



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 1 239 237 A2**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
11.09.2002 Patentblatt 2002/37

(51) Int Cl.7: **F24H 3/04**

(21) Anmeldenummer: **02004174.5**

(22) Anmeldetag: **26.02.2002**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(72) Erfinder: **Richter, Ewald**
90562 Heroldsberg (DE)

(74) Vertreter: **Rau, Albrecht et al**
Rau, Schneck & Hübner
Königstrasse 2
90402 Nürnberg (DE)

(30) Priorität: **05.03.2001 DE 10110243**

(71) Anmelder: **Glen Dimplex Deutschland GmbH**
96515 Sonneberg (DE)

(54) **Heizlüfter**

(57) Heizlüfter mit einem Gehäuse (4), in dem Gehäuse (4) angeordneten Lufteintritts-Öffnungen (11) zur Zuführung von Frischluft, in dem Gehäuse (4) angeordneten Luftaustritts-Öffnungen (13) zur Abgabe von erwärmter Luft, einem zwischen den Lufteintritts-Öffnungen (11) und den Luftaustritts-Öffnungen (13) angeordneten, um eine Drehachse (22) drehantreibbar gelagerten Lüfterrad (21) zur Erzeugung eines Luftstromes (44) und einem in dem Gehäuse (4) angeordneten Heiz-Element (19) zur Erwärmung der Luft des Luftstromes (44), dadurch gekennzeichnet, daß das Lüfterrad (21) zwischen den Lufteintritts-Öffnungen (11) und dem Heiz-Element (19) angeordnet ist.

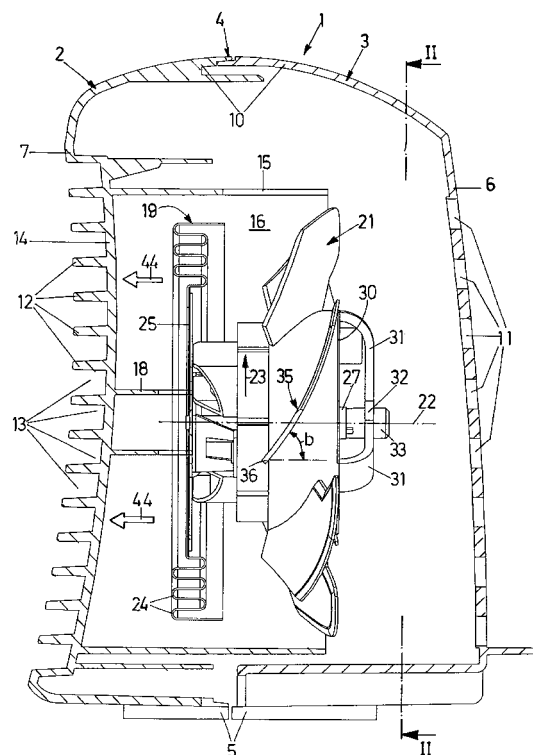


FIG. 1

EP 1 239 237 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Heizlüfter gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

[0002] Bei herkömmlichen Heizlüftern sind an gegenüberliegenden Seiten eines Gehäuses Lufteintritts-Öffnungen für Frischluft und Luftaustritts-Öffnungen für Heißluft vorgesehen. In dem Gehäuse ist benachbart zu den Lufteintritts-Öffnungen ein Heiz-Element vorgesehen. Diesem nachgeordnet ist ein drehantreibbares Lüfterrad vorgesehen, das die Frischluft durch die Lufteintritts-Öffnungen ansaugt. Anschließend wird die Luft durch die Heiz-Elemente erhitzt und durch das nachgeordnete Lüfterrad durch die Luftaustritts-Öffnungen geblasen. Nachteilig ist hieran, daß vor allem bei besonders kompakt ausgebildeten Lüftern aus Kunststoff die elektrische Leistungsaufnahme nach oben begrenzt ist, da es sonst zu einer Überhitzung des Gehäuses und insbesondere des Lüfterrades kommt.

[0003] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen gattungsgemäßen Lüfter derart zu verbessern, daß bei gleichbleibender kompakter Anordnung die elektrische Leistungsaufnahme erhöht werden kann.

[0004] Die Aufgabe wird durch die Merkmale des kennzeichnenden Teils des Anspruchs 1 gelöst. Der Kern der Erfindung besteht darin, daß das Heiz-Element zwischen dem Lüfterrad und den Luftaustritts-Öffnungen angeordnet ist. Hierdurch kommt lediglich kühle Frischluft mit dem Lüfterrad in Berührung, so daß sich dieses weniger erhitzt. Gleichzeitig kann durch den einströmenden Frischluftstrom der Antrieb, das heißt der Elektromotor, des Lüfterrades gekühlt werden. Darüber hinaus kann bei gleicher Drehzahl und Gestaltung des Lüfterrades mehr Luft durch den Heizlüfter transportiert werden, da die kalte Luft zunächst angesaugt und durch das Lüfterrad beschleunigt wird und erst anschließend dem Heiz-Element zugeführt wird und sich dort ausdehnt. Bei der Konstruktion gemäß dem Stand der Technik wird der Luftstrom vor dem Erreichen des Lüfterrades dem Heiz-Element zugeführt und erwärmt, wodurch eine Dichteerhöhung stattfindet und auf diese Weise der Luftmassenstrom reduziert wird.

[0005] Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindungen ergeben sich aus den Unteransprüchen.

[0006] Zusätzliche Merkmale und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus der Beschreibung eines Ausführungsbeispiels anhand der Zeichnung. Es zeigen:

Fig. 1 einen Längsschnitt eines erfindungsgemäßen Heizlüfters,

Fig. 2 einen Querschnitt gemäß der Schnittlinie II-II in Fig. 1,

Fig. 3 eine Draufsicht auf ein Lüfterrad,

Fig. 4 ein Diagramm, das die pro Zeiteinheit geför-

derte Luftmenge als Funktion der Motorspannung darstellt,

Fig. 5 ein Diagramm, daß die pro Zeiteinheit geförderte Luftmenge als Funktion der Drehzahl darstellt und

Fig. 6 eine Darstellung, die die pro Zeiteinheit geförderte Luftmenge als Funktion der Drehzahl darstellt.

[0007] Ein Heizlüfter weist ein aus einer vorderen Gehäuse-Hälfte 2 sowie einer hinteren Gehäuse-Hälfte 3 bestehendes Gehäuse 4 auf. Das Gehäuse 4 wird durch einen Boden 5, eine Rückwand 6, eine dieser gegenüberliegende Vorderwand 7 sowie zwei die Wände 6 und 7 verbindende Seitenwände 8 und 9 gebildet. Die Wände 6 bis 8 tragen auf der Oberseite eine domartige Deckplatte 10. Die Gehäuse-Hälften 2 und 3 sind jeweils einteilig ausgebildet. In der Rückwand 6 sind im wesentlichen über die volle Höhe rasterartig angeordnete Lufteintritts-Öffnungen 11 vorgesehen, welche einen runden Querschnitt aufweisen. Die Rückwand 6 ist leicht konvex gekrümmt. Die leicht konkav gekrümmte Vorderwand 7 weist im wesentlichen über ihre volle Höhe übereinander angeordnete, vertikal verlaufende Lamellen 12 auf, die übereinander angeordnete Luftaustritts-Öffnungen 13 begrenzen. Zur Stabilisierung sind auf der Innenseite der Lamellen 12 angeordnete, einteilig mit diesen ausgebildete, vertikal verlaufende Stützstege 14 vorgesehen. An der Innenseite der Vorderwand 7 ist ein nach innen vorspringendes, sich über einen wesentlichen Teil der Tiefe des Gehäuses 4 erstreckendes, ringzylindrisches Luftkanal-Gehäuse 15 vorgesehen, das einen Luftkanal 16 begrenzt. Die Lufteintritts-Öffnungen 11, die Luftaustritts-Öffnungen 13 sowie der Luftkanal 16 fluchten im wesentlichen miteinander. Die beiden Gehäuse-Hälften 2 und 3 sind über an der Gehäuse-Hälfte 2 innenseitig angespritzte Schraubdome 17 miteinander verschraubt. In der Mitte der Vorderwand 7 ist ein nach innen vorspringender, einteilig mit der Vorderwand 7 ausgebildeter Träger 18 vorgesehen, an dessen innenseitigem Ende ein Heiz-Element 19, sowie diesem nachgeordnet ein Elektromotor 20 mit einem Lüfterrad 21 angeordnet sind. Das Lüfterrad 21 ist durch den Elektromotor 20 um eine Drehachse 22 entlang einer Dreh-Richtung 23 drehantreibbar.

[0008] Das Heiz-Element 19 besteht aus einer Vielzahl von radial vorstehenden, im Längsschnitt meanderförmig gebogenen Heizdraht-Schleifen 24, von denen in den Fig. 1 und 2 nur die Einhüllende dargestellt ist. Die einzelnen Heizdrähte 24 erstrecken sich von einem mit dem Träger 18 verbundenen Tragring 25 radial nach außen und sind dann U-förmig gebogen und zu dem Tragring 25 zurückgeführt. Die jeweiligen Enden der Heizdraht-Schleifen 24 sind durch Niete 26 mit dem Tragring 25 verbunden. Das Heiz-Element 19 weist über den Umfang des Tragrings 25 eine Vielzahl von

Heizdraht-Schleifen 24 auf.

[0009] Hinter dem Heiz-Element 19, das heißt zwischen dem Heiz-Element 19 und den Lufteintritts-Öffnungen 11 der Rückwand 6, ist der Elektromotor 20 angeordnet, welcher mit dem Träger 18 verbunden ist. Der Elektromotor 20 weist eine um die Drehachse 22 drehantreibbare Antriebswelle 27 auf. Das Lüfterrad 21 weist eine ringzylindrisch ausgebildete, den Elektromotor 20 in axialer Richtung im wesentlichen aufnehmende Nabe 28 auf, an deren Außenseite radial vorstehende, einteilig mit der Nabe 28 ausgebildete Lüfterrad-Schaufeln 29 vorgesehen sind. An dem der Rückwand 6 zugewandten Ende 30 sind drei, jeweils um 120° zueinander versetzte axial nach außen und radial nach innen vorspringende Arme 31 vorgesehen, die in einem Zentrums-Abschnitt 32 zusammengeführt sind. Der Zentrums-Abschnitt 32 trägt eine Büchse 33, in der die Antriebswelle 27 aufgenommen und festgelegt ist. Es ist auch möglich anstelle von drei Armen 31 eine andere Zahl von gleichmäßig über den Umfang der Nabe 28 verteilten Armen 31 vorzusehen.

[0010] Das Lüfterrad 21 weist sechs über den Umfang der Nabe 28 gleichmäßig verteilte Lüfterrad-Schaufeln 29 auf. Es ist auch mögliche eine andere Zahl von Lüfterrad-Schaufeln 29 vorzusehen. Die Lüfterrad-Schaufeln 29 weisen jeweils eine in Dreh-Richtung 23 voreilende Luft-Aufnahme-Kante 34 sowie eine nacheilende Luft-Abgabe-Kante 35 auf. Die Luft-Abgabe-Kante 35 weist einen sich im wesentlichen radial erstreckenden Innen-Abschnitt 36 sowie einen schräg in Dreh-Richtung 23 gerade verlaufenden Außen-Abschnitt 37 auf. Der Außen-Abschnitt 37 schließt mit dem Radius bezogen auf die Drehachse 22 einen Winkel α ein, für den gilt: $10^\circ \leq \alpha \leq 60^\circ$, insbesondere $20^\circ \leq \alpha \leq 40^\circ$, besonders vorteilhaft $\alpha \approx 30^\circ$. Der Innen-Abschnitt 36 weist eine radiale Länge l auf, der Außen-Abschnitt 37 weist eine radiale Länge A auf, wobei für das Verhältnis A/l gilt: $A/l \approx 3$. Die Kanten 34 und 35 sind durch eine konvex gekrümmte Außen-Kante 38 miteinander verbunden. Die Luft-Aufnahme-Kante 34 weist in der Nähe der Nabe 28 ein gegenüber einer Spitze 39 zurückspringende Kante 40 auf, die im wesentlichen radial verläuft. Vorteilhaft ist hieran, daß sich benachbarte Lüfterrad-Schaufeln 29 in axialer Richtung nicht überlappen. Dies ist vor allem bei der Herstellung von Bedeutung, da die beider Hälften der Spritzgußwerkzeuge für das Lüfterrad 21 einfach auseinandergefahren werden können, ohne das Hinterschneidungen berücksichtigt werden müssen. Die Lüfterrad-Schaufeln 29 selbst sind leicht gekrümmt und schließen im Bereich des Innen-Abschnitts 36 der Luft-Abgabe-Kante 35 mit der Drehachse 22 einen Winkel β ein für den gilt: $\beta \approx 50^\circ$.

[0011] Für den Betrieb weist der Heizlüfter 1 in der Deckplatte 10 einen Betriebszustands-Schalter 41 auf, bei dem zwischen einer Aus-Stellung, einer Kaltluft-Stellung sowie einer Heizstellung geschaltet werden kann. Ferner ist in der Deckplatte 10 ein Thermostat 42 mit Drehregler 43 vorgesehen, mit dem die gewünschte,

durch den Heizlüfter 1 einzustellende Zimmertemperatur vorgegeben werden kann.

[0012] Im Folgenden wird die Funktion des Heizlüfters beschrieben. Durch ein Verschieben des Schalters 41 in eine Heizstellung wird Strom auf das Heiz-Element 19 gegeben, so daß sich die Heizdraht-Schleifen 24 erwärmen. Ferner wird Strom auf den Elektromotor 20 gegeben, so daß dieser das Lüfterrad 21 in Drehungen versetzt. Durch die Bewegung der Lüfterrad-Schaufeln 29 in Dreh-Richtung 23 wird ein Luftstrom 44 durch das Gehäuse 4 erzeugt, wobei die mit 44 bezeichneten Pfeile in Fig. 1 die mittlere axiale Strömungsrichtung der Luft durch das Gehäuse wiedergeben. Die Luft wird durch die Lufteintritts-Öffnungen 11 durch die Drehung des Lüfterrades 21 eingesaugt und tritt zum Teil zwischen den Armen 31 und der Innenseite der Nabe 28 durch und kühlt somit unmittelbar den Elektromotor 20. Der Großteil der Luft tritt zwischen der Nabe 28 und dem Luftkanal-Gehäuse 15 hindurch und bildet den Luftstrom 44. Durch den Innen-Abschnitt 36 der Luft-Abgabe-Kante 35 wird ein Teil des Luftstromes auf den Tragring 25 mit den Nieten 26 gerichtet, wodurch diese besonders gekühlt werden. Auf diese Weise kann eine Überhitzung derselben vermieden werden. Durch die schräg verlaufenden Außen-Abschnitte 37 kann der von den Lüfterrad-Schaufeln 29 transportierte Luftmassenstrom erhöht werden. Der durch das Lüfterrad 21 beschleunigte Luftstrom wird auf die Heizdraht-Schleifen 24 geblasen, wodurch sich der Luftstrom erwärmt und ausdehnt. Besonders vorteilhaft an dem dem Lüfterrad 21 nachgeordneten Heiz-Element 19 ist, daß zunächst kühle und damit vergleichsweise dichte Luft durch das Lüfterrad 21 beschleunigt wird und erst anschließend erwärmt wird. Hierdurch kann bei ansonsten gleicher Anordnung des Lüfterrades sehr viel mehr Luft transportiert werden, als in dem Fall, bei dem das Heiz-Element dem Lüfterrad vorgeordnet ist. Bei diesem aus dem Stand der Technik bekannten Fall wird durch das Lüfterrad wärmere und deshalb dünnere Luft beschleunigt. Darüber hinaus besteht bei der Erfindung nicht das Problem, daß die durch das Heiz-Element 19 erwärmte Luft das Lüfterrad 21 erwärmt. Durch die automatische Kühlung des Lüfterrades 21 und den größeren Luftmassetransport durch das Lüfterrad 21 kann bei ansonsten gleichbleibend kompakter Ausgestaltung des Heizlüfters 1 die elektrische Leistungsaufnahme, zum Beispiel auf 2000 Watt erhöht werden. Besonders vorteilhaft an der Ausgestaltung der Lüfterrad-Schaukel 29 ist auch, daß der Luftdurchsatz sehr viel unabhängiger gegenüber der Spannungsschwankungen am Elektromotor 20 und Drehzahlschwankungen des Elektromotors 20 ist.

[0013] Im folgenden wird unter Bezugnahme auf die Fig. 4 bis 6 erläutert, welche quantitativen Vorteile sich bei dem erfindungsgemäßen Heizlüfter im Vergleich zum Stand der Technik ergeben. In Fig. 4 ist die von drei verschiedenen Heizlüftern transportierte Luftmenge als Funktion der Motorspannung dargestellt. Die mit A be-

zeichnete Kennlinie zeigt den Kurvenverlauf eines herkömmlichen Heizlüfters, bei dem das Heizelement zwischen den Lufteintritts-Öffnungen und dem Lüfterrad angeordnet ist und somit bereits erhitze Luft auf das Lüfterrad trifft. Ansonsten weist der Luftkanal sowie das Lüfterrad denselben Durchmesser auf, wie bei der erfindungsgemäßen Anordnung. Der Aufbau der Flügel entspricht dem herkömmlichen Aufbau bei Lüfterrädern. Ferner wurde derselbe Motor verwendet. Man erkennt, daß bei einer Steigerung der Motorspannung die geförderte Luftmenge pro Zeiteinheit langsam ansteigt und dann in einen Sättigungsbereich übergeht. Dies bedeutet, daß selbst bei einer weiteren Steigerung der Motorspannung die Luftmenge pro Zeiteinheit nicht mehr ansteigt. Dies wird dadurch erklärt, daß die angesaugte Luft, bevor sie das Lüfterrad erreicht, erhitzt wird und sich ausdehnt und somit die Sogwirkung des Lüfterrades beeinträchtigt ist. Die mit B bezeichnete Kennlinie gehört zu einem herkömmlichen Heizlüfter, dessen Lüfterrad sowie dessen Luftkanal einen wesentlich größeren Durchmesser aufweisen als der Heizlüfter nach der erfindungsgemäßen Ausführungsform. Die Kennlinie B verläuft oberhalb der von A. Sie besitzt jedoch den großen Nachteil, daß sie sehr steil verläuft, das heißt eine große Abhängigkeit gegenüber Spannungsschwankungen besitzt. Dies wird beim Betrieb als unangenehm empfunden. Mit C wird die Kennlinie des erfindungsgemäßen Heizlüfters bezeichnet. Auffällig ist, daß die Kennlinie kontinuierlich ansteigt und somit das Sättigungsverhalten wie bei Kennlinie A nicht auftritt. Darüber hinaus verläuft die Kennlinie flacher als bei B, was einer geringeren Anfälligkeit gegenüber Spannungsschwankungen entspricht. Von zentraler Bedeutung ist, daß die Kennlinie C oberhalb der beiden Kennlinien A und B liegt. Dies bedeutet, daß aufgrund der Anordnung des Heiz-Elements zwischen den Luftaustritts-Öffnungen und dem Lüfterrad eine größere Luftmenge transportiert werden kann. Der Motor bei dem erfindungsgemäßen Gerät gemäß Kennlinie C ist derselbe wie bei den Geräten zu den Kennlinien B und A. Bei der Anordnung gemäß Kennlinie B ist ebenfalls das Heiz-Element zwischen den Luftansaug-öffnungen und dem Lüfterrad angeordnet.

[0014] In Fig. 5 ist die pro Zeiteinheit geförderte Luftmenge als Funktion der Drehzahl des Lüfterrades dargestellt. Mit C wird die Kennlinie des erfindungsgemäßen Heizlüfters bezeichnet. Die einzelnen Meßpunkte entsprechen verschiedenen Motorspannungen zwischen 200 V und 250 V. Die Kennlinie A gehört zu dem Heizlüfter, der in Fig. 4 ebenfalls zur Kennlinie A gehört. Dieser Heizlüfter weist denselben Durchmesser des Luftkanals und des Lüfterrades sowie denselben Motor wie bei dem erfindungsgemäßen Heizlüfter auf. Lediglich die Luft wird bei dem Heizlüfter gemäß Kennlinie A über das Heiz-Element angesaugt. Man erkennt, daß bei gleicher Motorspannung die pro Zeiteinheit geförderte Luftmenge um ca. 20% höher liegt.

[0015] In Fig. 6 ist die pro Zeiteinheit geförderte Luft-

menge als Funktion der Drehzahl dargestellt. Kennlinie C entspricht wieder dem erfindungsgemäßen Heizlüfter. Mit Kennlinie D wird ein zum erfindungsgemäßen Heizlüfter identischer Heizlüfter bezeichnet, bei dem das Lüfterrad an den Lüfterrad-Schaukeln gerade, sich radial erstreckende Luft-Abgabe-Kanten besitzt. Ein Nachteil der schrägen Abgabe-Kanten liegt bei höheren Spannungen in einer geringfügigen Reduktion der pro Zeiteinheit geförderten Luftmenge. Es ergeben sich jedoch zwei wesentliche Vorteile. Durch die schräge Ausgestaltung der Luft-Abgabe-Kante ist die radiale Verteilung des Luftstroms über das Heiz-Element sehr viel gleichmäßiger, so daß ein starkes Aufglühen der einzelnen Heizdraht-Schleifen vermieden werden kann. Dies führt auch zu einer sehr viel angenehmeren und physiologisch gesünderen Heizung der Luft. Durch die schräge Ausgestaltung der Luft-Abgabe-Kante wird darüber hinaus bei gleicher Spannung der Motor entlastet, was sich in einer Erhöhung der Motordrehzahl äußert. Des weiteren können die gemäß VDE-Normen maximal erlaubten Temperaturgrenzen leichter eingehalten werden. Des weiteren trägt der Innen-Abschnitt der vorderen Luft-Abgabe-Kante zu einer Verbesserung der Motorleistung bei, da dadurch die Nieten besser gekühlt werden und somit weniger Wärme zum Motor abgestrahlt wird.

Patentansprüche

1. Heizlüfter mit

- a) einem Gehäuse (4),
- b) in dem Gehäuse (4) angeordneten Lufteintritts-Öffnungen (11) zur Zuführung von Frischluft,
- c) in dem Gehäuse (4) angeordneten Luftaustritts-Öffnungen (13) zur Abgabe von erwärmter Luft,
- d) einem zwischen den Lufteintritts-Öffnungen (11) und den Luftaustritts-Öffnungen (13) angeordneten, um eine Drehachse (22) drehantreibbar gelagerten Lüfterrad (21) zur Erzeugung eines Luftstromes (44) und
- e) einem in dem Gehäuse (4) angeordneten Heiz-Element (19) zur Erwärmung der Luft des Luftstromes (44), **dadurch gekennzeichnet, daß**
- f) das Lüfterrad (21) zwischen den Lufteintritts-Öffnungen (11) und dem Heiz-Element (19) angeordnet ist.

2. Heizlüfter gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Lüfterrad (21) eine Nabe (28) sowie radial von dieser nach außen abstehende Lüfterrad-Schaukeln (29) aufweist.

3. Heizlüfter gemäß Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet,**

zeichnet, daß die Nabe (28) an den axialen Enden (30) offen ausgebildet ist.

4. Heizlüfter gemäß Anspruch 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Nabe (28) zumindest teilweise einen Elektromotor (20) mit einer Antriebswelle (27) aufnimmt. 5
5. Heizlüfter gemäß Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Antriebswelle (27) über mindestens einen Arm (31) zur Drehmomentenübertragung mit der Nabe (28) verbunden ist. 10
6. Heizlüfter gemäß einem der Ansprüche 2 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Lüfterrad-Schaufeln (29) eine in Dreh-Richtung voreilende Luft-Aufnahme-Kante (34) sowie eine in Dreh-Richtung nacheilende Luft-Abgabe-Kante (35) aufweisen. 15
7. Heizlüfter gemäß Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Luft-Abgabe-Kante (35) einen kürzeren Innen-Abschnitt (36), sowie einen längeren Außen-Abschnitt (37) aufweist. 20
8. Heizlüfter gemäß Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Innen-Abschnitt (36) im wesentlichen radial verläuft. 25
9. Heizlüfter gemäß Anspruch 7 oder 8, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Außen-Abschnitt (37) mit dem Radius bezogen auf die Drehachse (22) einen Winkel α einschließt für den gilt: $10^\circ \leq \alpha \leq 60^\circ$, insbesondere $20^\circ \leq \alpha \leq 40^\circ$ und insbesondere $\alpha \approx 30^\circ$. 30
10. Heizlüfter gemäß einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** sich die Lüfterrad-Schaufeln (29) in axialer Richtung nicht überlappen. 35

40

45

50

55

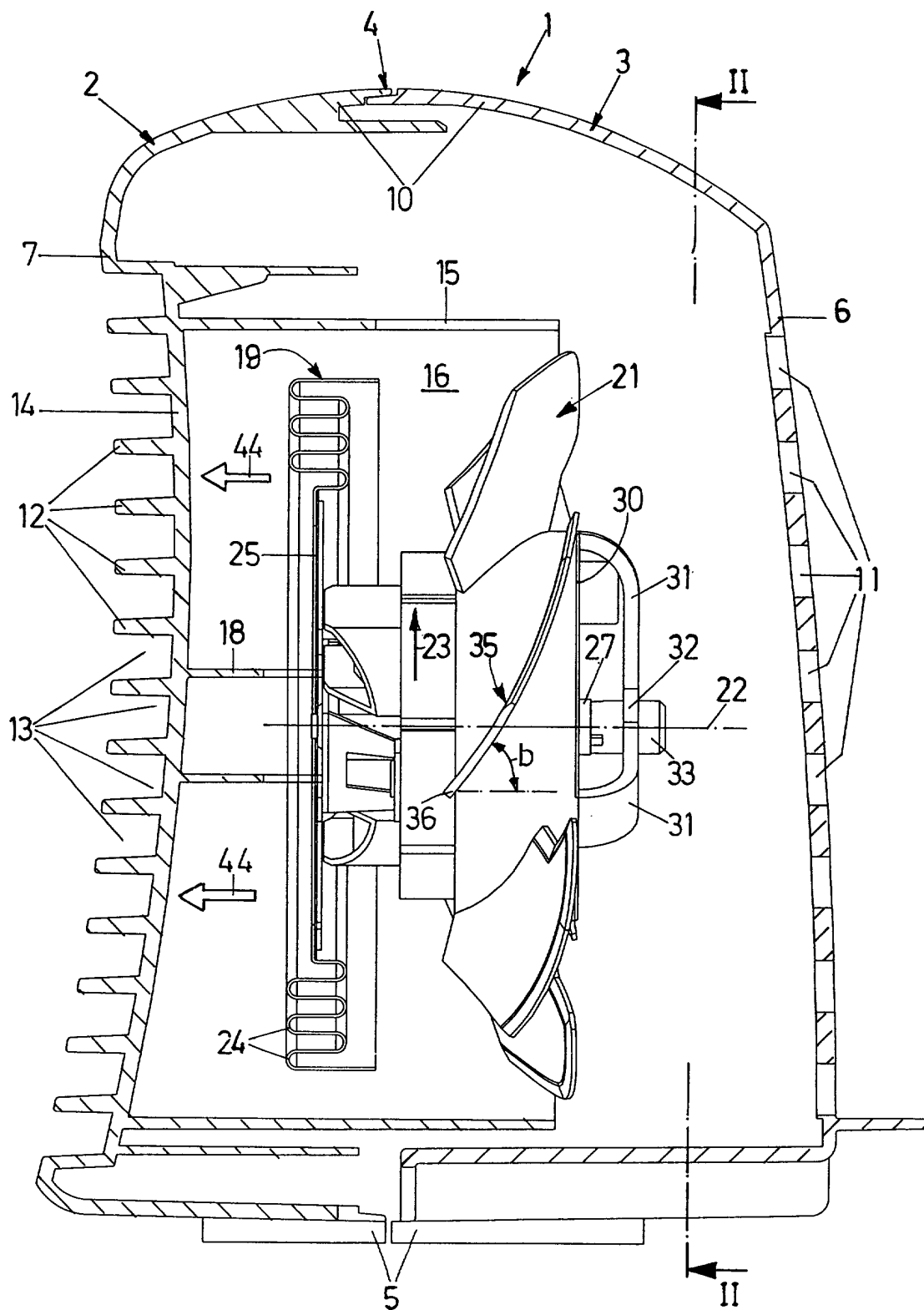


FIG. 1

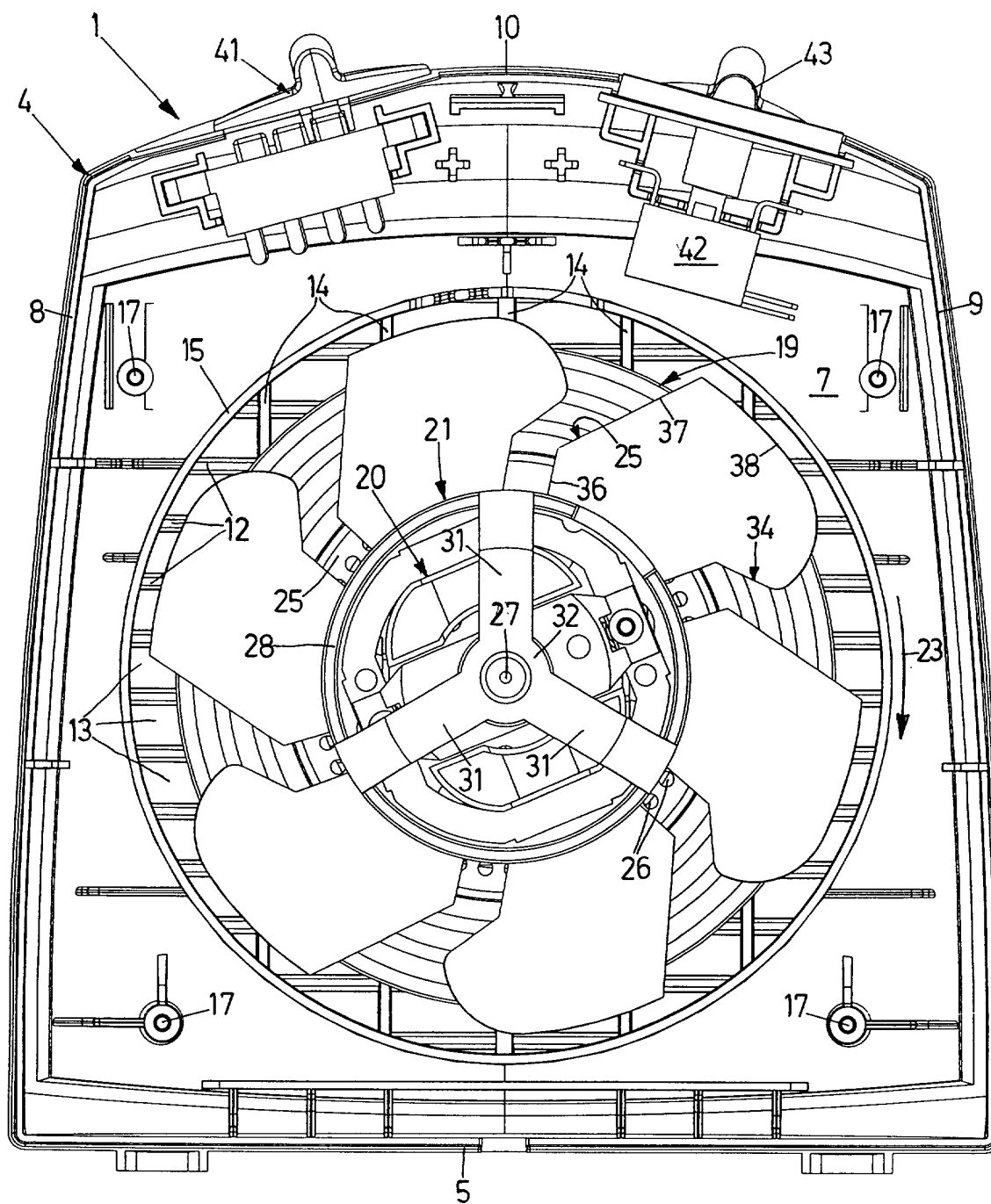


FIG. 2

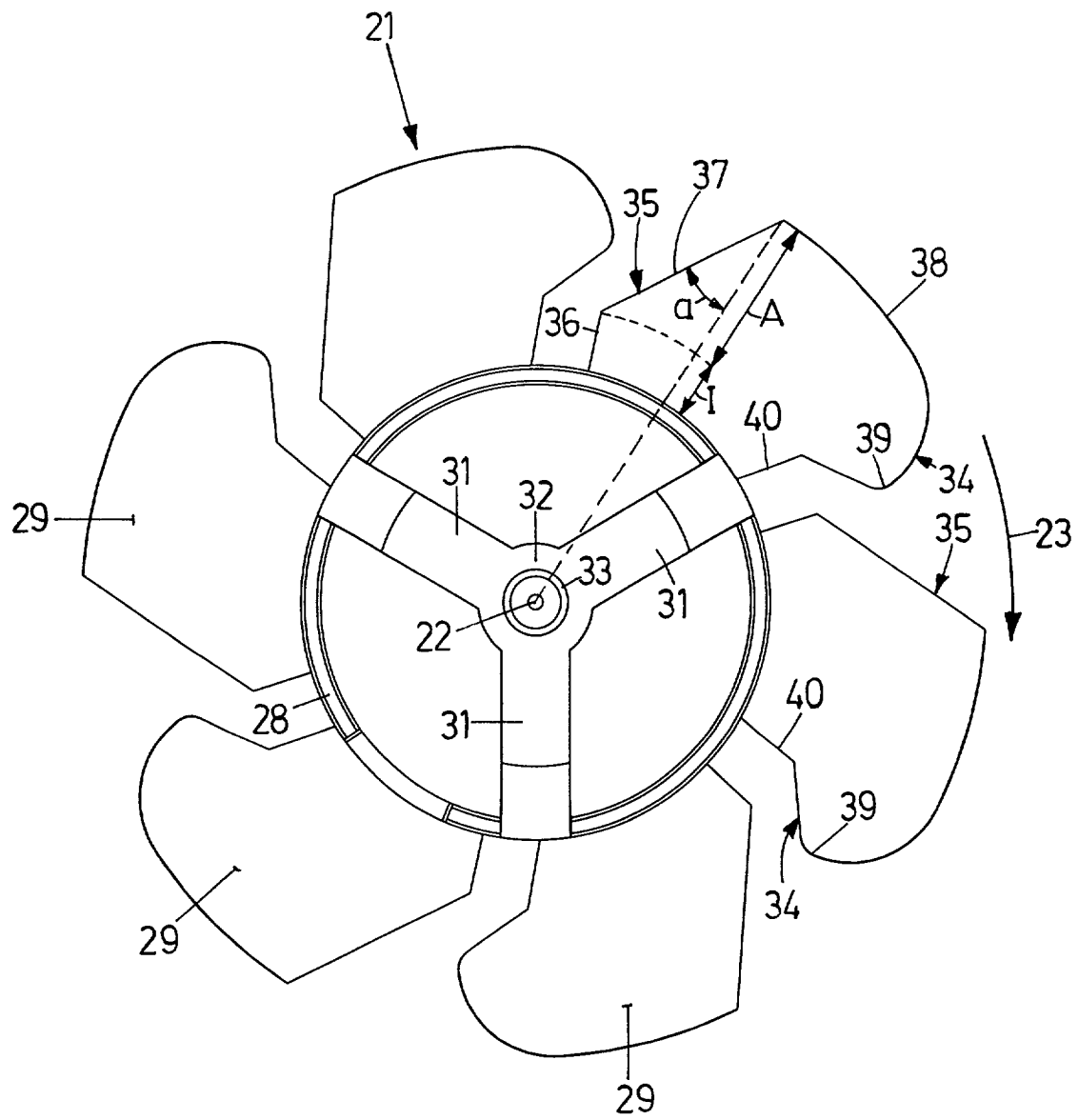


FIG.3

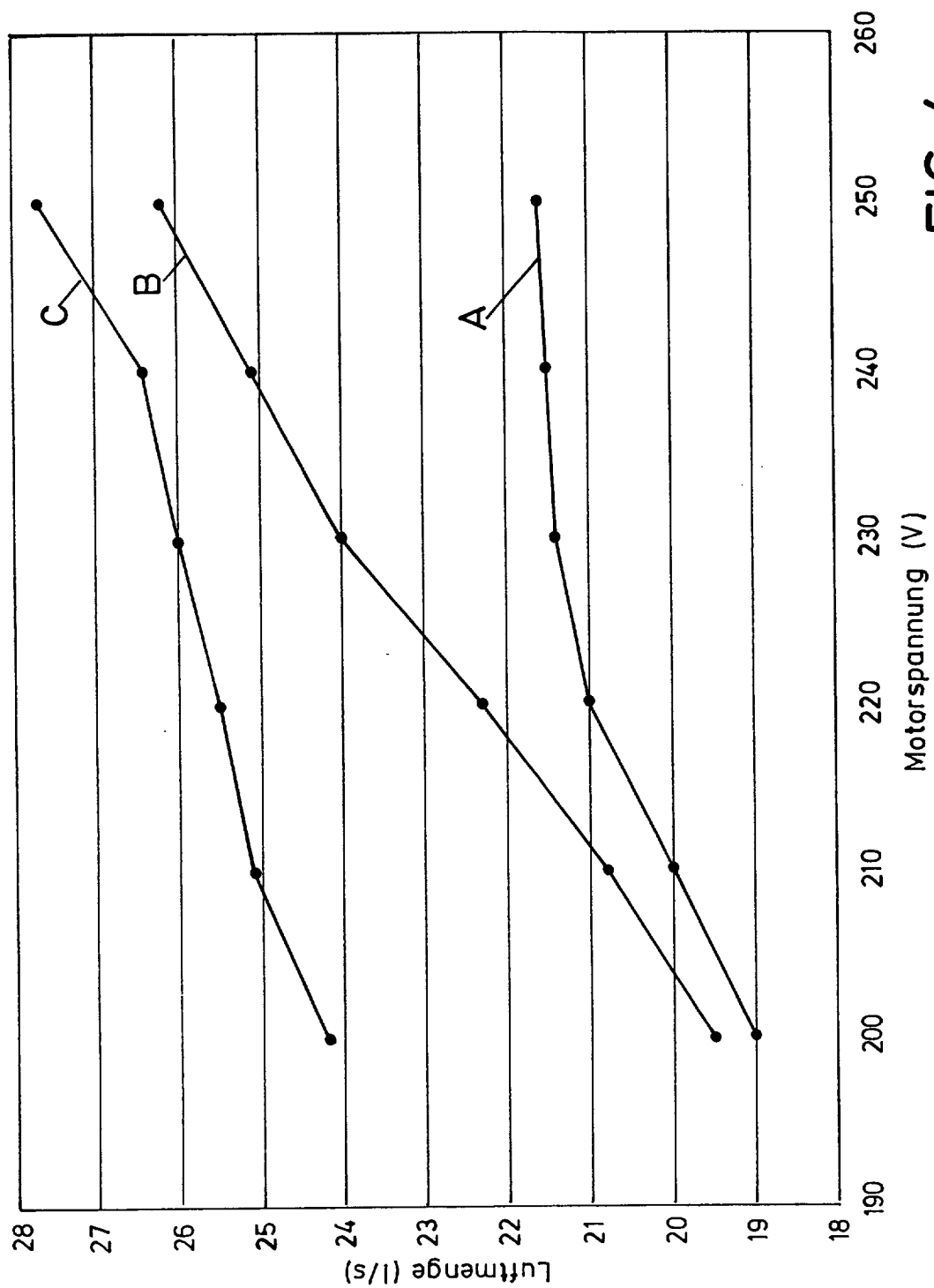


FIG. 4

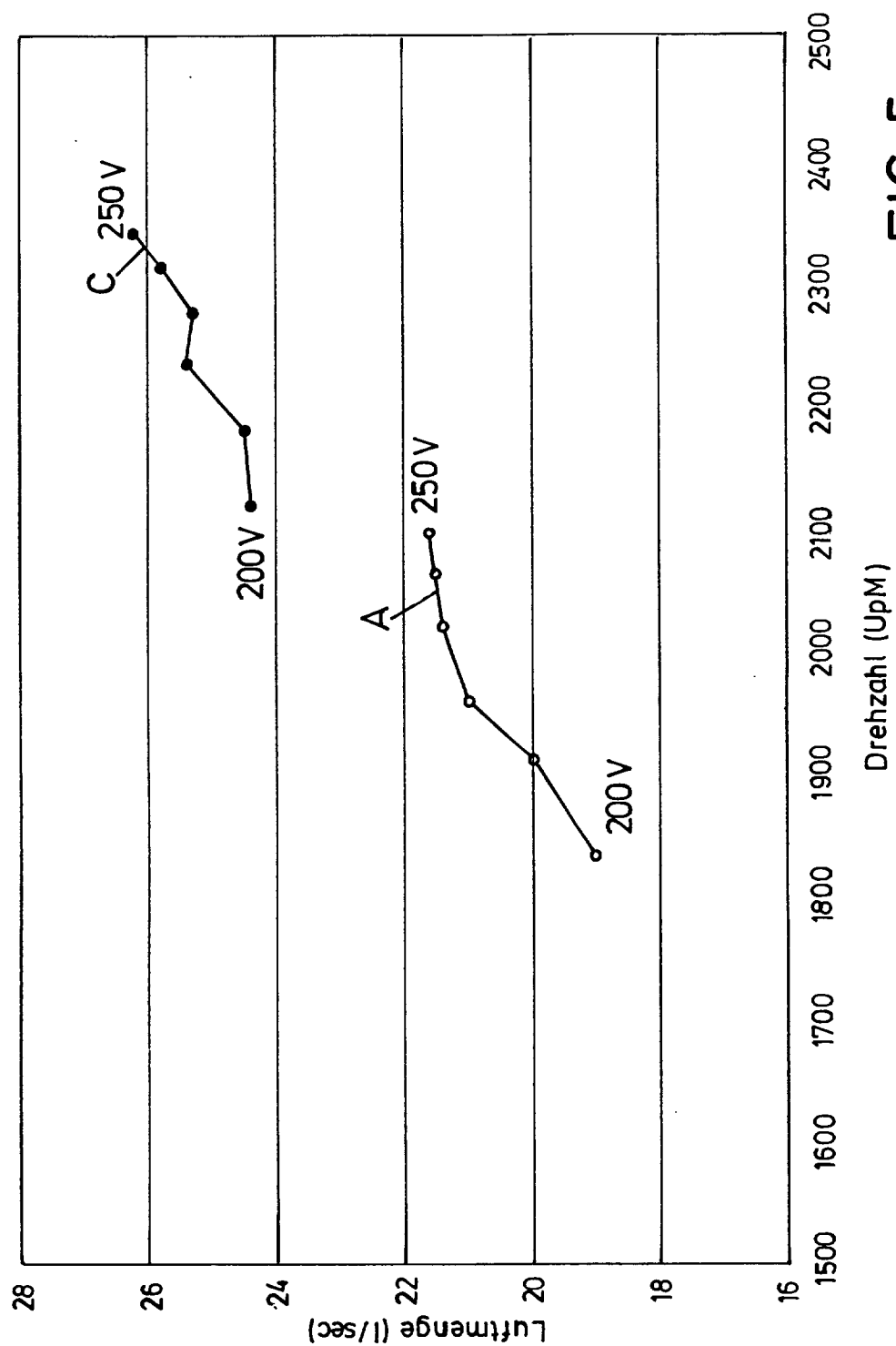


FIG. 5

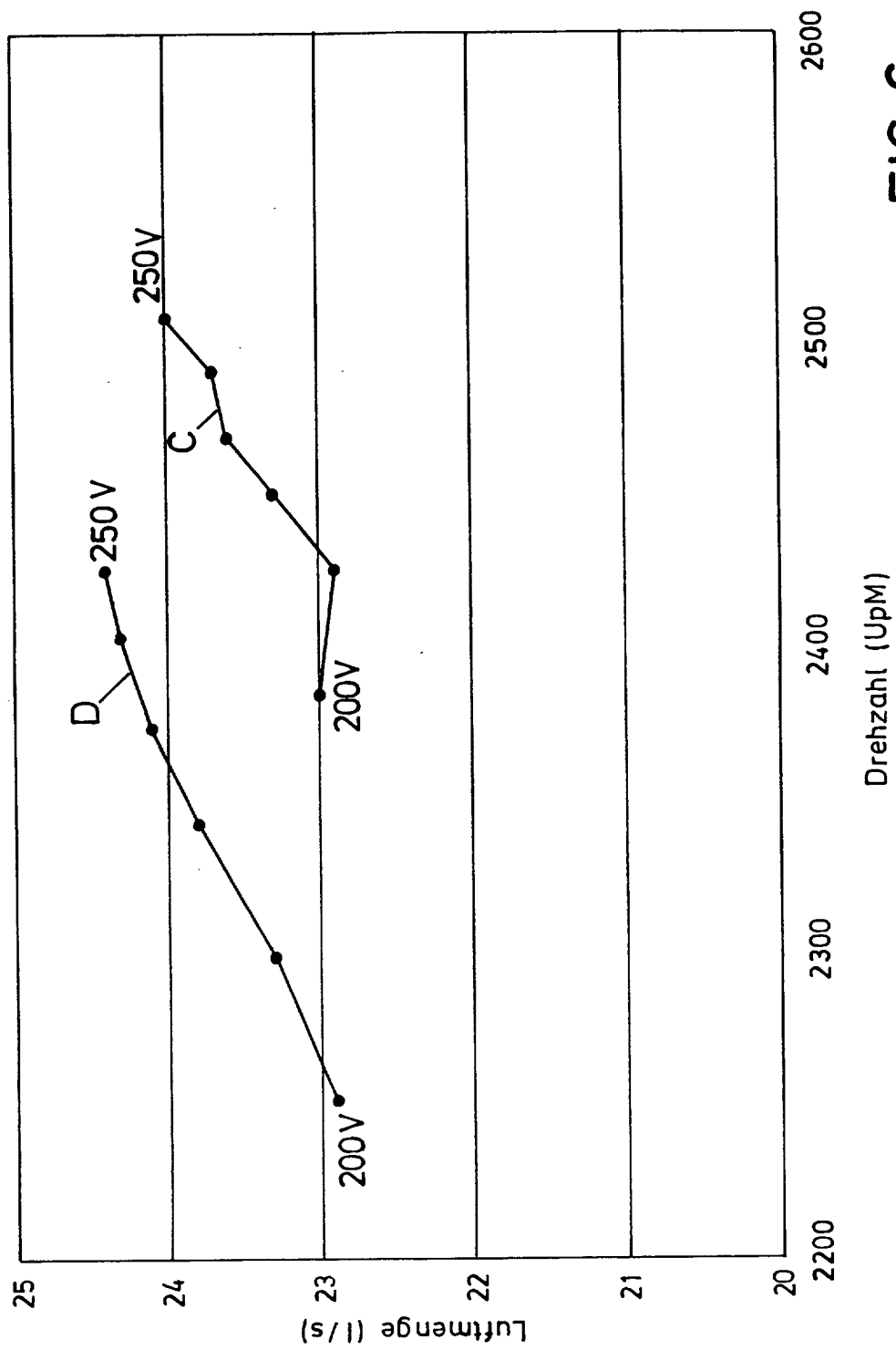


FIG.6