



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU

K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

256906

(11) B₁

(61)

(23) Výstavní priorita
(22) Přihlášeno 06.12.82
(21) PV 8800-82
(89) 35578, BG

(51) Int. Cl.⁴
C 21 C 7/00

(40) Zveřejněno 15.01.87
(45) Vydáno 25.08.88

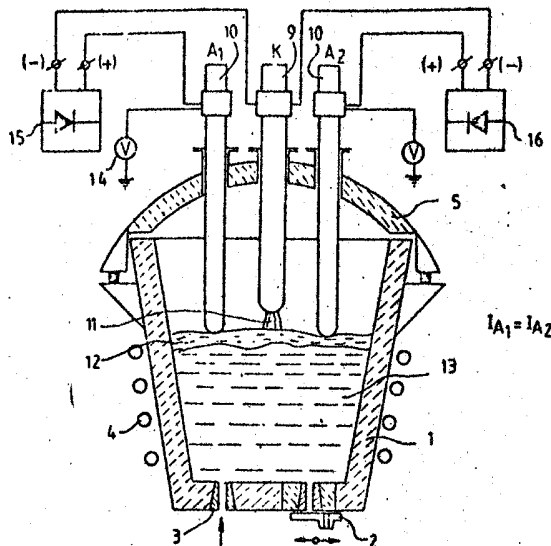
(75)
Autor vynálezu

SAVOV PETR, CHRISTOV, BAKALOV NIKOLAJ GEORGIJEV,
VLEČEV ALEXANDR JORDANOV, DRAKALIJSKI BORIS JORDANOV,
PĚJEV VASIL GEORGIJEV, BAGAROV STEFAN TODOROV,
KRSTENJAKOV JORDAN IVANOV, MILENKOV RUSI CVETKOV,
STOILOV LALIL RAJČEV, IVANOV ASEN BOJANOV,
KARAKOLEV KOLO GORČEV, SOFIA (BG)

(54)

Způsob zpracování a rafinace tekutých kovových slitin
pomocí ohřevu stejnosměrným elektrickým obloukem a za-
řízení k provádění tohoto způsobu

Zpracování a rafinace roztavených ko-
vových slitin ohřevem elektrickým obloukem
stejnosměrného proudu, při kterém se ale-
spon na části hladiny taveniny provádí
elektrolýza. Podstata způsobu spočívá v
tom, že tavenina je zapojena jako anoda
(katoda) prostřednictvím roztavené strus-
ky a spojení s druhým polem - katodou (a-
nodou) nastává prostřednictvím nejméně
jednoho elektrického oblouku stejnosměrné-
ho proudu, přičemž podle žádaného směru
elektrolytických procesů provádí se změna
polarity kovové taveniny anebo strusky -
elektrolytu. Zařízení k provádění toho-
to způsobu sestává z nádoby - pánve, vyló-
žené žáruvzdornou vyzdívkou a opatřené
ústrojem pro plynulé lití taveniny, z po-
rovité zátky pro foukání dovnitř neutrál-
ního plynu anebo indukčního míchadla, z
pohyblivého víka vyloženého žáruvzdornou
vyzdívkou a opatřené otvory pro elektrody;
otvorem pro přidávání přísad o odběr vzor-
ků, otvorem pro odvádění vystupujících
plynů a z pohyblivých rozbíhavých elektrod,
napájených zdrojem stejnosměrného napětí,
přičemž podstata spočívá v tom, že středy
kladných pohyblivých elektrod a záporných
pohyblivých elektrod jsou uspořádány sy-
metricky vůči sobě navzájem na společné
prímce, přičemž usměrňovače jsou na sobě
nezávislé a uzavírání obvodu se provádí
přes společný jeden z polů usměrňovačů.



СПОСОБ И УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОБРАБОТКИ И РАФИНИРОВАНИЯ
ЖИДКИХ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ СПЛАВОВ ПОСТОЯННОТОКОВЫМ
ЭЛЕКТРОДУГОВЫМ НАГРЕВОМ

Изобретение касается метода и устройства для обработки и рафинирования жидких металлических сплавов постояннотоковым электродуговым нагревом под жидким рафинационным шлаком - электролитом, находящих применение в производстве специальных видов легированной стали и глубоко рафинированных сплавов.

Известны также способы и устройства для внепечной обработки и рафинирования жидких металлических сплавов и в частности железного расплава путем нагрева металла во время обработки переменноточковой электрической дугой в сочетании с непрерывным размешиванием расплава, путем продувки инертным газом или с помощью электромагнитной мешалки (1,2).

Основной недостаток способа ASEA-SKF(1) заключается в проведении операций нагрева и рафинирования, включая деаэрацию, в определенной последовательности на различных стендах-крышках, в том числе нагревающим и вакуумирующем. При методе Finkl(2) за счет проведения электродугового нагрева под вакуумом возможно частично одновременно проведение различных технологических операций, но при повышенных эксплуатационных расходах в результате использования вакуума.

Для осуществления способов (1), (2) используют соответствующие устройства, называемые ковшовые установки. Тогда как в установках ASEA-SKF основной недостаток заключается в необходимости двух отдельных крышек - стендов, то в установках типа VAD - Finkl в качестве основного недостатка выступает усложненная конструкция крышки, вытекающая из необходимости в вакуумном уплотнении электродов. Наряду с повышенными капитальными вложениями для создания двух типов устройств в качестве их недостатка, связанного с использованием переменноточкового электродугового нагрева, выступает невозможность применять устройства в случае ковшов емкостью ниже 15 тонн.

Известен также способ рафинирования жидких сплавов с использованием постоянноточковой электрической дуги в ковше (3), который вследствие затруднений в подаче тока (водоохлаждаемых электродов, электромагнитного ветра) не может найти практического применения.

Задача изобретения заключается в создании способа и устройства для обработки и рафинирования жидких металлических сплавов постоянноточным электродуговым нагревом в ковше, в результате которых путем симметрической подачи тока через шлак - электролит создаются условия для одновременного протекания теплофизических, физико-химических и электрохимических процессов, обеспечивающих глубокое рафинирование (дегазацию, десульфурацию), высоко эффективный дуговой нагрев с избежанием эрозионного воздействия электрической дуги на обмуровку ковша, заниженный расход электрической энергии и электродов и гибкий контроль процессов. Одновременно с этим устройство для осуществления способа имеет упрощенную конструкцию, не требует использования вакуума, соответственно капитальные вложения меньше.

Задача в соответствии с изобретением осуществляется путем создания способа, при котором по крайней мере только на части поверхности расплава проводится электролиз, причем расплав через слой жидкого шлака - электролита подключен в качестве анода или катода, а связь с другим полюсом - катодом (анодом) осуществляется посредством одной или больше постоянноточных электрических дуг. В зависимости от желаемого направления электролизных процессов возможна смена поляритета металлического расплава при проведении электродугового нагрева тремя или больше дугами, причем шлак - электролит замыкает цепь.

Преимущества способа состоят в создании условий электрохимического выделения вредных анионных нечистот из шлака, соответственно из металла, параллельно с проведением металлургических операций легирования, нагрева, гомогенизации и рафинирования под синтетическим шлаком в ковше, в устранении вредного воздействия электромагнитного ветра на огнеупорную футеровку путем симметрической подачи тока через шлак-электролит, в повышенной эффективности и гибкости нагрева, в возможности контролировать состав шлака - электролита посредством непрерывного измерения перепада напряжения шлака, в уменьшенных эксплуатационных расходах, в возможности смены поляритета ванны посредством простого перемещения электродов.

Устройство для осуществления способа состоит из футерованного огнеупорным материалом сосуда - ковша, снабженного механизмом для бесстопорного разлива расплава, пористой пробки для вдувания нейтрального газа через дно индукционной мешалки, футерованной огнеупорным материалом подвижной крышки с отверстиями для электродов, имеются отверстие для ввода добавок и отбора проб, отверстие для отвода выходящих газов и подвижные электроды, питаемые источником постоянного тока. Центры подвижных положительных и отрицательных электродов расположены симметрически друг к другу на одной прямой линии. В качестве источника постоянного тока используют два или больше работающих независимо друг от друга выпрямителей, причем замыкание цепи осуществляется через общий один из полюсов (+) (-) выпрямителей.

Преимущества устройства следующие: упрощение конструкции, уменьшение диаметров графитов электродов, индивидуально соединенных как аноды, бесшумность нагрева при использовании постоянного тока, повышенная возможность автоматизации и контроля процессов.

Сущность метода состоит в том, что с металлическим расплавом соприкасаются вещества, которые при температуре ванны в условиях электродугового нагрева образуют слой жидкого шлака - электролита, который посредством не менее двух подвижных расходящихся электродов, индивидуально питаемых положительными полюсами двух или более источников постоянного тока (выпрямителей), соединен как анод таким образом, что расплав становится также анодом, а его связь с катодом или катодами осуществляется посредством одной или более электрических

ких дуг. Катодная дуга воздействует на уменьшение N , растворенного в соединенном как анод расплаве и с помощью подачи подходящего количества инертного газа в атмосферу над поверхностью ванны или путем соответствующей эвакуации можно вывести освобожденный в дуге водород. Параллельно с этим осуществляется также эффективный нагрев металла, непрерывное размешивание и соприкосновение с шлаком посредством одной или больше постоянноточных электрических дуг, горящих на катоде (катодах). Выделенные по законам химического равновесия из металла в шлак анионные нечистоты как S^{2-} - O^{2-} разгружаются на аноды и выделяются главным образом в виде летучих соединений SO_2 , CO посредством вторичных электрохимических реакций. Предусматривается также возможность смены поляритета металлического расплава путем переключения источников постоянного тока или изменения положения подвижных электродов и работа на определенный интервал времени анодными дугами.

Устройство в соответствии с изобретением показано в поперечном разрезе на фигуре 1 и вид сверху на фигуре 2. Устройство состоит из сосуда - сталеразливочного ковша 1, футерованного огнеупорным материалом, механизма для бесстопорного разлива стали 2, пористой пробки для вдувания инертного газа 3 или индукционной мешалки 4, футерованной огнеупорным материалом крышки 5 с водоохлаждаемыми отверстиями для электродов 6 с центрами симметрически расположенными на одной прямой линии, с отверстием (ями) для ввода добавок легирующих и шлакообразующих 7, отверстием для отвода выходящих газов 8, подвижных графитовых электродов в том числе катода 9, анодов 10, источников постоянного тока 15, 16, соединенных в соответствии с обозначенной схемой с электродами 9 и 10, причем электрическая дуга 11 горит на катоде 9, а аноды 10 погружены в шлак 12, покрывающий металлический расплав, соединенный через шлак как анод. Путем непрерывного измерения пишущим прибором 14 перепада напряжения анодов 10 в шлаке контролируют химический состав и свойства шлака - электролита 12.

Фигуры 3 и 4 схематически показывают наглядно расстановку анодов A_1 и A_2 10 в отношении катода 9, причем путем подъема анодов A_1 или A_2 над шлаком получается максимальное отклонение дуги, соответственно анодного пятна от центра к периферии металлической ванны 13.

Фигуры 5 и 6 показывают как путем изменения токовой нагрузки анодов 10 при $I_{A_1} > I_{A_2}$ или $I_{A_2} > I_{A_1}$ получается отклонение дуги в направлении соответственно к A_2 (фигура 5) и A_1 (фигура 6).

Фигуры 7 и 8 наглядно показывают эксцентрическую линейную расстановку анодов 10, создающую возможность круговой циркуляции верхних слоев металла 13 и шлака - электролита 12, интенсивно размешиваемых путем вдувания инертного газа через пористую пробку 3, расположенную диаметрально противоположно катоду 9 на расстоянии $1/2$ катода.

Действие устройства в соответствии с изобретением состоит в следующем: в ковш 1 выливают, без попадания шлака из печи, определенное количество жидкого металла 13 и ковш транспортируют под подвижной крышкой 5. Через отверстия 7 добавляют шлакообразующие (известь, CaF_2), включают подачу инертного газа для размешивания через пробку 3 и начинается опускание электродов, соединенных как аноды 10 до их соприкосновения со слоем шлака 12, что устанавливается измеренным анодным перепадом приборами 14. Потом опускается катод 9 до зажигания электрической дуги 11, горящей в центре зеркала. В этом случае металлическая ванна 13 через шлак 12 соединена как анод.

В случае необходимости смены поляритета путем подъема анодов A_1 и A_2 10 над ванной и погружения катода К 9 в шлак металлическая ванна 13 соединяется как катод, а на анодах 10 зажигаются электрические дуги. Такая расста-

новка электродов показана на фигуре 9 в поперечном разрезе и на фигуре 10 - вид сверху.

Способ и устройство для его осуществления поясняются следующим примером:

В ковше 6 тонн с высотой свободного пространства в 300 мм, расположенном на подвижной тележке, выливают посредством промежуточного транспортного ковша с отсеканием печного шлака 5,5 тонн стали без выдержки, полученной в электродуговой печи. При переливе температура металла 1620°C , а химический состав следующий:

(C), %	(Mn), %	(Si), %	(S), %	(P), %	(Cr), %	(H), %
0,18	0,23	0,06	0,0417	0,024	0,12	7,73

После перехода стали из транспортного в рабочий ковш пускают Ar для размешивания в количестве 40-50 л/мин, и ковш с тележкой передвигается под подвижной крышкой с двумя анодами ϕ 150 мм и одним катодом ϕ 200 мм и отверстиями для отбора проб и ввода добавок. Проводится при непрерывном размешивании Ar через днище (30 л/мин) и вдувании под крышкой Ar (60 л/мин) постоянноточный электродуговой нагрев катодной дугой. Параметры нагрева следующие:

Рабочее напряжение - 75 вольт

рабочий ток - 5000 А

Во время электродугового нагрева подают:

шлакообразующие материалы (известь - 15 кг/т, флюшпат - 2 кг/т, шамот - 1 кг/т)

восстановители и легирующие (FeMn - 6,1 кг/т, FeNi - 5,6 кг/т, FeCr - 7,8 кг/т, FeMo - 3,1 кг/т, Al - 0,9 кг/т).

Продолжительность обработки постоянноточным электродуговым нагревом 93 мин. Температура металла в ковше до обработки 1545°C , а после обработки 1590°C . После установления теплового равновесия в ковше достигается скорость электродугового нагрева $2,1^{\circ}\text{C/мин}$.

В результате обработки получается сталь марки 35ХМ следующего химического состава:

C - 0,33%, Mn - 0,74%, Si - 0,36%, P - 0,030%, S - 0,0053%, Cr - 0,92%,

Mo - 0,17%, As - 0,030%, O - 25 ррт, H - 5,0 ррт

Достигнуты следующие результаты:

обессеривание, % - 87,3

дегазация, % - 35,0

осваивание легирующих и ферросплавов, % - 95

расход электроэнергии, автч/т - 99

расход электродов, кг/т.час - 1,09

Формула изобретения

1. Способ обработки и рафинирования жидких металлических сплавов постоянноточным электродуговым нагревом, при котором по крайней мере на части поверхности расплава проводится электролиз, отличающийся тем, что расплав через слой жидкого шлака - электролита подключен в качестве анода (катада), а связь с другим полюсом - катодом (анодом) осуществляется посредством одной или больше постоянноточных электрических дуг, причем в зависимости от желаемого направления электролизных процессов осуществляется смена поляритета металлического расплава или шлака - электролита.

2. Способ в соответствии с пунктом 1, отличающийся тем, что жидкий шлак - электролит подключен в качестве анода посредством погруженных в шлак не менее двух подвижных, расходящих электродов, обособленных в качестве анодов или

же подключен в качестве катода посредством одного или больше погруженных в шлак электродов, обособленных в качестве катода (ов).

3. Способ в соответствии с пунктом 1, отличающийся тем, что смена поляритета металлического расплава осуществляется посредством изменения положения положительных и отрицательных подвижных электродов.

4. Устройство для осуществления способа в соответствии с пунктом 1, состоящее из футерованного огнеупорным материалом сосуда - ковша, снабженного механизмом для бесстопного разлива расплава, пористой пробки для вдувания нейтрального газа через днище или индукционной мешалки, футерованной огнеупорным материалом подвижной крышки с отверстиями для электродов, отверстием для ввода добавок и отбора проб, отверстием для отвода выходящих газов и подвижных расходящихся электродов, питаемых из источника постоянного тока, отличающееся тем, что центры положительных (10) и отрицательных (9) подвижных электродов расположены симметрически друг к другу на одной прямой линии, причем выпрямители (15), (16) независимы друг от друга, и замыкание цепи осуществляется через общий - один из полюсов (9) выпрямителей (15), (16).

А Н Н О Т А Ц И Я

СПОСОБ И УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОБРАБОТКИ И РАФИНИРОВАНИЯ ЖИДКИХ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ СПЛАВОВ ПОСТОЯННОТОКОВЫМ ЭЛЕКТРОДУГОВЫМ НАГРЕВОМ

Способ обработки и рафинирования жидких металлических сплавов постоянно-точным электродуговым нагревом, при котором по крайней мере на части поверхности расплава проводится электролиз, расплав через слой жидкого шлака - электролита подключен в качестве анода (катода), а связь с другим полюсом - катодом (анодом) осуществляется посредством одной или больше постоянноточных электрических дуг, причем в зависимости от желаемого направления электролизных процессов осуществляется смена поляритета металлического расплава или шлака - электролита.

Устройство для осуществления способа состоит из футерованного огнеупорным материалом сосуда - ковша (1), снабженного механизмом для бесстопного разлива расплава (2), пористой пробки для вдувания нейтрального газа (3) или индукционной мешалки (4), футерованной огнеупорным материалом подвижной крышки (5) с отверстиями для электродов (6), отверстием для ввода добавок и отбора проб (7), отверстием для отвода выходящих газов (8) и подвижных расходящихся электродов (9 и 10), питаемых из источника постоянного тока, причем центры положительных (10) и отрицательных (9) электродов расположены симметрически друг к другу на одной прямой линии, причем выпрямители (15 и 16) независимы друг от друга, а замыкание цепи осуществляется через общий - один из полюсов (9) выпрямителей (15 и 16).

Признано изобретением по результатам экспертизы, осуществленной Институтом изобретений и рационализации НРБ.

3 чертежа

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

1. Způsob zpracování a rafinace roztavených kovových slitin ohřevem elektrickým obloukem stejnosměrného proudu, při kterém se alespoň na části hladiny taveniny provádí elektrolýza, vyznačující se tím, že tavenina je zapojena jako anoda nebo katoda, prostřednictvím roztavené strusky a spojení s druhým pólem, katodou nebo anodou, nastává prostřednictvím nejméně jednoho elektrického oblouku stejnosměrného proudu, přičemž podle žádaného směru elektrolytických procesů provádí se změna polaroty kovové taveniny, anebo strusky jako elektrolytu.

2. Způsob podle bodu 1, vyznačující se tím, že roztavená struska, tvořící elektrolyt, je zapojena jako anoda, prostřednictvím nejméně dvou pohyblivých rozbíhavých elektrod, tvořících anody anebo je zapojena jako katoda prostřednictvím nejméně jedné elektrody, ponořené do strusky a tvořící katodu.

3. Způsob podle bodu 1, vyznačující se tím, že změna polaroty kovové taveniny se provádí změnou polohy kladných a záporných pohyblivých elektrod.

4. Zařízení k provádění způsobu podle bodu 1, sestávající z nádoby - pánve, vyložené vyzdívkou ze žáruvzdorného materiálu a opatřené ústrojím pro plynulé lití taveniny, z pòrovité zátky pro foukání dovnitř neutrálního plynu dnem anebo indukčního míchadla, z pohyblivého víka vyloženého žáruvzdornou

vyzdívkou a opatřeného otvory pro elektrody, otvorem pro přidávání přísad a odběr vzorků, otvorem pro odvádění vystupujících plynů, a z pohyblivých rozbíhavých elektrod, napájených zdrojem stejnosměrného proudu, vyznačující se tím, že středy kladných pohyblivých elektrod (10) a záporných pohyblivých elektrod (9) jsou uspořádány symetricky vůči sobě navzájem na společné přímce, přičemž usměrňovače (15, 16) jsou na sobě nezávislé a uzavírání obvodu se provádí přes společný - jeden z pólů (9) usměrňovačů (15, 16).

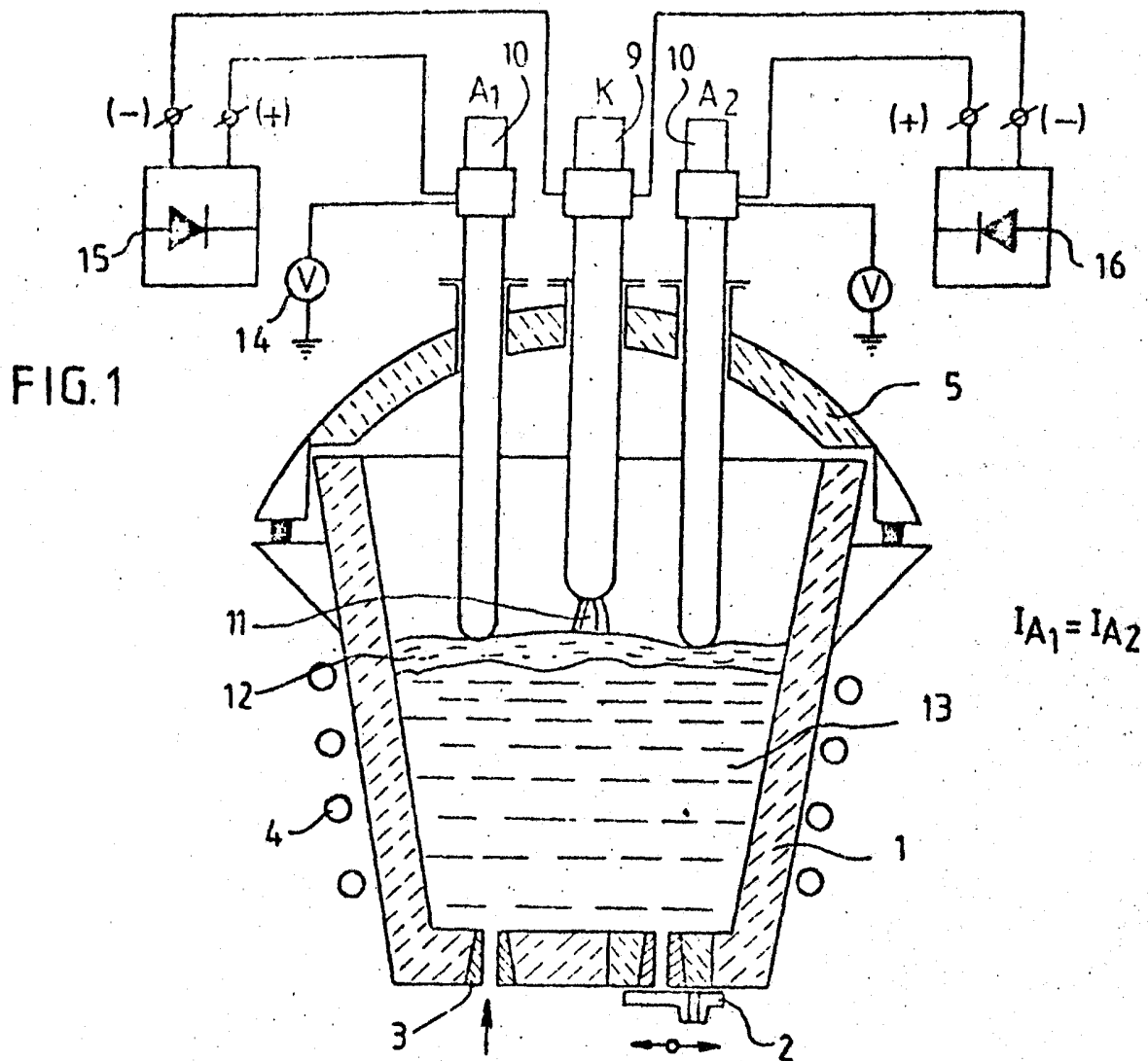


FIG. 2

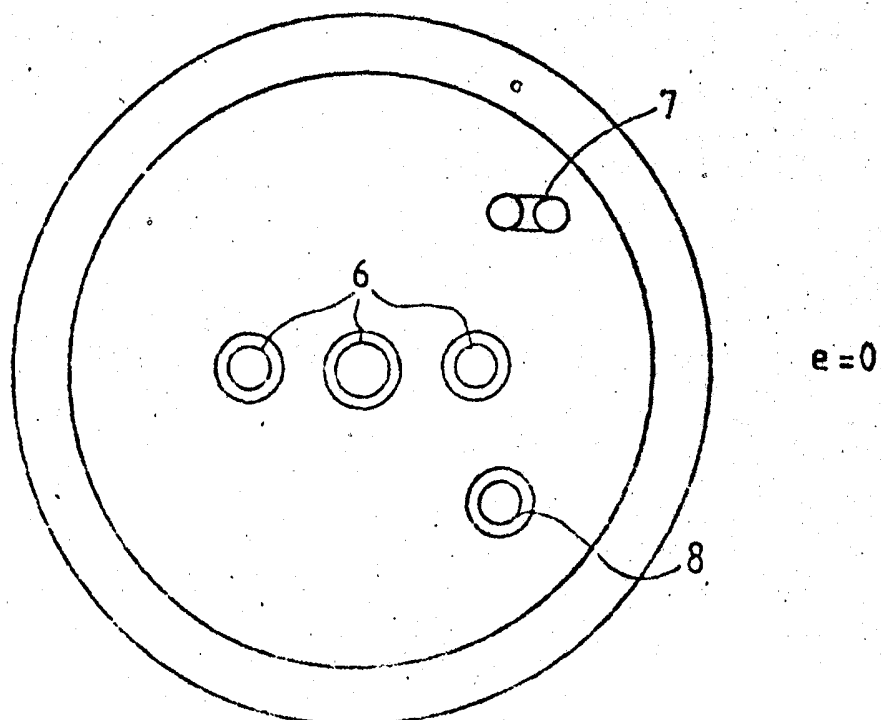


FIG. 3

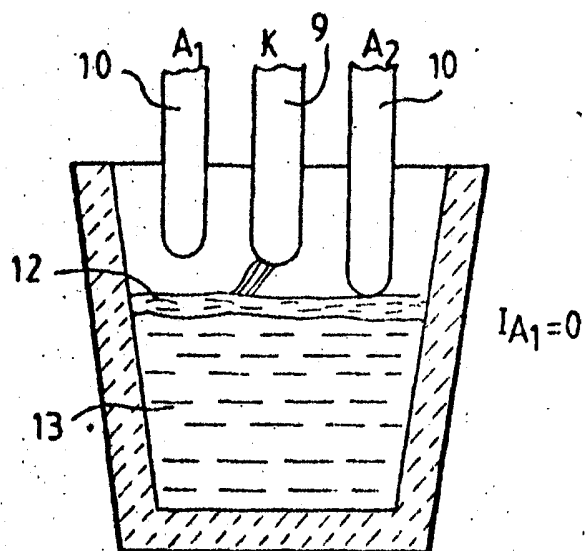


FIG. 4

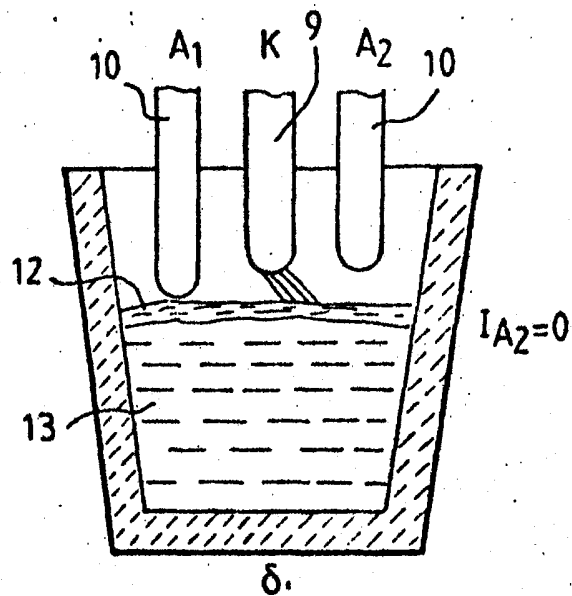


FIG. 5

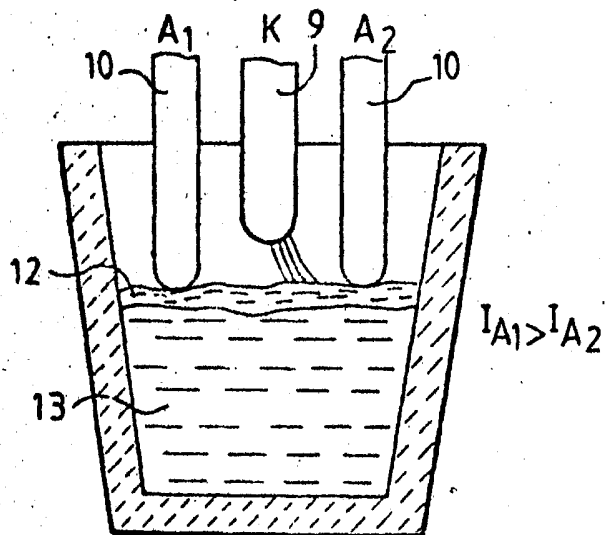


FIG. 7

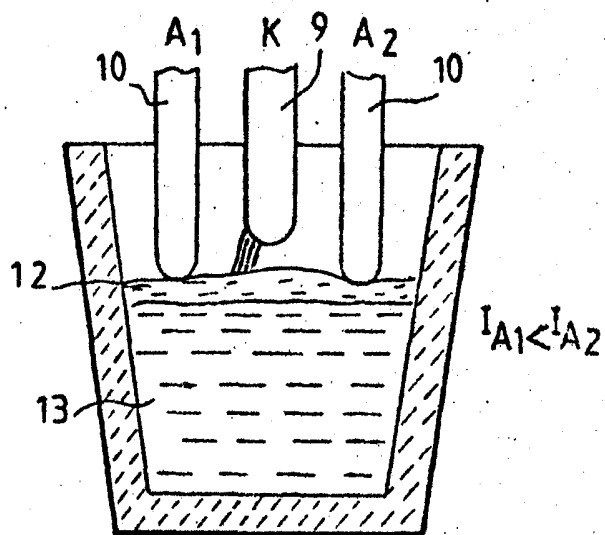


FIG. 6

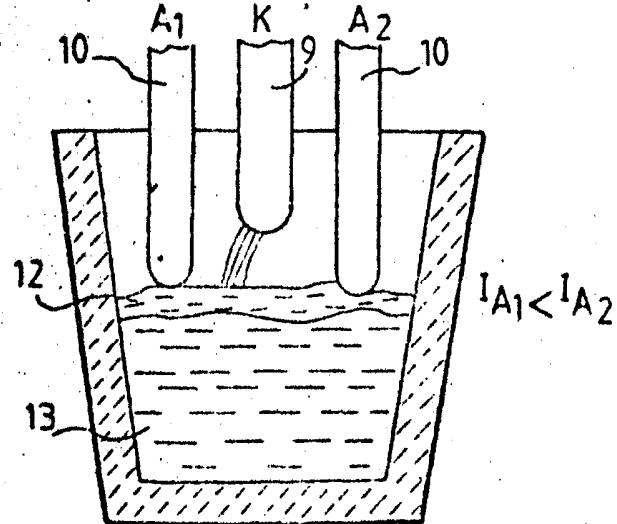
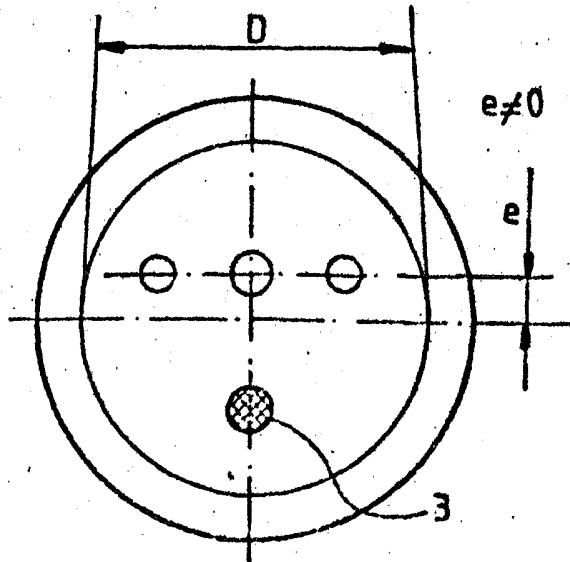
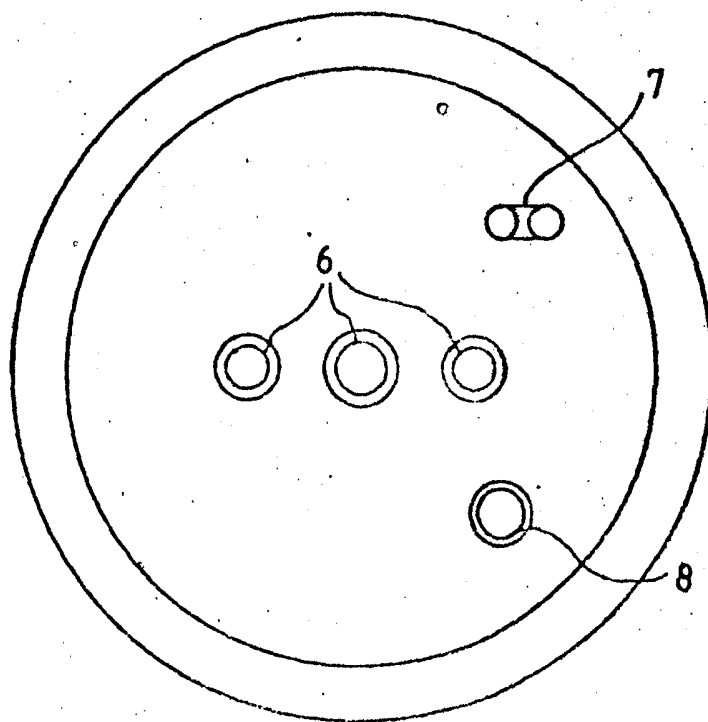
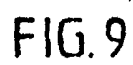


FIG. 8




$$e=0$$