerweise ein Schwingkreis nicht bereits durch die jeweiligen Schwingkreiselemente an sich gebildet werden, sondern er entsteht erst in Zusammenschaltung mit dem jeweiligen Kondensator. Dadurch kann die Anzahl an insge-

samt benötigten Kondensatoren deutlich reduziert werden.

[0021] Gemäß einer anderen Ausführung sind die Schwingkreiselemente eine jeweilige Spule, wobei ferner an jeder Spaltenleitung zwei Kondensatoren verschaltet sind, welche mit den jeweiligen angeschlossenen Spulen Reihenschwingkreise bilden. Die jeweilige Spaltenleitung mit dem Spaltenschalter ist dabei zwischen den Kondensatoren angeschlossen.

[0022] Die Spaltenschalter können dabei insbesondere bidirektional leitend sein.

[0023] Bevorzugt sind die Spulen Induktionsspulen. Diese können vorteilhaft zum Beheizen von dafür ausgelegtem Kochgeschirr verwendet werden und sind dann Induktionsheizspulen. Die Induktionsspulen bzw. auch sonstige Schwingkreiselemente können vorzugsweise zueinander identisch sein. Dies kann insbesondere bedeuten, dass alle in der Induktionskochvorrichtung verwendeten gleichartigen Schwingkreiselemente zueinander identisch sind.

[0024] Bevorzugt sind die Schwingkreiselemente in Zeilen und Spalten, insbesondere in Form einer Matrix, angeordnet. Dies führt zu einer übersichtlichen Ausführung, welche eine beispielsweise gleichmäßige Verteilung von Schwingkreiselementen über eine zu beheizende Kochfläche ermöglicht.

[0025] Gemäß einer Ausführung ist an jedem ersten Zeilenleitungsende ein erster Zeilenschalter angeordnet und an jedem zweiten Zeilenleitungsende ist ein zweiter Zeilenschalter angeordnet. Der erste Zeilenschalter und der zweite Zeilenschalter jeder Zeilenleitung sind dabei bevorzugt dazu konfiguriert, gleichzeitig geschaltet zu werden. Dadurch wird eine vorteilhafte gleichzeitige Schaltung beider Zeilenleitungsenden ermöglicht, was den Betrieb aller Schwingkreise auch bei Vorhandensein der bereits erwähnten Gitterdioden sicherstellt.

[0026] Gemäß einer Ausführung ist an jedem ersten Zeilenleitungsende ein Zeilenschalter angeordnet und an jedem zweiten Zeilenleitungsende ist eine jeweilige Zeilendiode mit Durchlassrichtung vom Zeilenschalter weg angeordnet. Auch mit einer solchen Ausführung wird der Betrieb der Schwingkreise auch bei Verwendung der Gitterdioden sichergestellt. Die erwähnte Zeilendiode stellt dabei ein im Vergleich zu Zeilenschaltern typischerweise günstigeres Bauelement dar, welches zudem nicht gesteuert zu werden braucht.

[0027] Gemäß einer Ausführung ist von den an einer Zeilenleitung angeschlossenen Polen nur derjenige Pol, welcher am nächsten zum zweiten Zeilenleitungsende angeschlossen ist, mit dem zweiten Zeilenleitungsende unmittelbar verbunden. Dadurch kann die bereits erwähnte und gewünschte Unterdrückung von Leckströmen in vorteilhafter Weise erreicht werden.

[0028] Bevorzugt sind die Schalter als selbstsperrende N-Kanal-MOSFETs ausgeführt. Dies hat sich in der Praxis als vorteilhaft erwiesen. Dies kann alle Schalter oder auch nur einen Teil der Schalter, beispielsweise Zeilenschalter und/oder Spaltenschalter betreffen.

[0029] Bevorzugt weisen die Spaltenschalter eine jeweilige Freilaufdiode auf. Damit können eventuelle parasitäre Ströme abgeleitet werden.

[0030] Die Zeilenschalter bilden gemäß einer Ausführung der Erfindung einen Inverter. Dadurch können zusätzliche Schaltelemente zum Ausbilden des Inverters eingespart werden. Die Gitterdioden sind gemäß einer Ausführung zwischen jeweils zwei ersten Polen verschaltet. Damit können sie vorteilhaft die gewünschte Wirkung zur Unterdrückung unerwünschter Leckströme ausüben.

[0031] Gemäß einer weiteren Ausführung ist jeder erste Pol mittels einer jeweiligen Gitterdiode mit dem ersten Zeilenleitungsende verbunden und mittels einer jeweiligen weiteren Gitterdiode mit dem zweiten Zeilenleitungsende verbunden. Jede Gitterdiode ist dabei mit Durchlassrichtung zum zweiten Zeilenleitungsende hin verschaltet. Diese Ausführung ist zwar komplexer, bietet jedoch den Vorteil einer gleichmäßigen Verteilung der Spannungen unter den Schwingkreiselementen.

[0032] Bevorzugt weist die Induktionskochvorrichtung ferner eine Topferkennung auf, welche dazu ausgebildet ist, die Zeilenschalter und Spaltenschalter so zu schalten, dass nur Schwingkreiselemente unter einem erkannten Topf durch den Inverter angeregt werden. Dies ermöglicht einen optimalen Einsatz und eine Einsparung von Energie, da nur die benötigten Schwingkreiselemente auch tatsächlich angesteuert werden.

[0033] Bevorzugt sind die Schwingkreiselemente Induktionsspulen bzw. Induktionsheizspulen oder weisen solche auf, welche in Zeilen und Spalten nebeneinander und hintereinander angeordnet sind. Sie sind also in entsprechender Konfiguration an einem Kochfeld verteilt, wobei vorteilhaft die Spalten die Anordnung hintereinander meint. Die Zeilen sind die Anordnung von Induktionsspulen seitlich nebeneinander. Vorzugsweise sind die Induktionsspulen in mindestens vier Zeilen und drei Spalten angeordnet, also in einem Feld mit drei Induktionsspulen hintereinander und vier Induktionsspulen seitlich nebeneinander. Dies hat sich für typische Anwendungen bewährt, da eine ausreichende Variabilität bezüglich verwendeter Topfgrößen und -positionen erreicht wird, ohne übermäßig viele Bauelemente einzusetzen.

[0034] Diese und weitere Merkmale gehen außer aus den Ansprüchen auch aus der Beschreibung und den Zeichnungen hervor, wobei die einzelnen Merkmale jeweils für sich allein oder zu mehreren in Form von Unterkombination bei einer Ausführungsform der Erfindung und auf anderen Gebieten verwirklicht sein und vorteilhafte sowie für sich schutzfähige Ausführungen darstellen können, für die hier Schutz beansprucht wird. Die Unterteilung der Anmeldung in einzelne Abschnitte sowie Zwischen-Überschriften beschränken die unter diesen gemachten Aussagen nicht in ihrer Allgemeingültigkeit.

Kurzbeschreibung der Ausführungsbeispiele

[0035] Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Zeichnungen schematisch dargestellt und werden im Folgenden näher erläutert. In den Zeichnungen zeigen:

- Fig. 1: eine Induktionskochvorrichtung gemäß dem Stand der Technik,
- Fig. 2: Spulenströme der Induktionskochvorrichtung gemäß dem Stand der Technik,
- Fig. 3: ein Ausführungsbeispiel der Erfindung,
- Fig. 4: Spulenströme zum ersten Ausführungsbeispiel der Erfindung,
- Fig. 5: eine Induktionskochvorrichtung gemäß dem Stand der Technik
- Fig. 6 bis 15: ein zweites bis elftes Ausführungsbeispiel der Erfindung,
- Fig. 16: ein Zeitdiagramm,
- Fig. 17: ein weiteres Zeitdiagramm,
- Fig. 18: eine mögliche Belegung eines Kochfelds,
- Fig. 19: ein zugehöriges Zeitdiagramm,
- Fig. 20: eine weitere mögliche Belegung eines Kochfelds,
- Fig. 21: ein zugehöriges Zeitdiagramm,
- Fig. 22: eine nochmals weitere mögliche Belegung eines Kochfelds,
- Fig. 23: ein zugehöriges Zeitdiagramm und
- Fig. 24: ein Ablaufdiagramm.

Detaillierte Beschreibung der Ausführungsbeispiele

[0036] Die Fig. 1 zeigt eine Induktionskochvorrichtung gemäß dem Stand der Technik, welche bereits in der Einleitung dieser Anmeldung beschrieben wurde. Die Fig. 2 zeigt Ströme durch die Induktionsspulen der Induktionskochvorrichtung von Fig. 1, welche auch bereits beschrieben wurden.

[0037] Fig. 3 zeigt eine Induktionskochvorrichtung gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel der Erfindung, die insbesondere ein Induktionskochfeld ist. Dabei sind sechs Schwingkreiselemente gezeigt, welche jeweils aus einer Induktionsspule L und jeweils einem Kondensator C gebildet sind. Bei den Induktionsspulen L handelt es sich dabei vorliegend um Induktionsheizspulen. Wie gezeigt sind die Schwingkreiselemente in einer Matrixform angeordnet, wobei die Induktionsspulen L und die Kondensatoren C jeweils mit zwei Buchstaben indiziert sind. Der erste Buchstabe gibt dabei die Zeile an, wobei der zweite Buchstabe die Spalte angibt.

[0038] In der Induktionskochvorrichtung von Fig. 3 sind des Weiteren zwei Zeilenschalter Sx1a, Sx1b der ersten Zeile und zwei weitere Zeilenschalter Sx2a, Sx2b der zweiten Zeile angeordnet. Zwischen diesen befinden sich jeweilige Zeilenleitungen, an welchen jeweilige erste Pole der Schwingkreiselemente angeschlossen sind. Jeweilige zweite Pole, welche den ersten Polen gegenü-

berliegen, sind dagegen mit Spaltenschalter Sy1, Sy2 und Sy3 verbunden, wobei jeder Spaltenschalter Sy1, Sy2, Sy3 zu einer jeweiligen Spalte der Matrix gehört. Die Spaltenschalter Sy1, Sy2, Sy3 sind gegenüberliegend mit Masse verbunden.

[0039] Die jeweiligen Zeilenschalter Sx1a, Sx1b, Sx2a, Sx2b sind mit einem Inverter verbunden, dessen Ausgang mit RF-Supply bezeichnet ist. Der Inverter wird dabei durch zwei Inverterschalter S_{highside}, S_{lowside}, gebildet. Diesen vorgeschaltet sind ein Kondensator Cs sowie eine Spannungsquelle U.

[0040] In den Zeilen zwischen den Zeilenschaltern Sx1a, Sx1b, Sx2a, Sx2b sind jeweilige Gitterdioden D11, D12, D21, D22 verschaltet. Je Zeile sind dabei zwei dieser Gitterdioden verschaltet. Dies führt dazu, dass lediglich die am weitesten rechts in der Matrix liegenden Schwingkreiselemente unmittelbar mit den jeweiligen rechts liegenden Zeilenschaltern Sx1b, Sx2b verbunden sind. Die Durchlassrichtung weist dabei jeweils zu dem zweiten Zeilenschalter Sx1b, Sx2b hin.

[0041] Die Gitterdioden D11, D12, D21, D22 sorgen dafür, dass keine unerwünschten Ströme durch Induktionsspulen auftreten, da diese durch die Gitterdioden D11, D12, D21, D22 verhindert werden. Dies ist in Fig. 4 dargestellt, die der Fig. 2 ähnelt. Zu jedem Zeitpunkt findet dabei ein Stromfluss ausschließlich in den Induktionsspulen statt, die zu diesem Zeitpunkt (T11 bzw. T22 in Fig. 4) elektrisch erregt werden sollen. Fig. 4 zeigt dabei die jeweiligen Spulenströme durch die Induktionsspulen L. Ein Topf steht auf den Spulen L11 und L22.

[0042] Die in Fig. 3 dargestellte Ausführung mit einer 2x3-Matrix lässt sich auch erweitern, beispielsweise auf eine 4x4-Matrix. Dabei zeigt Fig. 5 eine Ausführung gemäß dem Stand der Technik, wohingegen Fig. 6 eine Ausführung gemäß der Erfindung zeigt, also mit Gitterdioden D11,..., D43.

[0043] Fig. 7 zeigt ein Ausführungsbeispiel, bei welchem die jeweiligen zweiten, also rechts angeordneten Zeilenschalter durch Dioden SDx1, SDx2, SDx3, SDx4 ersetzt sind. Der Vorteil einer solchen Ausführungsform liegt darin, dass ein weiterer Schalter pro Zeile eingespart wird. Die Anzahl N der Halbleiterschalter reduziert sich deutlich zu N = Zeilen + Spalten anstelle von zuvor N = 2 x Zeilen + Spalten. Anstelle des Ersatzes der jeweiligen zweiten Zeilenschalter wäre auch ein entsprechender Ersatz der ersten bzw. links angeordneten Zeilenschalter durch jeweilige Dioden möglich.

[0044] Fig. 8 zeigt ein Ausführungsbeispiel, bei welchem im Vergleich zum in Fig. 7 dargestellten Ausführungsbeispiel alle Halbleiterschalter durch N-Kanal-MOSFETs selbstsperrend realisiert werden. Es ist dabei zu beachten, dass die Spaltenschaltelemente im Gegensatz zu den Zeilenschaltern eine Freilaufdiode benötigen. Dies bedeutet jedoch nicht, dass die Zeilenschalter keine Freilaufdiode besitzen können bzw. dürfen.

[0045] Fig. 9 zeigt ein Ausführungsbeispiel, welches im Vergleich zum in Fig. 8 dargestellten Ausführungsbeispiel anstelle von MOSFETs N-Kanal-IGBTs selbstsperr-

rend verwendet. Dies ist vorteilhaft, da im nicht angesteuerten Zustand des Gates (zum Beispiel Fehlerfall in der Spannungsversorgung der Steuerung) kein Strom fließen kann, auch wenn Spannung am Halbleiter anliegt. Außerdem weisen N-Kanal-Halbleiter einen niedrigeren $R_{DS(on)}$ bei MOSFETs bzw. $V_{ce(sat)}$ bei IGBTs auf, weshalb sie effizienter sind gegenüber den P-Kanal-Halbleitern.

[0046] Fig. 10 zeigt ein Ausführungsbeispiel der Erfindung, bei welchem nur ein Schwingkreiskondensator C1, C2, C3, C4 pro Spalte vorgesehen ist. Die Schwingkreiselemente werden dabei lediglich durch eine jeweilige Induktionsspule L gebildet. Aufgrund der zeilenweisen und zeitverschobenen Ansteuerung können sich die Induktionsspulen L in jeder Spalte den Schwingkreiskondensator C teilen. Vorteilhaft sind in diesem Fall die Halbleiterschalter Sy1-Sy4 bidirektional leitend, damit der elektrische Strom vom Kondensator C während einer Schwingungsperiode zur Induktionsspule L zurückfließen kann. Dies ist bei MOSFETs oder IGBTs mit Freilaufdioden gegeben.

[0047] Fig. 11 zeigt ein Ausführungsbeispiel, bei welchem der jeweilige Spaltenkondensator als Doppelkondensator (C1a,b-C4a,b) zur highside und lowside ausgeführt ist, so wie es üblicherweise bei einem Serienschwingkreis mit Halbbrückensteuerung für die induktive Erwärmung realisiert wird. Hierbei gilt vorteilhaft $C_{x/2} = C_{xa} = C_{xb}$.

[0048] Fig. 12 zeigt ein Ausführungsbeispiel, bei welchem die Halbleiter zum Schalten der Zeilen als schnelle Wechselrichterschalter ausgeführt sind. Somit kann durch diese Maßnahme auf den Hauptwechselrichter (S (highside), S (lowside)) der vorherigen Ausführungsbeispiele verzichtet werden. Jeder Schalter S1xa-S4xa bzw. S1xb-S4xb kann vorteilhafterweise eine antiparallel zum Stromfluss geschaltete Diode Dx1a-Dx4a bzw. Dx1b-Dx4b (analog zur Freilaufdiode des IGBT) besitzen, um eine durch die Induktivität der Induktionsspule während der Totzeit im Umschaltvorgang erzeugte Gegenspannung zu verhindern.

[0049] Fig. 13 zeigt ein Ausführungsbeispiel, welches im Vergleich zum Ausführungsbeispiel von Fig. 12 so abgewandelt ist, dass nur ein jeweiliger Spaltenkondensator C1,...,C4 verwendet wird.

[0050] Fig. 14 zeigt ein Ausführungsbeispiel, welches im Vergleich zum Ausführungsbeispiel von Fig. 12 dahingehend abgewandelt ist, dass die jeweiligen Spaltenkondensatoren zweiteilig ausgeführt sind.

[0051] Bezüglich der entsprechenden Merkmale, mit welchen sich die Ausführungsbeispiele der Fig. 13 und 14 von dem Ausführungsbeispiel von Fig. 12 unterscheiden, sei auf die obigen Beschreibungen der Fig. 10 und 11 verwiesen.

[0052] Fig. 15 zeigt ein Ausführungsbeispiel, welches dem Nachteil begegnet, dass bei bisherigen Ausführungsformen mit der Anzahl der Spalten die Anzahl der Dioden, die in Reihe geschaltet werden, zunimmt. Dadurch erhöht sich der Verlust mit jeder zusätzlichen Spal-

te aufgrund des Spannungsabfalls an den Diodenstrecken. Außerdem wird mit der Verringerung der Spannung auch die übertragbare Leistung der Induktionsspulen reduziert. Da der Stromfluss für die Spalte 4 über mehrere Dioden fließt als beispielsweise zu Spalte 2, ist die Spannung und damit die übertragbare Leistung an den Induktionsspulen in Spalte 4 geringer als an den Induktionsspulen in Spalte 2.

[0053] Um dies zu vermeiden, wird bei dem in Fig. 15 dargestellten Ausführungsbeispiel jede Induktionsspule L mit je zwei Dioden D direkt mit dem jeweiligen Zeilenschalter Sx1-4a verbunden. Nachteilig ist hierbei die annähernde Verdopplung der Anzahl der Dioden im Vergleich zu oben beschriebenen Ausführungsbeispielen.

[0054] Fig. 16 zeigt ein Timing-Diagramm für eine Ansteuervariante eines Kochfelds mit einer 4x4-Anordnung von Induktionsspulen L, in der jede Induktionsspule Lxy in ihrem zugeordneten Zeitfenster Txy angeregt wird, wobei x die Zeilennummer und y die Spaltennummer der jeweiligen Induktionsspule L ist. Die Anzahl der Zeitfenster entspricht dabei der Anzahl der Induktionsspulen. Soll eine Induktionsspule L nicht eingeschaltet werden, so bleibt in dem entsprechenden Zeitfenster Txy der entsprechende Schalter der Spalte ausgeschaltet. Soll beispielsweise die Induktionsspule L22 nicht angeregt werden, so sperrt der Schalter Sy2 im Zeitfenster T22. Dies ist im Zeitfenster T22 für Sy2 durch eine gepunktete Linie dargestellt. Nachteilig ist hierbei, dass jede Induktionsspule ein diskretes Zeitfenster benötigt und somit die momentane Leistung das N-Fache der Nennspannung betragen muss, wobei N die Anzahl der Induktionsspulen L darstellt.

[0055] Fig. 17 zeigt ein Timing-Diagramm zur Ansteuerung von Induktionsspulen L, wobei diese Ansteuerung nicht zu festen Zeitfenstern erfolgt. Die Ansteuerung kann dabei auch zeilenweise oder spaltenweise erfolgen, wie es bei der Ansteuerung beispielsweise von Displays im Zeitmultiplex üblich ist. Fig. 17 zeigt dabei exemplarisch den Zeitverlauf einer zeilenweisen Ansteuerung eines Kochfelds mit einer 4x4-Anordnung von Induktionsspulen. In einem Zeitfenster Txy für jede Zeile 1 bis 4 wird hierbei der entsprechende Zeilenschalter Sx1a-b leitend. Die entsprechenden Schalter der Spalte werden dann ebenfalls eingeschaltet. Dabei sind die Zeile 1 dünn durchgezogen, die Zeile 2 dünn strichliert, die Zeile 3 dick durchgezogen und die Zeile 4 dick strichliert.

[0056] Die Leistung der Induktionsspule soll im ungünstigsten Fall bei N Spalten (im Beispiel N=4) das N-Fache der Nennleistung betragen.

[0057] Ein entsprechender Algorithmus kann in Abhängigkeit von der Topfposition entscheiden, ob eine zeilenweise oder spaltenweise Ansteuerung für die entsprechende Konstellation der einzuschaltenden Induktionsspulen L günstiger ist.

[0058] Die Ansteuerung von Induktionsspulen kann in Pulspaketen bei Einhaltung einer Flicker-Norm erfolgen.

[0059] In der Praxis zeigt sich, dass die Nennleistung

geringer als das N-Fache der Nennleistung sein kann, da nicht alle Zeilen in Betrieb sind bzw. sein müssen oder einige Zeilen das gleiche Muster aufweisen, welches zur Vereinfachung des Ansteuer-Timings führt. Dies wird an drei Beispielen erklärt, welche in den Fig. 18 bis 23 dargestellt sind.

[0060] Fig. 18 zeigt dabei ein 4x4-Kochfeld in Matrixansteuerung mit den Zeilen R1-4 und den Spalten C1-4. Über den Induktionsspulen L21 sowie L22 ist ein Topf 1 aufgestellt, und über den Induktionsspulen L33 sowie L34 ist ein Topf 2 aufgestellt. Diese sind mit 1 und 2 dargestellt. Somit werden die Zeilen R1 und R4 nicht benötigt.

[0061] Das Timing aus Fig. 17 kann somit wesentlich vereinfacht werden, nämlich zu demjenigen, welches in Fig. 19 dargestellt ist. Die Zeilen R2 und R3 werden dabei pro Zeitperiode zweimal angeregt. Die Maximalleistung jeder Induktionsspule L muss dabei nur noch dem Zweifachen der Nennleistung entsprechen. Wieder sind die Zeile 1 dünn durchgezogen, die Zeile 2 dünn strichliert, die Zeile 3 dick durchgezogen und die Zeile 4 dick strichliert.

[0062] Bei der Ausführung von Fig. 20 sind zwei Kochgefäße 1 und 2 aufgestellt und überdecken jeweils vier Induktionsspulen L. Zu beachten ist, dass das Ansteuerermuster der Zeile R1 demjenigen von Zeile R2 entspricht. Somit kann die Ansteuerung des Zeilenschalters für R1 gleichzeitig mit demjenigen des Zeilenschalters für R2 erfolgen. Gleiches gilt für R3 und R4.

[0063] Dieses Timing ist in Fig. 21 dargestellt. Auch hier beträgt aufgrund der Vereinfachung des Timings die benötigte Maximalleistung jeder Induktionsspule das Zweifache der Nennleistung. Wieder sind die Zeile 1 dünn durchgezogen, die Zeile 2 dünn strichliert, die Zeile 3 dick durchgezogen und die Zeile 4 dick strichliert.

[0064] Wird die Ansteuerung von zwei Zeilen bzw. Spalten wie beschrieben durchgeführt und diese Art der Ansteuerung mit der Ausführung von Fig. 14 kombiniert, so kann es vorteilhaft sein, die Ansteuerung verschiedener Spalten bzw. Zeilen mit der gleichen Frequenz und phasengleich durchzuführen, um Interferenzen zwischen den einzelnen Induktionsspulen L zu vermeiden. Nicht phasengleiche oder nicht frequenzgleiche Ansteuerung kann sowohl zu ungewollten Induktionsströmen in den Induktionsspulen L als auch zu daraus resultierenden Störgeräuschen führen.

[0065] Bei der Ausführung von Fig. 22 ist nur ein Topf 1 mit dem Kochfeld vorhanden, so dass auf einen zeitlichen Multiplex der Ansteuerung komplett verzichtet werden kann. Es werden die Zeilen 1 und 4 nicht überdeckt und somit nicht angesteuert. Eine Ansteuerung der Spalten für die Zeilen 2 und 3 ist identisch. Somit kann auf ein Zeitmultiplex verzichtet werden. Die Schalter Sx2a/b und Sx3a/b können permanent geschlossen sein. Gleiches gilt für die Schalter Sy2 und Sy3. Ein entsprechendes Timing ist in Fig. 23 dargestellt. Wieder sind die Zeile 1 dünn durchgezogen, die Zeile 2 dünn strichliert, die Zeile 3 dick durchgezogen und die Zeile 4 dick strichliert.

[0066] Für Flächenkochfelder mit vielen kleinen Induktionsspulen ist es möglich, Zeilen, in denen nur eine einzige Induktionsspule von einem Topf überdeckt ist, wobei der Topf so groß ist, dass mehrere Induktionsspulen überdeckt werden, diese Zeile mit dieser Induktionsspule komplett ausgeschaltet zu lassen, um das Timing zu vereinfachen. Dies gilt unter der Voraussetzung, dass die Induktionsspulen klein genug sind und der Leistungsverlust durch die restlichen Induktionsspulen kompensiert werden kann. Weiterhin sollte dadurch auftretenden Inhomogenität in der Beheizung des Topfes im tolerierbaren Bereich liegen. Ebenso kann eine nicht überdeckte oder nicht ausreichend überdeckte Induktionsspule einer Zeile bestromt werden, um zeilenweise gleiche Ansteuerermuster zu erhalten und somit das Timing ebenfalls zu vereinfachen. Damit ist ein geringer Anstieg des Streufeldes zu erwarten, der jedoch bei kleinen Spulen gering ausfällt. Das Finden eines geeigneten Ansteuer-Timings wird durch einen Algorithmus entsprechend einem erfindungsgemäßen Verfahren ermöglicht, welcher in Fig. 24 dargestellt ist. Ein solcher Algorithmus bzw. ein erfindungsgemäßes Verfahren beinhalten allgemein die folgenden Schritte:

- Ermittlung der durch Töpfe auf der Induktionskochvorrichtung überdeckten Induktionsspulen,
- Zuordnung der Induktionsspulen zu den jeweiligen Töpfen,
- Zuordnung der Induktionsspulen zu den jeweiligen Zeilen,
- Ermittlung nicht angesteuerter Zeilen für das Timing, da diese Zeilen nicht betrieben werden sollen,
- Ermittlung der Zeilen mit gleicher Spaltenansteuerung, da diese Zeilen im gleichen Zeitfenster betrieben werden können,
- Ermittlung der Zeilen, die durch Hinzufügen oder Weglassen einer Induktionsspule zeitgleich mit anderen Zeilen angesteuert werden können, da auch diese Zeilen im gleichen Zeitfenster betrieben werden können,
- Ermittlung der Pulspakete für den entsprechenden Zustand und die entsprechende Kochstufe für jeden Topf.

[0067] Der ganze Berechnungsvorgang kann bzw. wird nicht nur zeilenweise vorgenommen, sondern kann bzw. wird auch spaltenweise erfolgen. Die günstigere oder weniger aufwändige Variante wird dann eben ausgeführt. Günstiger soll hier bedeuten, dass mehr Spalten ausgeschaltet bleiben oder zusammen betrieben werden können und somit die Periodendauer der Ansteuerung verkürzt wird. Die Auswahl hängt also davon ab, ob mehr

Zeilen oder ob mehr Spalten ausgeschaltet bleiben oder zusammen betrieben werden können.

[0068] Bei Betrachtung der Leistungsverteilung fällt auf, dass üblicherweise Kochfelder mit zwei Phasen betrieben werden. Dadurch beträgt beispielsweise die Nenn-Gesamtaufnahmeleistung 7,2 kW. Bei einer Leistung von 400 W pro Induktionsspule ergibt sich daraus, dass maximal $7,2 \text{ kW}/400 = 18$ Induktionsspulen gleichzeitig während eines Zeitfensters betrieben werden können. Diese Überlegung zeigt auch, dass bei einer Ansteuerung im Zeitmultiplex nur 18 Induktionsspulen berücksichtigt werden müssen. Dies gilt für dieses Ausführungsbeispiel und bei maximaler Leistung aller Induktionsspulen. Bei geringerer Leistung können entsprechend mehr Induktionsspulen betrieben werden.

Patentansprüche

1. Induktionskochvorrichtung, aufweisend

- eine Mehrzahl von Zeilenleitungen,
- eine Mehrzahl von Spaltenleitungen,
- eine Mehrzahl von Schwingkreiselementen (L, C) mit einem jeweiligen ersten Pol und einem jeweiligen zweiten Pol, und
- einen Inverter (S_{highside} , S_{lowside}),
- wobei jedes Schwingkreiselement (L, C) mit seinem ersten Pol mit genau einer der Zeilenleitungen verbunden ist,
- wobei jedes Schwingkreiselement (L, C) mit seinem zweiten Pol mit genau einer der Spaltenleitungen verbunden ist,
- wobei jede Spaltenleitung einen jeweiligen endseitigen Spaltenschalter (Sy) aufweist,
- jede Zeilenleitung ein erstes Zeilenleitungsende und ein zweites Zeilenleitungsende aufweist, zwischen welchen die jeweiligen ersten Pole der angeschlossenen Schwingkreiselemente (L, C) angeschlossen sind,
- die ersten und zweiten Zeilenleitungsenden jeweils mit dem Inverter (S_{highside} , S_{lowside}) verbunden sind, wobei zumindest an einem der Zeilenleitungsenden ein jeweiliger Zeilenschalter (Sx) angeordnet ist,

dadurch gekennzeichnet, dass

- eine Mehrzahl von Gitterdioden (D) vorgesehen ist,
- jeweilige erste Pole der Schwingkreiselemente (L, C) mit einer jeweiligen Gitterdiode (D) verbunden sind, welche mit dem jeweiligen zweiten Zeilenleitungsende mit Durchlassrichtung zum zweiten Zeilenleitungsende hin verbunden ist,
- so dass von den an einer Zeilenleitung angeschlossenen ersten Polen höchstens ein jeweiliger erster Pol mit dem zweiten Zeilenleitungs-

ende unmittelbar verbunden ist.

2. Induktionskochvorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schwingkreiselemente (L, C) ein jeweiliger Kondensator (C) und eine jeweilige Induktionsspule (L) in Reihenschaltung sind.

3. Induktionskochvorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schwingkreiselemente (L, C) eine jeweilige Induktionsspule (L) sind, wobei vorzugsweise in jeder Spaltenleitung ein Kondensator (C) verschaltet ist, welcher mit den jeweiligen angeschlossenen Induktionsspulen (L) Reihenschwingkreise bildet, wobei insbesondere die Spaltenschalter (Sy) bidirektional leitend sind.

4. Induktionskochvorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass**

- die Schwingkreiselemente (L, C) eine jeweilige Induktionsspule (L) sind,
- wobei ferner an jeder Spaltenleitung zwei Kondensatoren (C) verschaltet sind, welche mit den jeweiligen angeschlossenen Induktionsspulen (L) Reihenschwingkreise bilden,
- wobei die jeweilige Spaltenleitung mit dem Spaltenschalter (Sy) zwischen den Kondensatoren (C) angeschlossen ist,

wobei insbesondere die Spaltenschalter (Sy) bidirektional leitend sind.

5. Induktionskochvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schwingkreiselemente (L, C) in Zeilen und Spalten angeordnet sind, insbesondere in Form einer Matrix.

6. Induktionskochvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** an jedem ersten Zeilenleitungsende ein erster Zeilenschalter (Sx1a, Sx2a) angeordnet ist und an jedem zweiten Zeilenleitungsende ein zweiter Zeilenschalter (Sx1b, Sx2b) angeordnet ist, wobei vorzugsweise der erste Zeilenschalter (Sx) und der zweite Zeilenschalter (Sx) jeder Zeilenleitung dazu konfiguriert sind, gleichzeitig geschaltet zu werden.

7. Induktionskochvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** an jedem ersten Zeilenleitungsende ein Zeilenschalter (Sx) angeordnet ist und an jedem zweiten Zeilenleitungsende eine jeweilige Zeilendiode (SDx) mit Durchlassrichtung vom Zeilenschalter (Sx) weg angeordnet ist.

8. Induktionskochvorrichtung nach einem der vorher-

gehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** von den an einer Zeilenleitung angeschlossenen Polen nur derjenige Pol, welcher am nächsten zum zweiten Zeilenleitungsende angeschlossen ist, mit dem zweiten Zeilenleitungsende unmittelbar verbunden ist.

9. Induktionskochvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Spaltenschalter (Sy) eine jeweilige Freilaufdiode aufweisen und/oder die Zeilenschalter (Sx) den Inverter (S_{highside} , S_{lowside}) bilden.
10. Induktionskochvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Gitterdioden (D) zwischen jeweils zwei erste Pole verschaltet sind.
11. Induktionskochvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** jeder erste Pol mittels einer jeweiligen Gitterdiode (D) mit dem ersten Zeilenleitungsende verbunden ist und mittels einer jeweiligen weiteren Gitterdiode (D) mit dem zweiten Zeilenleitungsende verbunden ist, wobei insbesondere jede Gitterdiode (D) mit Durchlassrichtung zum zweiten Zeilenleitungsende hin verschaltet ist.
12. Induktionskochvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Induktionskochvorrichtung ferner eine Topferkennung aufweist, welche dazu konfiguriert ist, die Zeilenschalter (Sx) und die Spaltenschalter (Sy) so zu schalten, dass nur Schwingkreiselemente (L, C) unter einem erkannten Topf (Pan) durch den Inverter (S) angeregt werden.
13. Induktionskochvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schwingkreiselemente (L, C) Induktionsheizspulen sind oder aufweisen, welche in Zeilen und Spalten nebeneinander und hintereinander angeordnet sind, vorzugsweise mindestens in vier Zeilen und drei Spalten.
14. Verfahren zur Ansteuerung einer Induktionskochvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch** die Schritte:
 - Ermittlung der durch Töpfe überdeckten Induktionsspulen,
 - Zuordnung der Induktionsspulen zu den jeweiligen Töpfen,
 - Zuordnung der Induktionsspulen zu jeweiligen Zeilen oder zu jeweiligen Spalten,
 - Ermittlung nicht angesteuerter Zeilen oder nicht angesteuerter Spalten für das Timing, da diese Zeilen oder Spalten nicht zu betrie-

sind,

- Ermittlung der Zeilen mit gleicher Spaltenansteuerung oder der Spalten mit gleicher Zeilenansteuerung, da diese Zeilen oder Spalten im gleichen Zeitfenster betrieben werden können,
- Ermittlung der Zeilen oder Spalten, die durch Hinzufügen oder Weglassen einer Induktionsspule zeitgleich mit anderen Zeilen oder Spalten ansteuerbar sind, wobei diese Zeilen oder Spalten im gleichen Zeitfenster betrieben werden können,
- Ermittlung von Pulspaketen für den entsprechenden Zustand und die entsprechende Kochstufe für jeden Topf auf der Induktionskochvorrichtung.

15. Verfahren nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** diejenige Variante der Zeilenansteuerung oder Spaltenansteuerung ausgeführt wird, bei der mehr Zeilen oder Spalten ausgeschaltet bleiben können oder zusammen betrieben werden können, wobei vorzugsweise dadurch die Periodendauer der Ansteuerung verkürzt wird.

Claims

1. Induction cooking device, comprising

- a plurality of row lines,
- a plurality of column lines,
- a plurality of resonant circuit elements (L, C) each including a respective first pole and a respective second pole, and
- an inverter (S_{highside} , S_{lowside}),
- wherein each resonant circuit element (L, C) is connected via its first pole to exactly one of the row lines,
- wherein each resonant circuit element (L, C) is connected via its second pole to exactly one of the column lines,
- wherein each column line includes a respective end-side column switch (Sy),
- each row line includes a first row line end and a second row line end, between which ends the respective first poles of the connected resonant circuit elements (L, C) are connected,
- the first and second row line ends each are connected to the inverter (S_{highside} , S_{lowside}), wherein at least on one of the row line ends a respective row switch (Sx) is disposed,

characterized in that

- a plurality of grid diodes (D) is provided,
- respective first poles of the resonant circuit elements (L, C) are connected to a respective grid diode (D) which is connected via the respective

- second row line end with a conducting direction towards the second row line end,
- such that of the first poles connected to one row line at most one respective first pole is directly connected to the second row line end.
2. Induction cooking device according to claim 1, **characterized in that** the resonant circuit elements (L, C) are a respective capacitor (C) and a respective induction coil (L) in series connection.
3. Induction cooking device according to claim 1, **characterized in that** the resonant circuit elements (L, C) are a respective induction coil (L), wherein preferably in each column line one capacitor (C) is circuited which forms series resonant circuits with the respective connected induction coils (L), wherein in particular the column switches (Sy) are bidirectionally conducting.
4. Induction cooking device according to claim 1, **characterized in that**
- the resonant circuit elements (L, C) are a respective induction coil (L),
 - wherein further on each column line two capacitors (C) are circuited which form series resonant circuits with the respective connected induction coils (L),
 - wherein the respective column line is connected to the column switch (Sy) between the capacitors (C),
- wherein in particular the column switches (Sy) are bidirectionally conducting.
5. Induction cooking device according to any one of the preceding claims, **characterized in that** the resonant circuit elements (L, C) are arranged in rows and columns, in particular in the form of a matrix.
6. Induction cooking device according to any one of the preceding claims, **characterized in that** on each first row line end a first line switch (Sx1a, Sx2a) is disposed and on each second row line end a second line switch (Sx1b, Sx2b) is disposed, wherein preferably the first line switch (Sx) and the second line switch (Sx) of each row line are configured to be switched simultaneously.
7. Induction cooking device according to any of the claims 1 to 5, **characterized in that** on each first row line end a line switch (Sx) is disposed and on each second row line end a respective line diode (SDx) is disposed with a conducting direction away from the line switch (Sx).
8. Induction cooking device according to any one of the preceding claims, **characterized in that** of the poles connected to a row line only that pole which is connected closest to the second row line end is attached directly to the second row line end.
9. Induction cooking device according to any one of the preceding claims, **characterized in that** the column switches (Sy) include a respective free-wheeling diode and/or the line switches (Sx) form the inverter (S_{highside}, S_{lowside}).
10. Induction cooking device according to any one of the preceding claims, **characterized in that** the grid diodes (D) are each circuited between two first poles.
11. Induction cooking device according to any of the claims 1 to 9, **characterized in that** by means of a respective grid diode (D) each first pole is connected to the first row line end and by means of a respective further grid diode (D) is connected to the second row line end, wherein in particular each grid diode (D) is circuited with a conducting direction towards the second row line end.
12. Induction cooking device according to any one of the preceding claims, **characterized in that** the induction cooking device further has a pot detection which is configured to switch the line switches (Sx) and the column switches (Sy) such that only resonant circuit elements (L, C) located underneath a detected pot (Pan) are induced by the inverter (S).
13. Induction cooking device according to any one of the preceding claims, **characterized in that** the resonant circuit elements (L, C) are or include induction heating coils which are arranged in rows and columns side by side and one behind the other, preferably at least in four rows and three columns.
14. Method for controlling an induction cooking device according to any one of the preceding claims, **characterized by** the steps:
- identifying the induction coils covered by pots,
 - assigning the induction coils to the respective pots,
 - assigning the induction coils to the respective rows or to the respective columns,
 - identifying not-activated rows or not-activated columns for timing purposes, since those lines or columns are not to be operated,
 - identifying the rows of similar column activation or the columns of similar row activation, since those lines or columns can be operated in the same time frame,
 - identifying the rows or columns which are activatable by adding or omitting an induction coil simultaneously with other rows or columns,

wherein those rows or columns can be operated in the same time frame,
 - identifying pulse bundles for the corresponding condition and the corresponding cooking setting for each pot on the induction cooking device.

15. Method according to claim 14, **characterized in that** the variant of the row activation or column activation is performed, in which more rows or columns can remain switched-off or can be operated together, wherein preferably the period duration of the activation is reduced thereby.

Revendications

1. Dispositif de cuisson par induction, comprenant

- une pluralité de conducteurs de ligne,
- une pluralité de conducteurs de colonne,
- une pluralité d'éléments de circuit résonant (L, C) avec un premier pôle respectif et un deuxième pôle respectif, et
- un onduleur (S_{highside} , S_{lowside}),
- chacun des éléments de circuit résonant (L, C) étant raccordé par son premier pôle à exactement un des conducteurs de ligne,
- chacun des éléments de circuit résonant (L, C) étant raccordé par son deuxième pôle à exactement un des conducteurs de colonne,
- chacun des conducteurs de colonne présentant un interrupteur de colonne terminal (S_y) respectif,
- chacun des conducteurs de ligne présentant une première extrémité de conducteur de ligne et une deuxième extrémité de conducteur de ligne, entre lesquelles sont reliés les premiers pôles respectifs des éléments de circuit résonant (L, C) reliés,
- les premières et deuxièmes extrémités de conducteur de ligne sont respectivement raccordées à l'onduleur (S_{highside} , S_{lowside}), au moins sur l'une des extrémités de conducteur de ligne étant disposé un interrupteur de ligne (S_x) respectif,

caractérisé en ce que

- une pluralité de diodes de grille (D) est prévue,
- des premiers pôles respectifs des éléments de circuit résonant (L, C) sont raccordés à une diode de grille (D) respective, ladite diode étant raccordée à la deuxième extrémité de conducteur de ligne respective en sens de conduction vers la deuxième extrémité de conducteur de ligne de sorte que
- des premiers pôles reliés à un conducteur de ligne au plus un premier pôle respectif est direc-

tement raccordé à la deuxième extrémité de conducteur de ligne.

2. Dispositif de cuisson par induction selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** les éléments de circuit résonant (L, C) présentent un condensateur (C) respectif et une bobine d'induction (L) respective de couplage en série.
3. Dispositif de cuisson par induction selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** les éléments de circuit résonant (L, C) présentent une bobine d'induction (L) respective, dans lequel de préférence un condensateur (C) est circuité dans chaque conducteur de colonne, ledit condensateur formant des circuits résonants en série avec les bobines d'induction (L) respectives reliées, dans lequel en particulier les interrupteurs de colonne (S_y) présentent une conductivité bidirectionnelle.
4. Dispositif de cuisson par induction selon la revendication 1, **caractérisé en ce que**
 - les éléments de circuit résonant (L, C) sont sous forme d'une bobine d'induction (L) respective,
 - dans lequel en outre à chaque conducteur de colonne sont couplés deux condensateurs (C) formant des circuits résonants en série avec les bobines d'induction (L) respectives reliées,
 - dans lequel le conducteur de colonne respectif est relié à l'interrupteur de colonne (S_y) entre les condensateurs (C),

dans lequel en particulier les interrupteurs de colonne (S_y) présentent une conductivité bidirectionnelle.
5. Dispositif de cuisson par induction selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les éléments de circuit résonant (L, C) sont arrangés en lignes et colonnes, en particulier sous forme d'une matrice.
6. Dispositif de cuisson par induction selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** sur chaque première extrémité de conducteur de ligne un premier interrupteur de ligne (S_{x1a} , S_{x2a}) est disposé et sur chaque deuxième extrémité de conducteur de ligne un deuxième interrupteur de ligne (S_{x1b} , S_{x2b}) est disposé, dans lequel de préférence le premier interrupteur de ligne (S_x) et le deuxième interrupteur de ligne (S_x) de chaque conducteur de ligne sont configurés de telle manière qu'ils pourraient être commutés simultanément.
7. Dispositif de cuisson par induction selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce**

- que** sur chaque première extrémité de conducteur de ligne un interrupteur de ligne (Sx) est disposé et sur chaque deuxième extrémité de conducteur de ligne une diode de ligne (SDx) respective est disposée en sens de conduction s'éloignant de l'interrupteur de ligne (Sx). 5
8. Dispositif de cuisson par induction selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** de ces pôles reliés à un conducteur de ligne seulement ce pôle relié le plus près à la deuxième extrémité de conducteur de ligne est raccordé directement avec la deuxième extrémité de conducteur de ligne. 10
9. Dispositif de cuisson par induction selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les interrupteurs de colonne (Sy) présentent une diode de roue libre respective et/ou les interrupteurs de ligne (Sx) forment l'onduleur (S_{highside}, S_{low-side}). 15 20
10. Dispositif de cuisson par induction selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les diodes de grille (D) sont respectivement couplées entre deux premiers pôles. 25
11. Dispositif de cuisson par induction selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, **caractérisé en ce que** chaque premier pôle est raccordé au moyen d'une diode de grille (D) respective avec la première extrémité de conducteur de ligne et est raccordé au moyen d'une autre diode de grille (D) respective avec la deuxième extrémité de conducteur de ligne, dans lequel en particulier chaque diode de grille (D) est couplée en sens de conduction vers la deuxième extrémité de conducteur de ligne. 30 35
12. Dispositif de cuisson par induction selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le dispositif de cuisson par induction présente en outre une détection de casserole configurée pour commuter les interrupteurs de ligne (Sx) et les interrupteurs de colonne (Sy) de telle manière que seulement des éléments de circuit résonant (L, C) au-dessous d'une casserole (Pan) détectée sont activés par l'onduleur (S). 40 45
13. Dispositif de cuisson par induction selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les éléments de circuit résonant (L, C) sont sous forme ou présentent des bobines de chauffage par induction arrangées en lignes et colonnes côte à côte et l'une derrière l'autre, de préférence au moins en quatre lignes et trois colonnes. 50 55
14. Procédé de commande d'un dispositif de cuisson par induction selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé par** les étapes :
- détection des bobines d'induction recouvertes par casseroles,
 - attribution des bobines d'induction à des casseroles respectives,
 - attribution des bobines d'induction à des lignes respectives ou des colonnes respectives,
 - détection de lignes non-activées ou de colonnes non-activées pour la synchronisation, parce que ces lignes ou colonnes ne pourraient pas être utilisées,
 - détection de lignes d'activation de colonne similaire ou de colonnes d'activation de ligne similaire, parce que ces lignes ou colonnes pourraient être utilisées dans le même créneau horaire,
 - détection de lignes ou colonnes activables simultanément avec d'autres lignes ou colonnes par adjonction ou omission d'une bobine d'induction, dans lequel ces lignes ou colonnes pourraient être utilisées dans le même créneau horaire,
 - détection de faisceaux d'impulsions pour l'état correspondant et le niveau de cuisson correspondant pour chaque casserole sur le dispositif de cuisson par induction.
15. Procédé selon la revendication 14, **caractérisé en ce que** la variante d'activation de ligne ou d'activation de colonne exécutée est celle où plusieurs lignes ou colonnes pourraient rester éteint ou pourraient être utilisées ensemble, dans lequel de préférence la durée de période d'activation est réduite ce faisant.

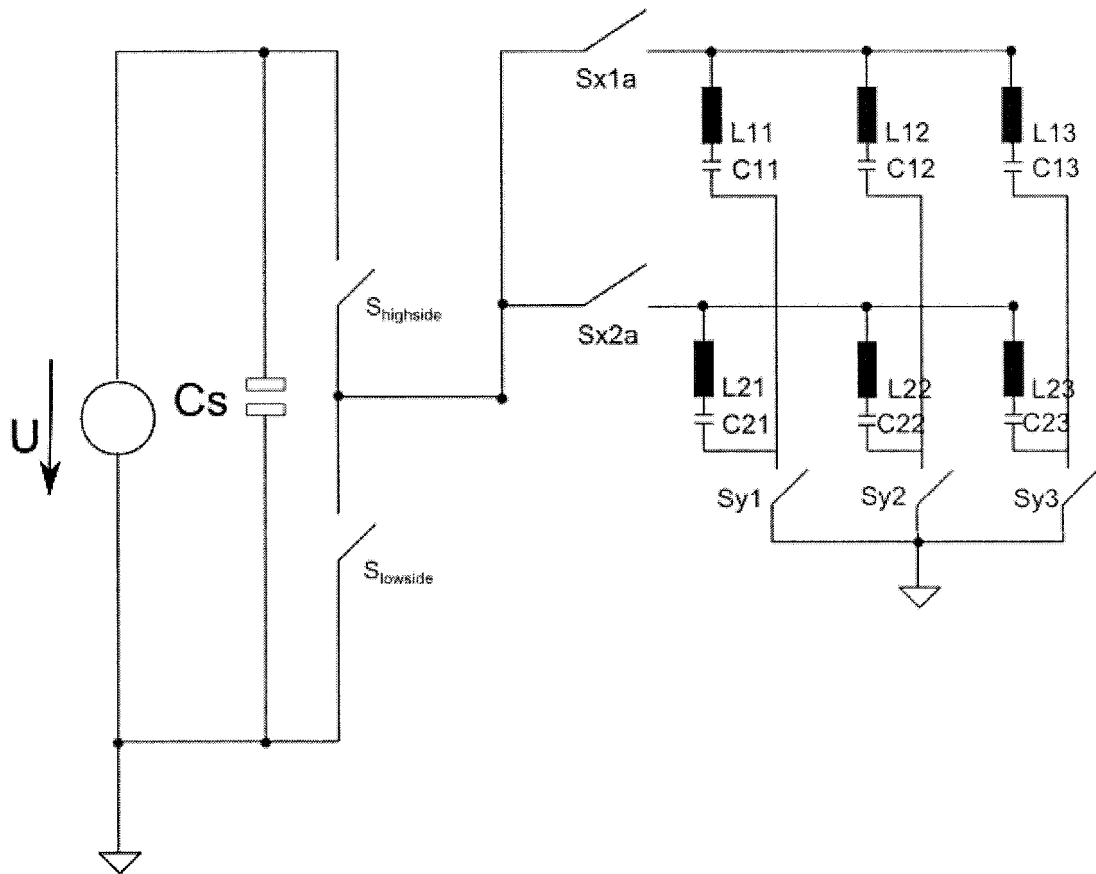


Fig. 1

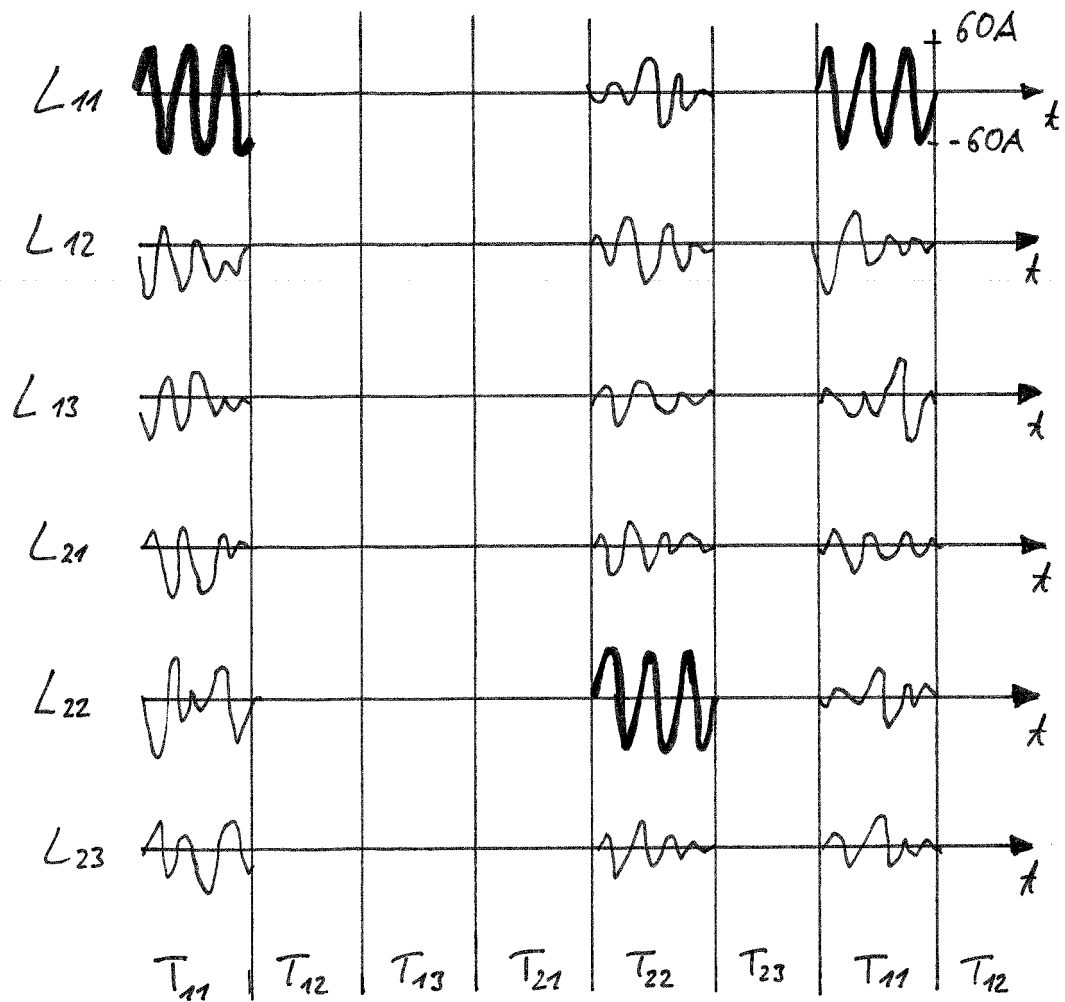


Fig. 2

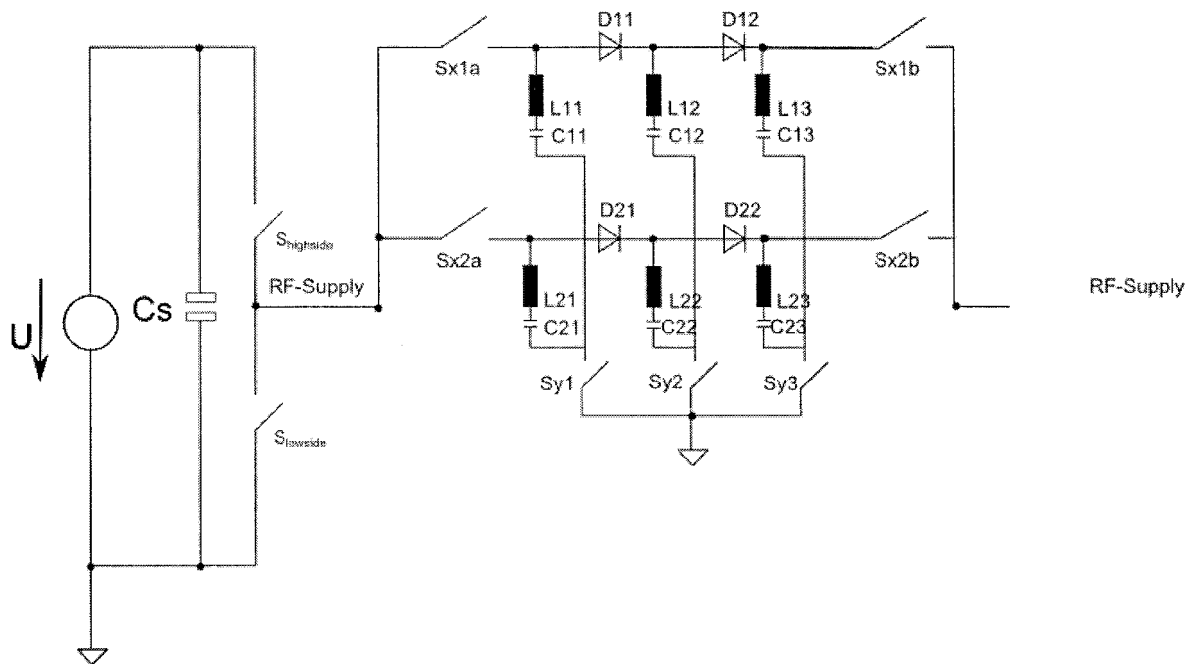


Fig. 3

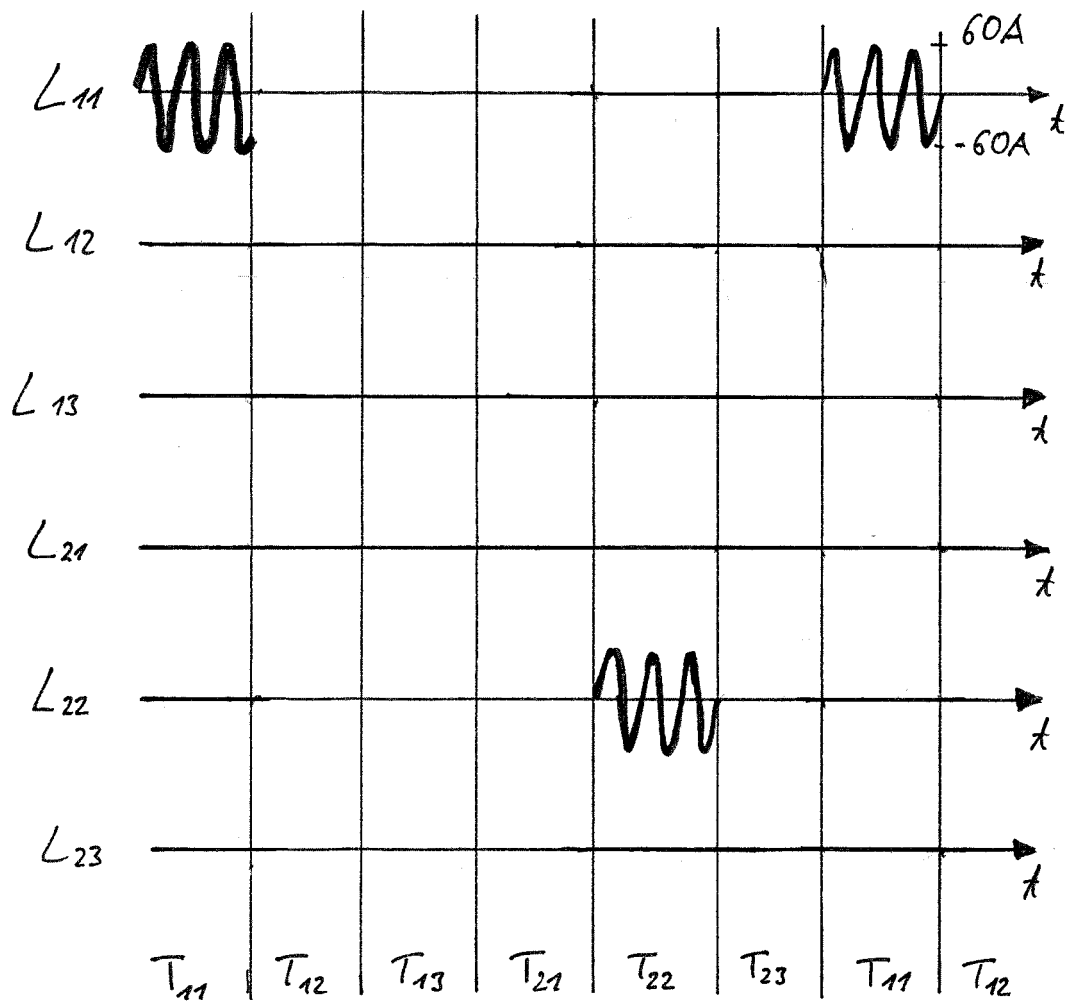


Fig. 4

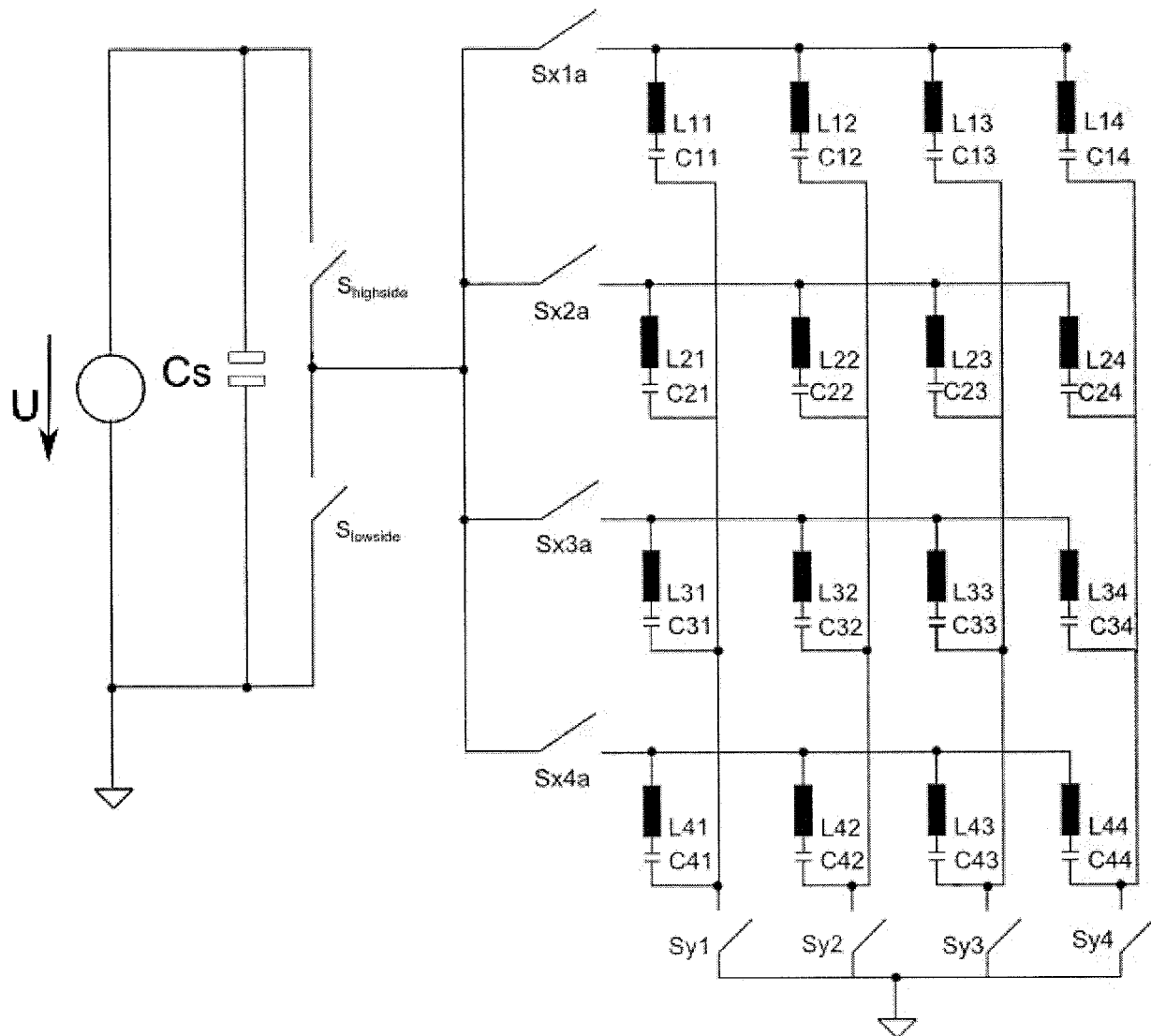


Fig. 5

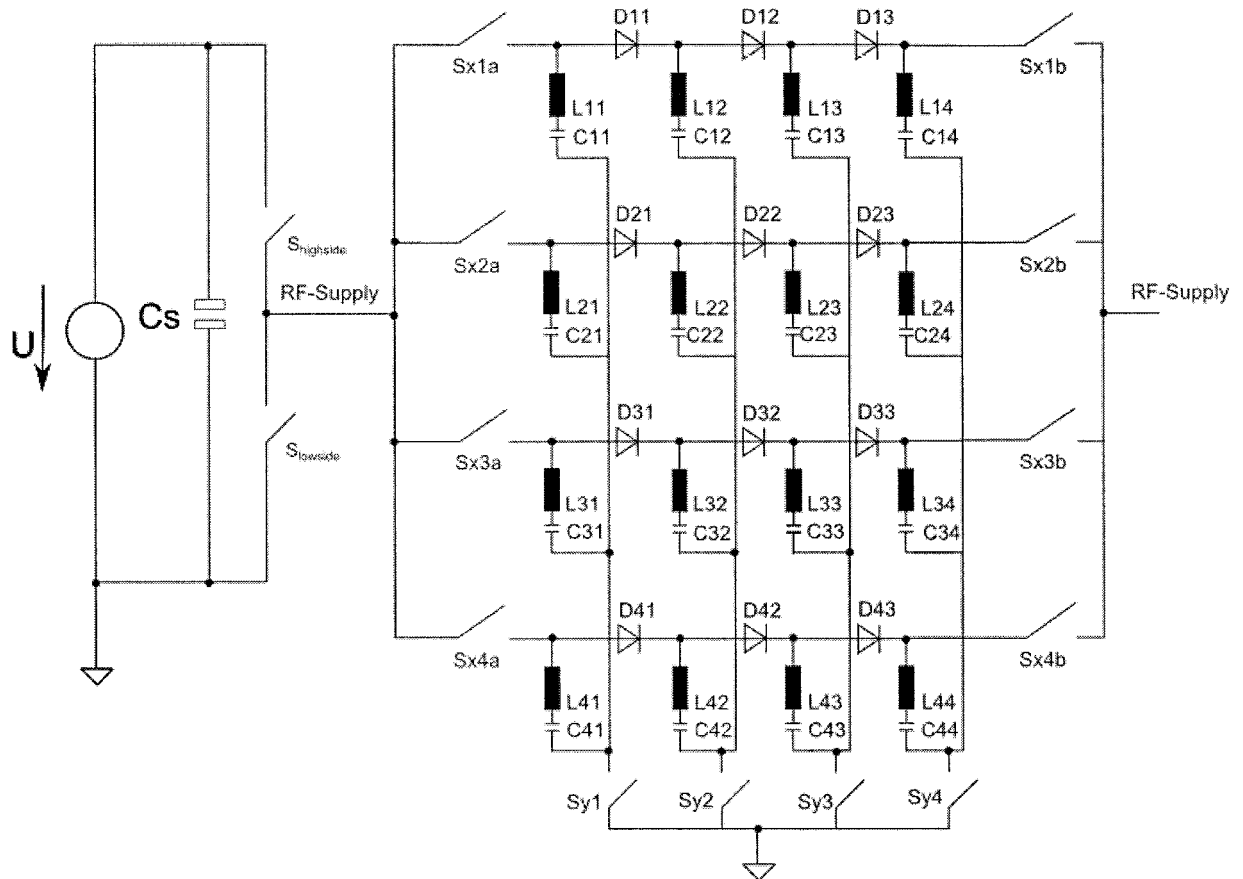


Fig. 6

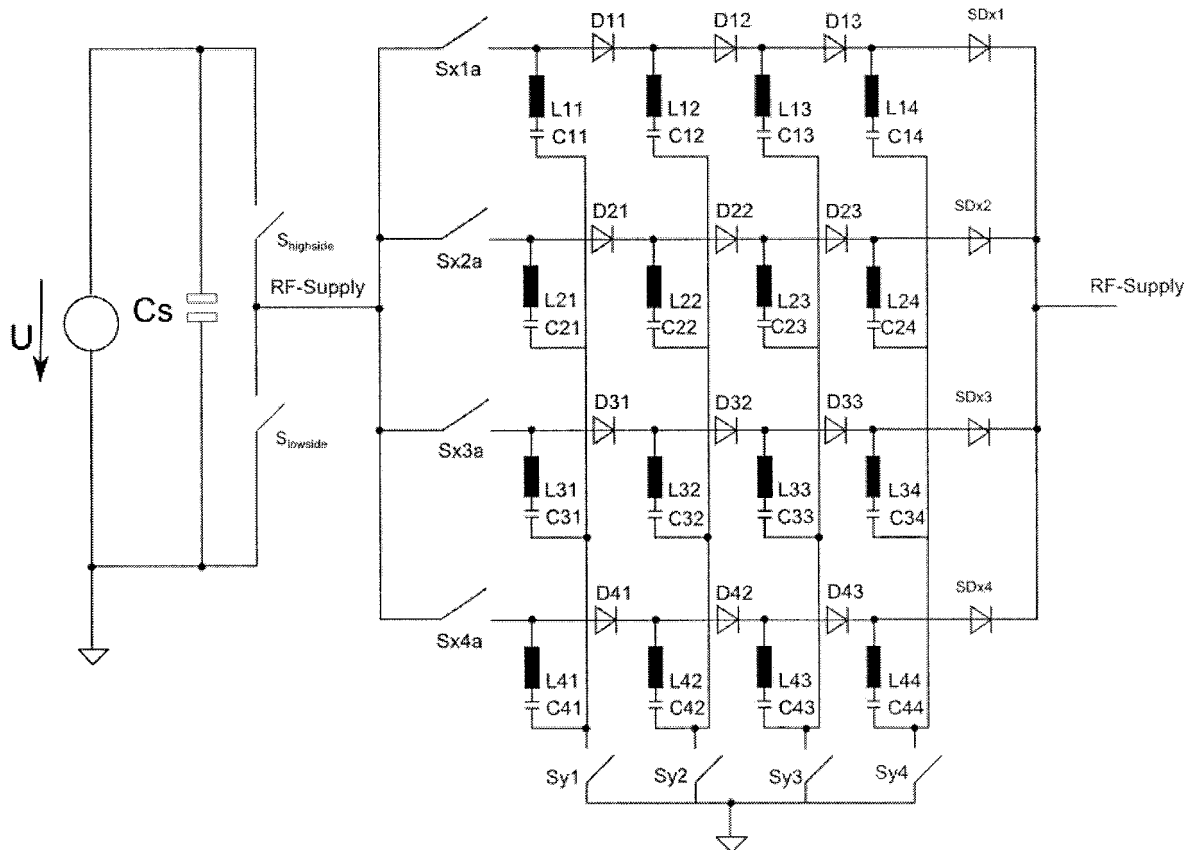


Fig. 7

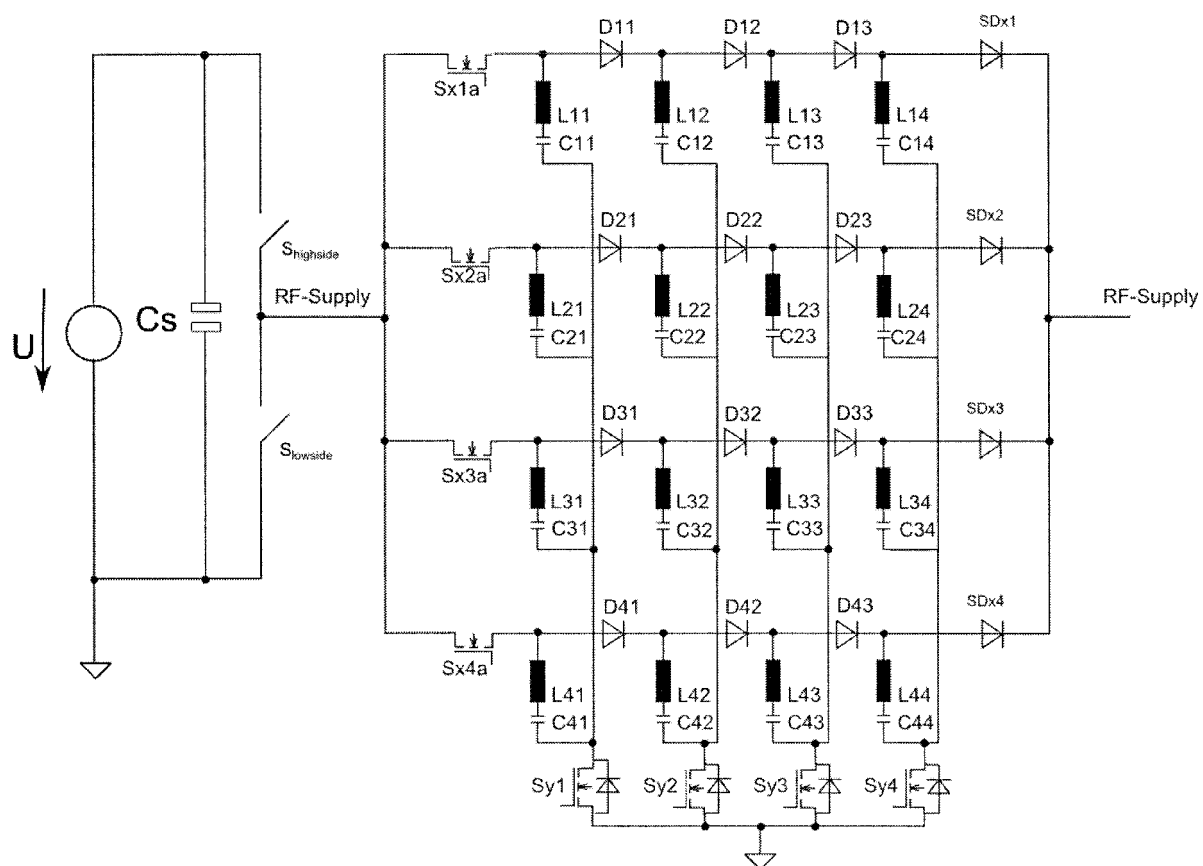


Fig. 8

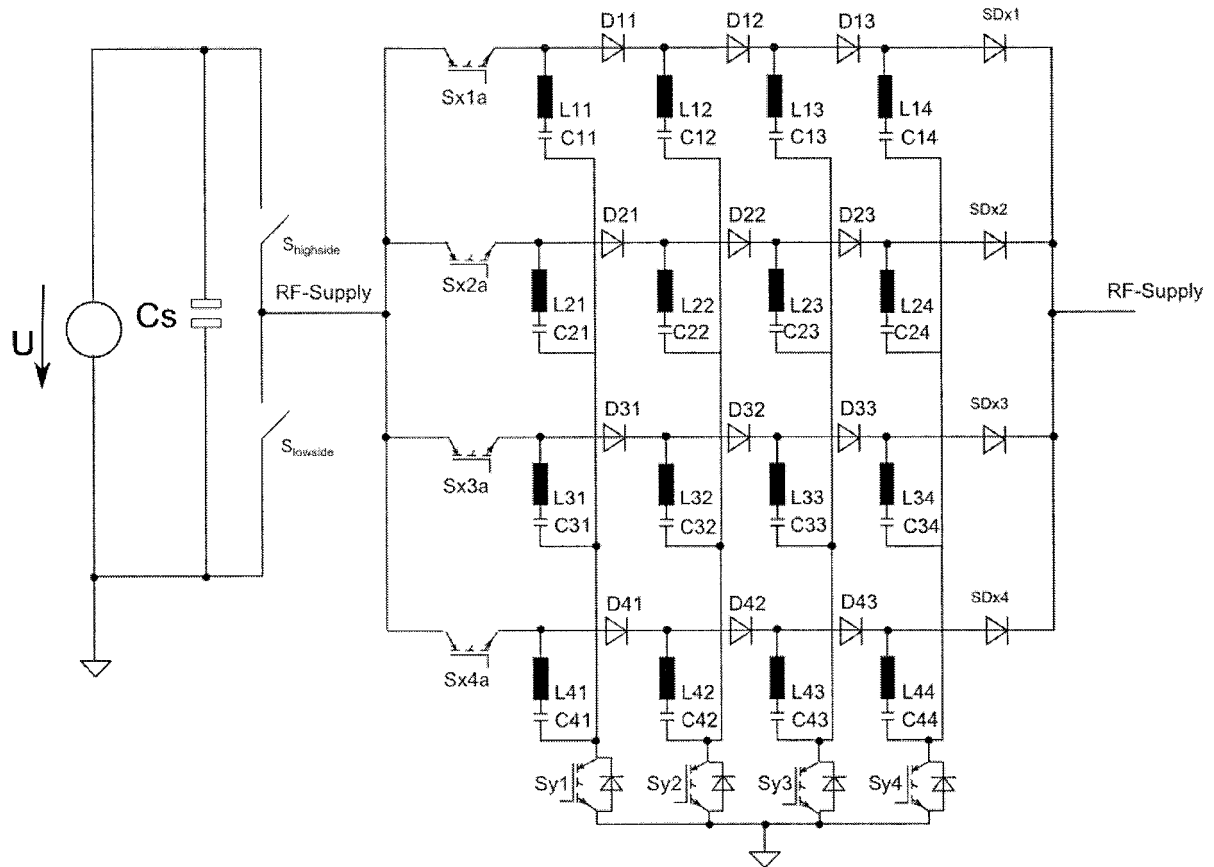


Fig. 9

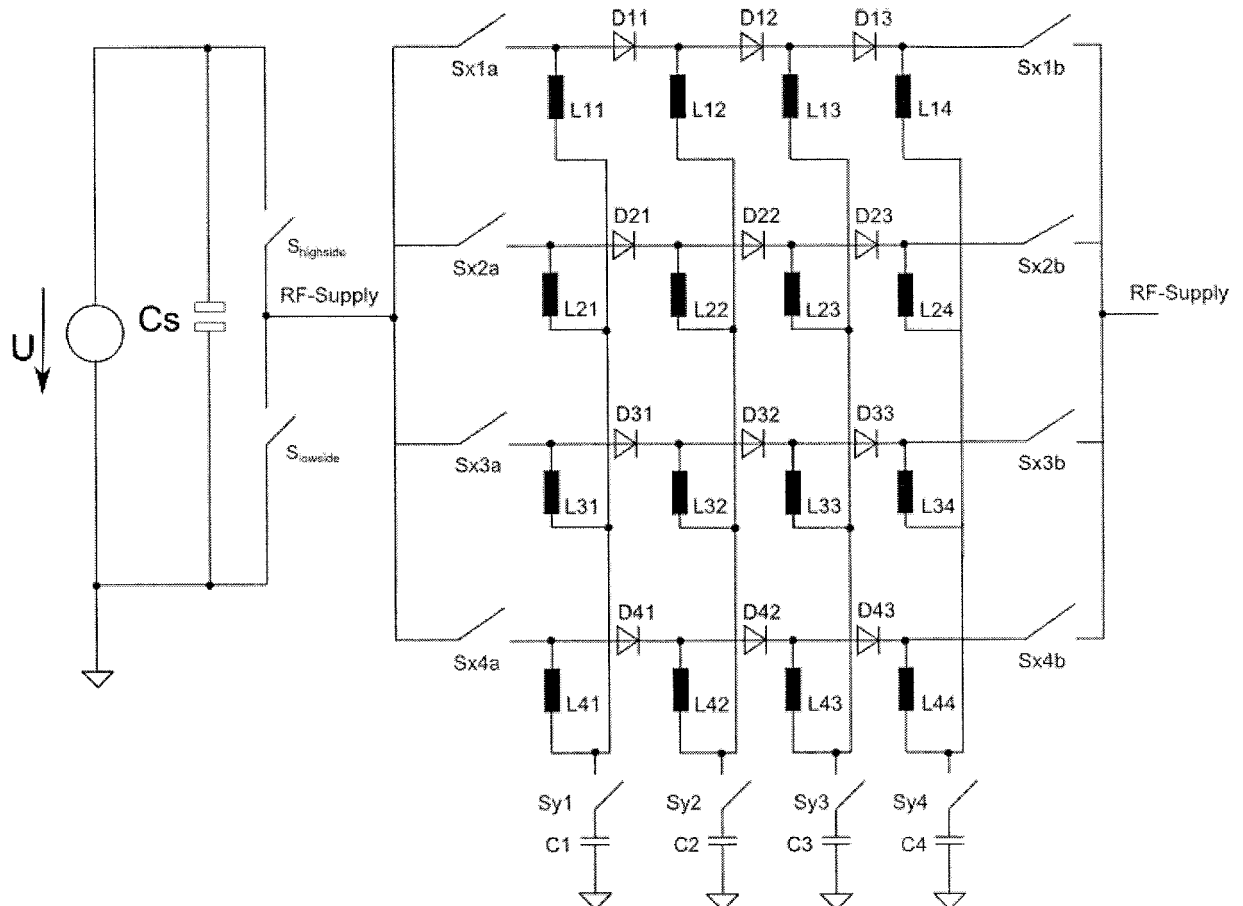


Fig. 10

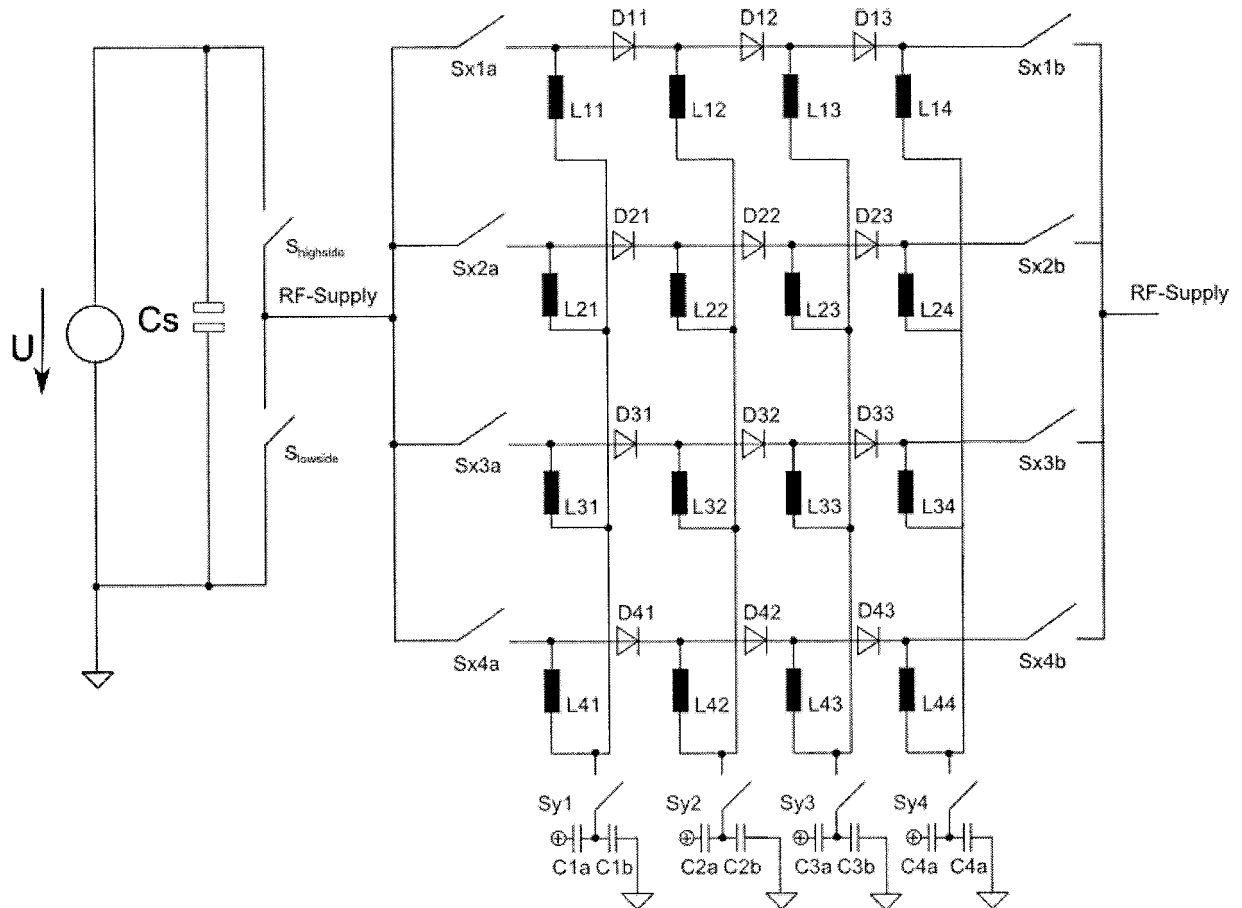


Fig. 11

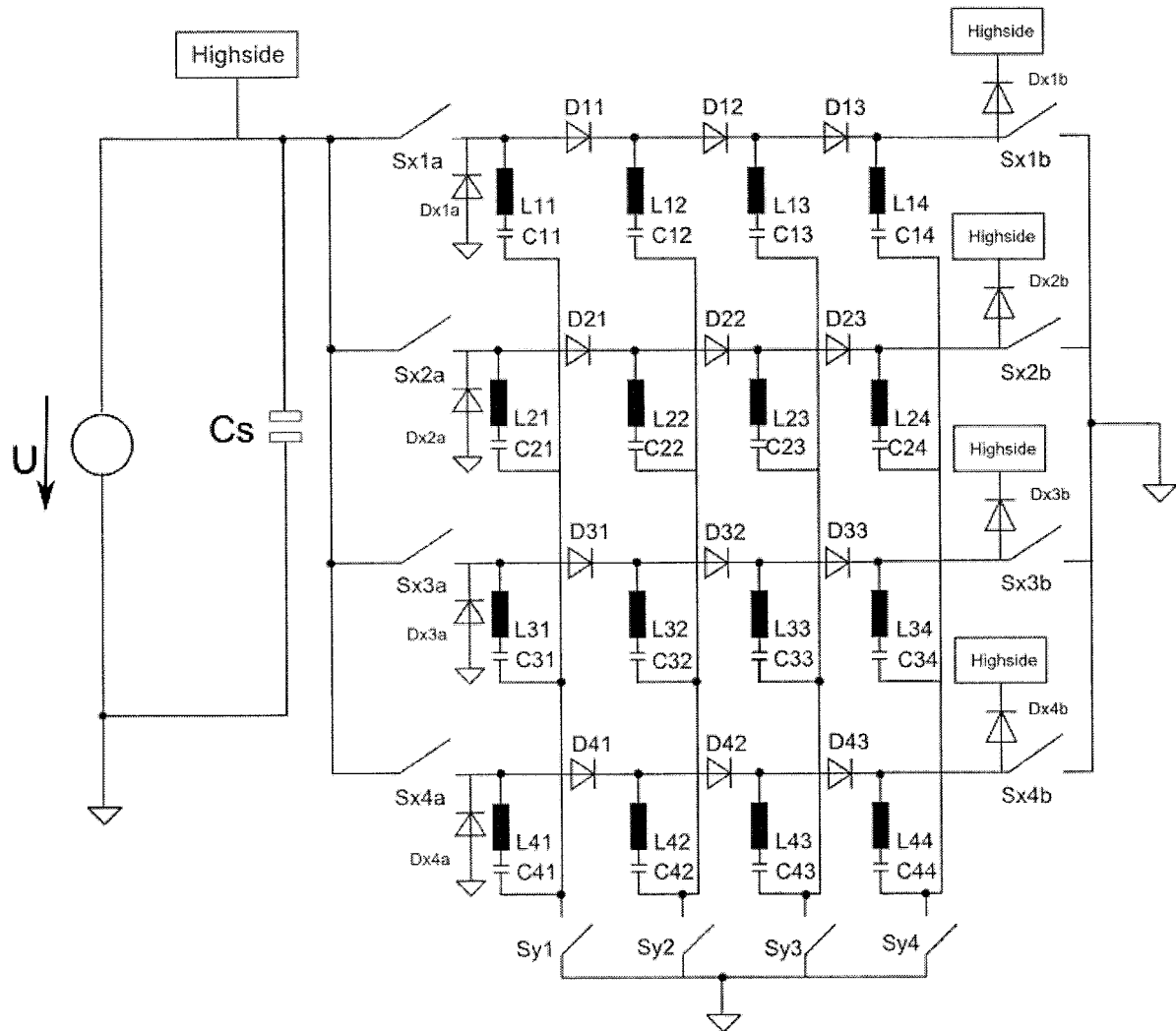


Fig. 12

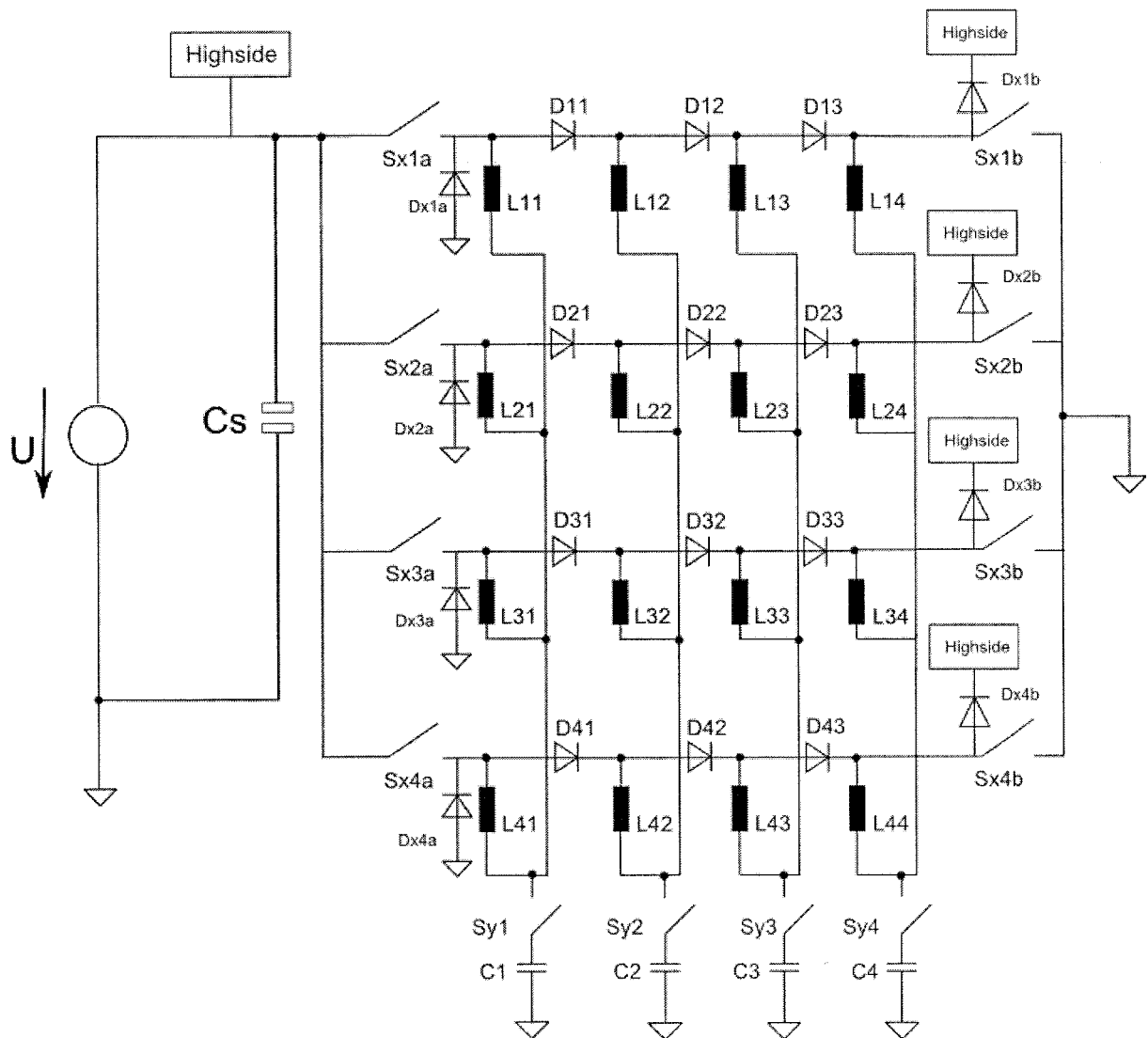


Fig. 13

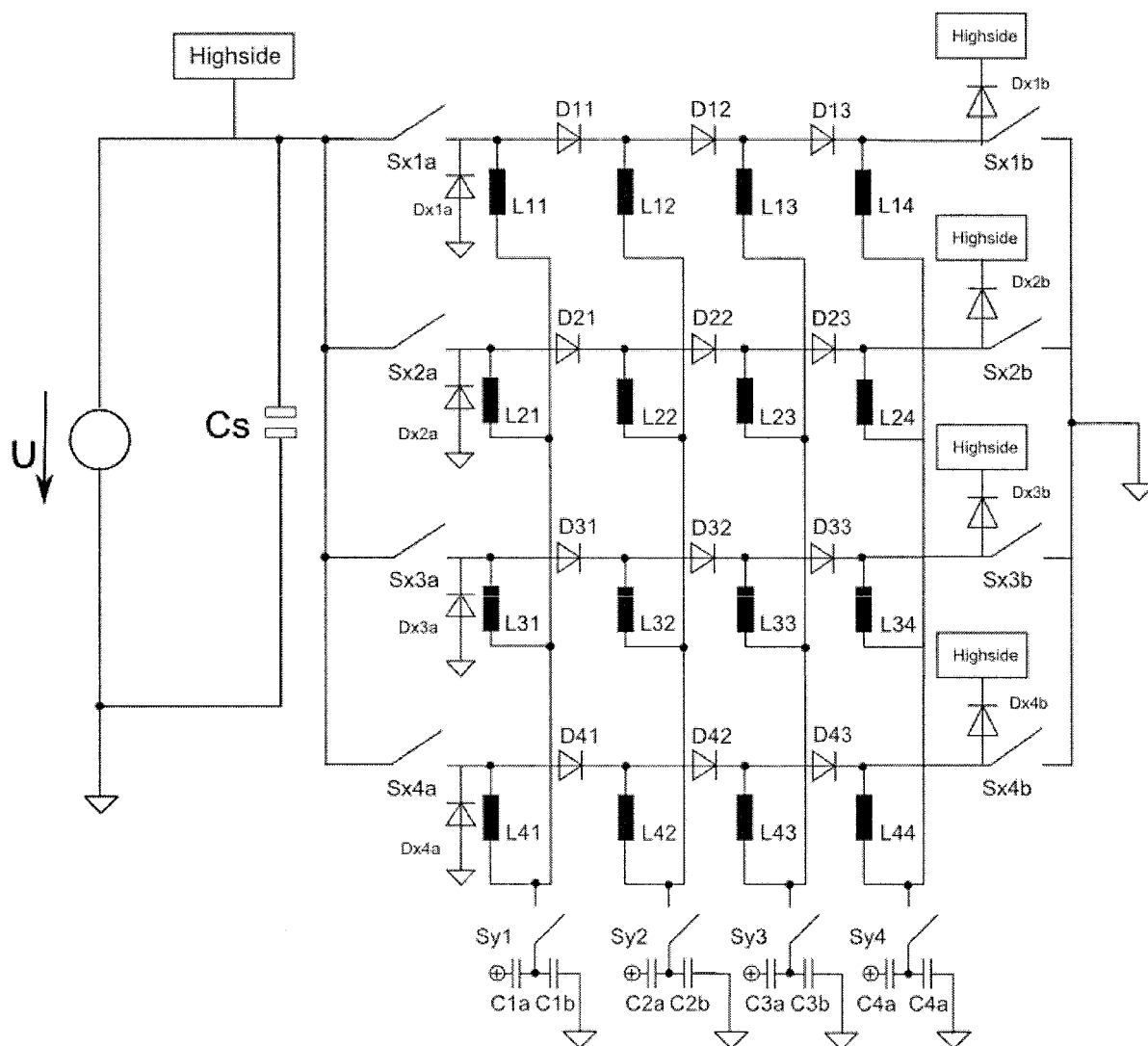


Fig. 14

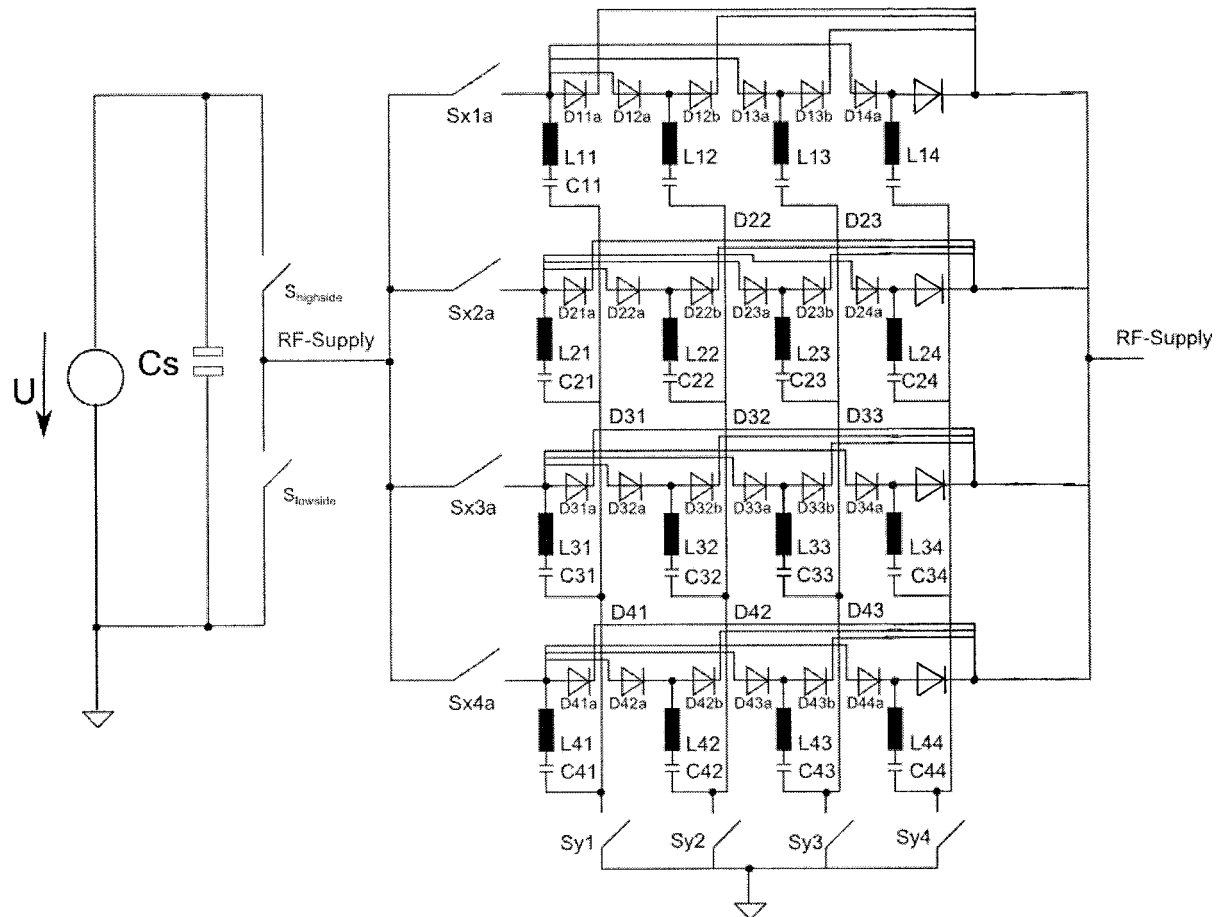


Fig. 15

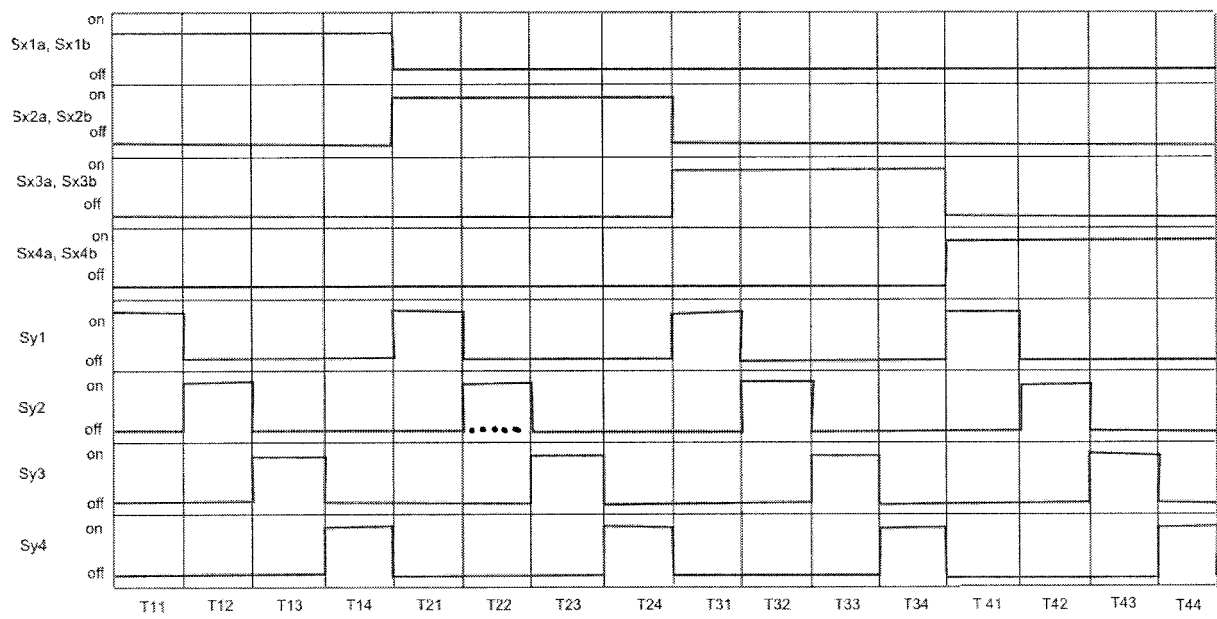


Fig. 16

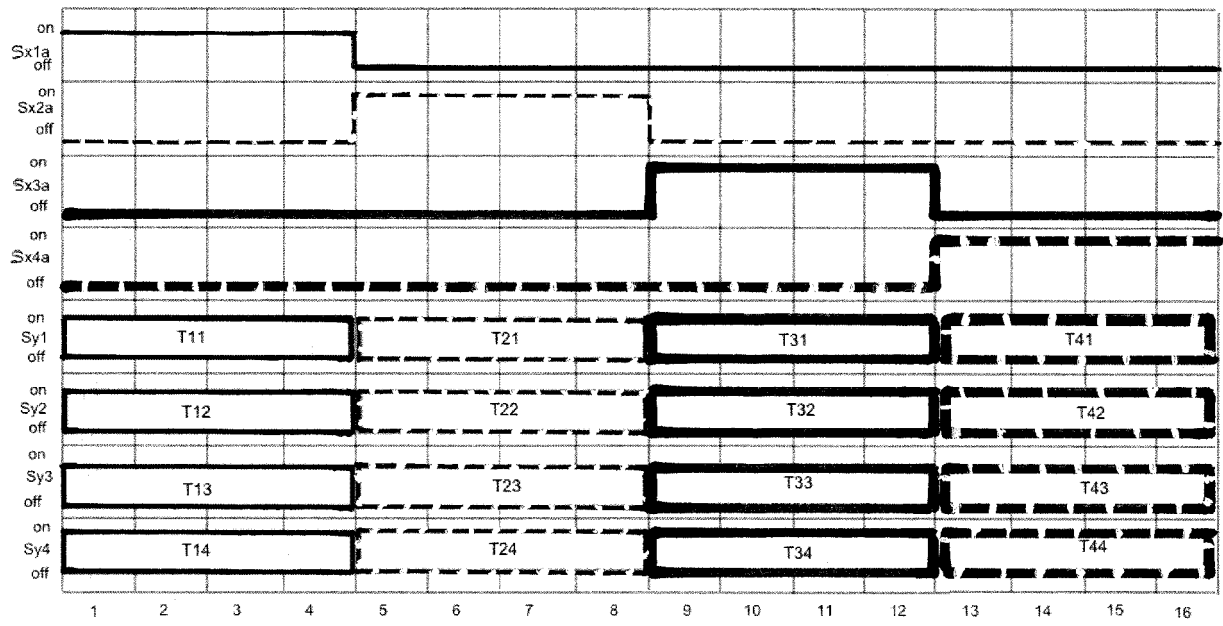


Fig. 17

A 4x4 grid diagram with rows labeled R1, R2, R3, R4 and columns labeled C1, C2, C3, C4. The cells are labeled L11 through L44. Two specific 2x2 sub-grids are highlighted with shaded backgrounds and circled: one in row R2 (cells L21, L22) and one in row R3 (cells L33, L34). An arrow labeled '1' points to the first circled area (L21, L22), and an arrow labeled '2' points to the second circled area (L33, L34).

	C1	C2	C3	C4
R1	L11	L12	L13	L14
R2	L21	L22	L23	L24
R3	L31	L32	L33	L34
R4	L41	L42	L43	L44

Fig. 18

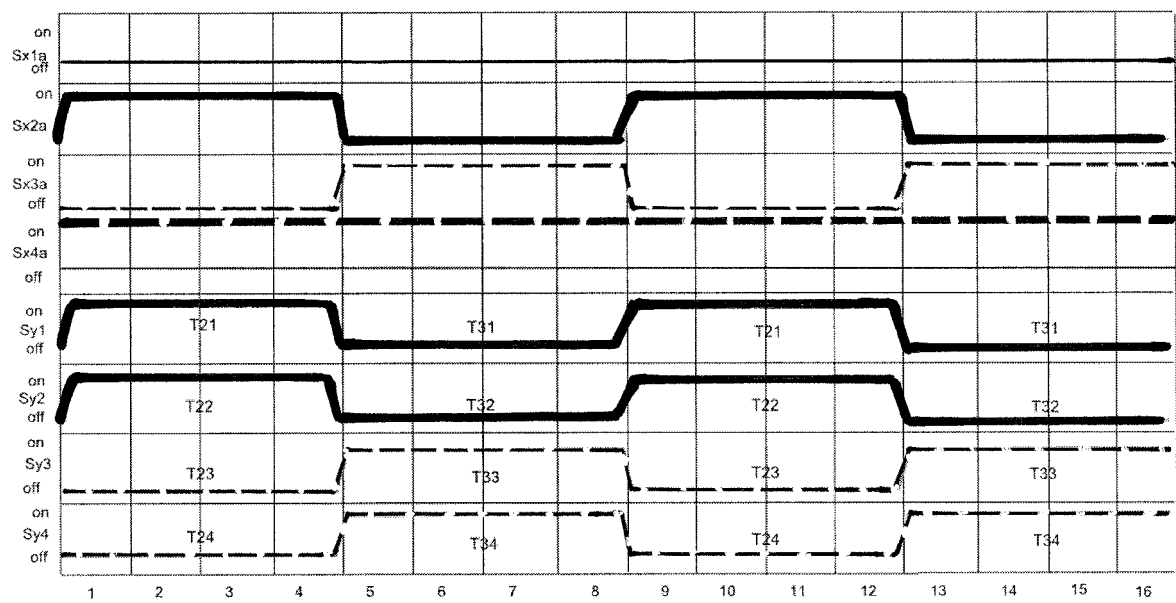


Fig. 19

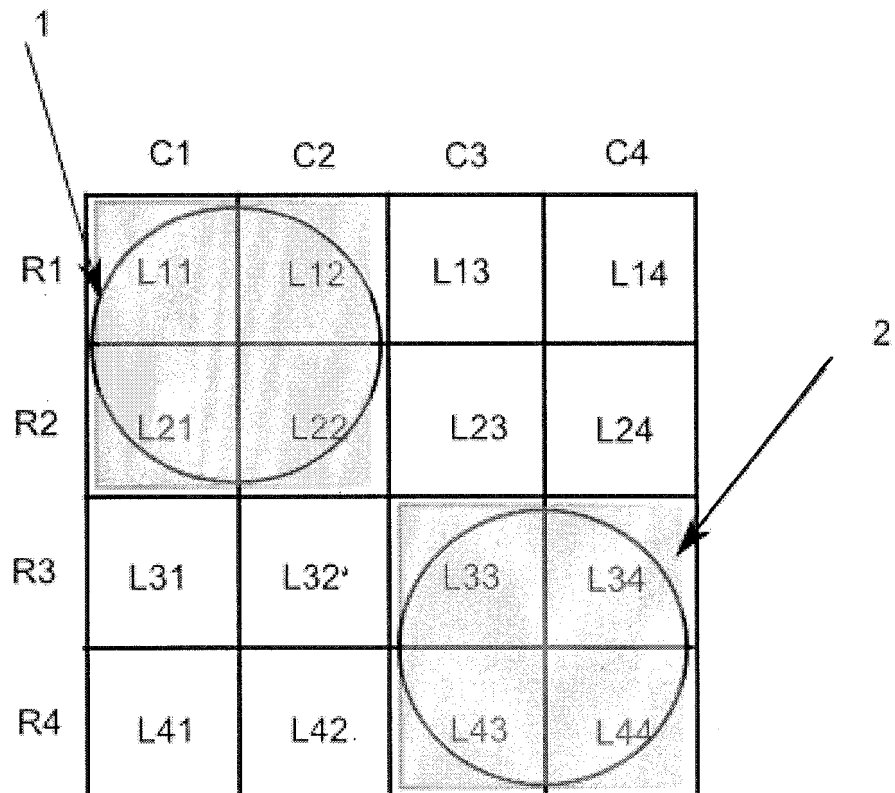


Fig. 20

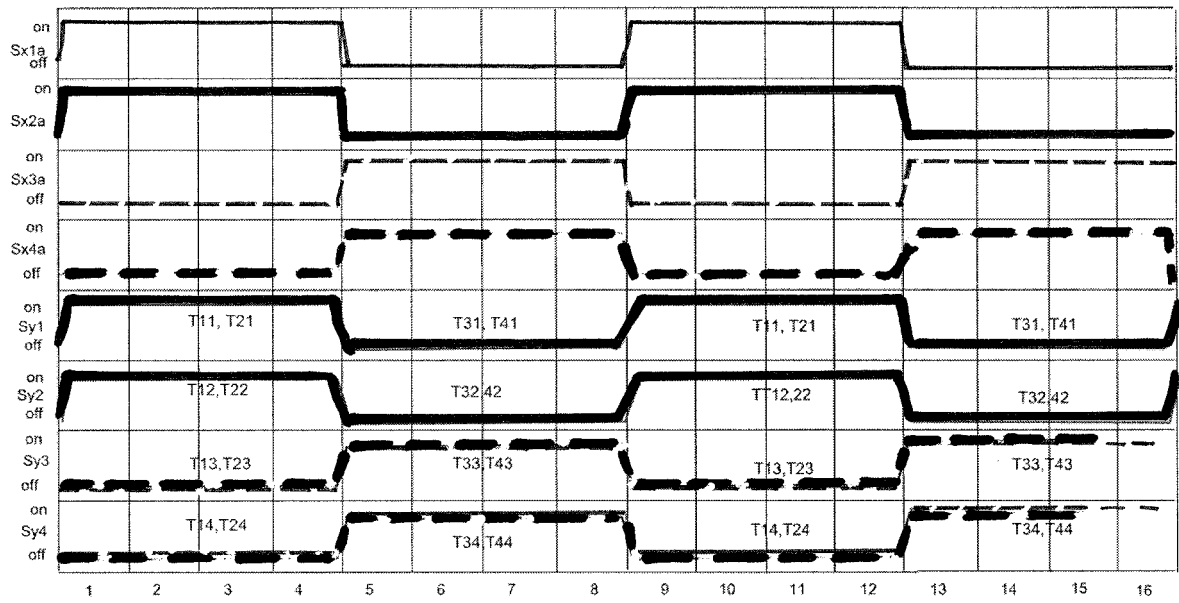


Fig. 21

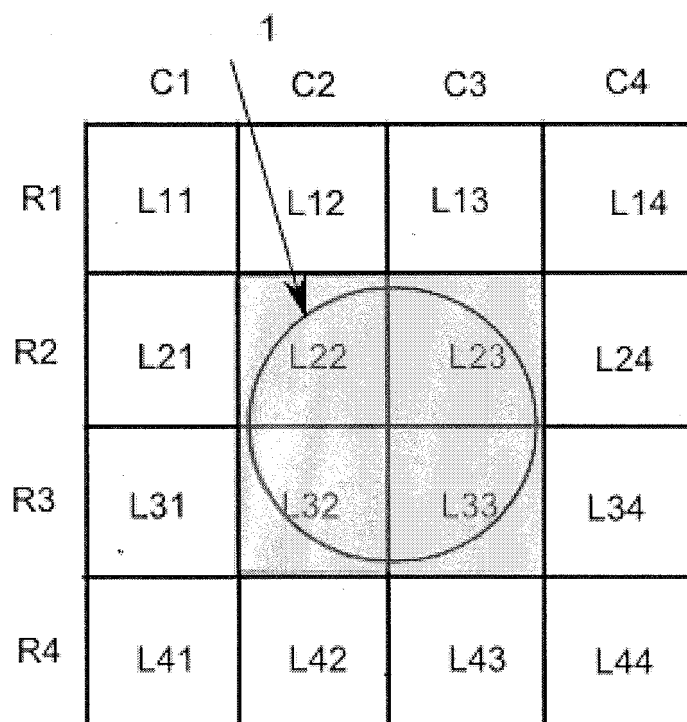


Fig. 22

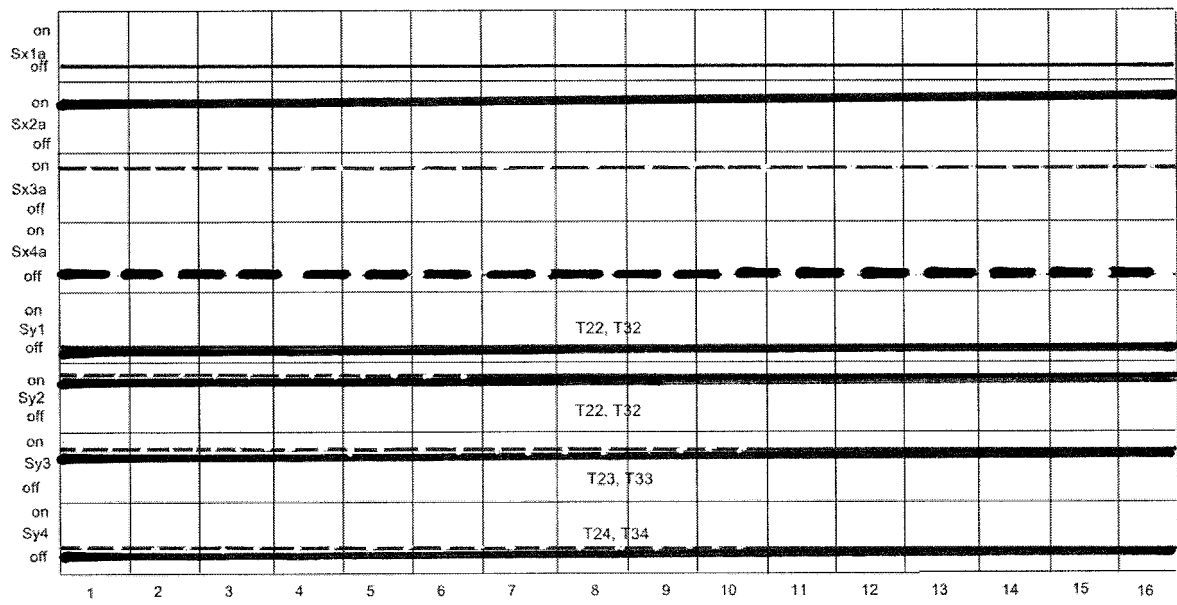


Fig. 23

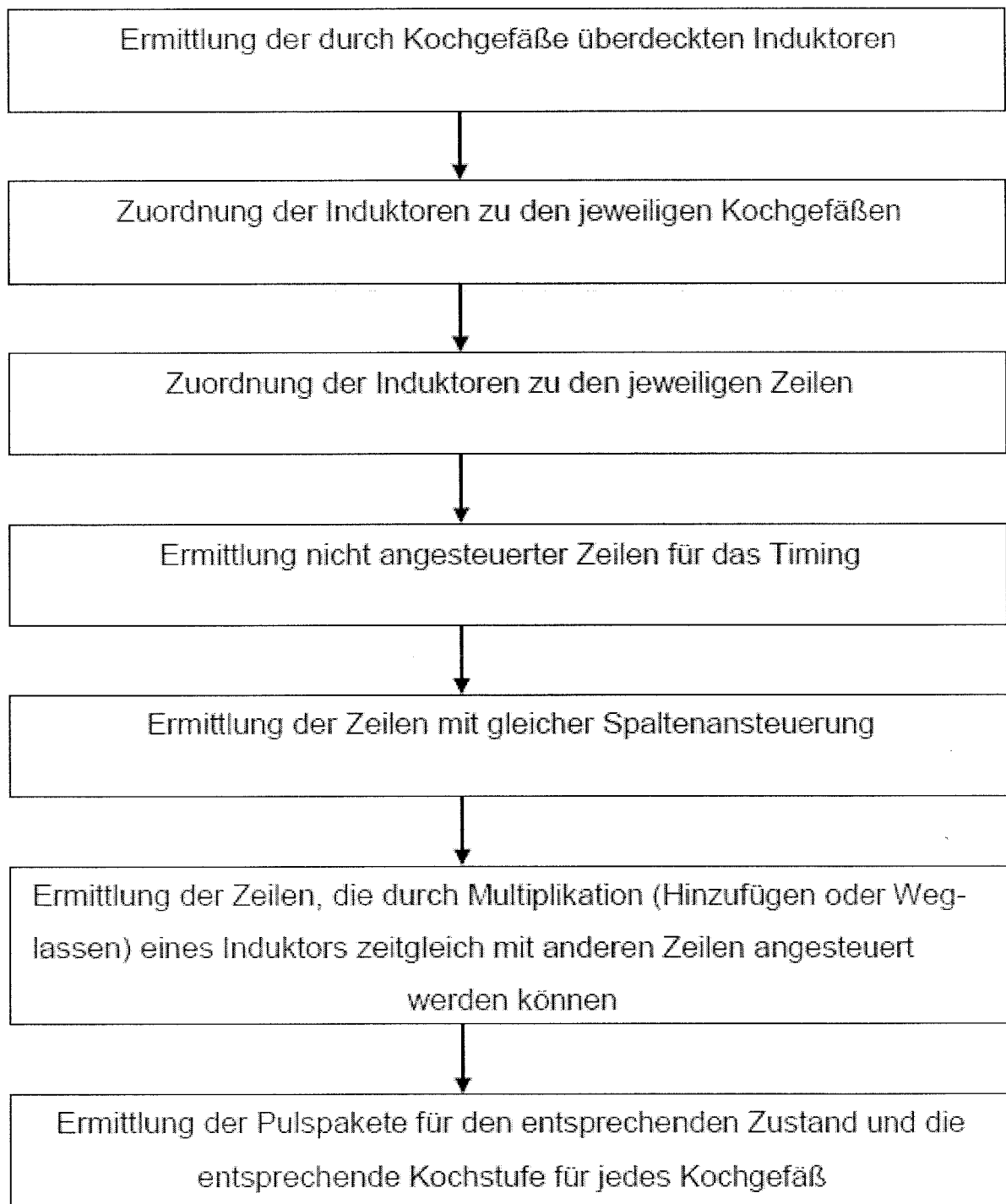


Fig. 24

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- EP 1303168 A1 **[0002]**
- EP 2380400 B **[0002]**
- WO 9719298 A1 **[0003]**
- US 6870138 B2 **[0004]**
- EP 2928265 A1 **[0005]**