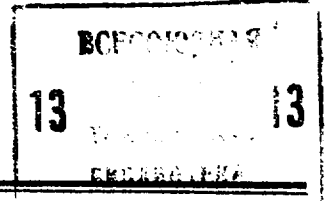




ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР
ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ



- (21) 3926594/25-28
- (22) 10.07.85
- (46) 23.10.86. Бюл. № 39
- (71) Ордена Трудового Красного Знамени институт физики металлов Уральского научного центра АН СССР
- (72) М.А.Копьев, А.С.Шлеенков и В.Е.Щербинин
- (53) 620.179.14(088.8)
- (56) Авторское свидетельство СССР № 859904, кл. G 01 N 27/90, 1981.
Авторское свидетельство СССР № 189613, кл. G 01 N 27/87, 1967.
- (54) ФЕРРОЗОНДОВЫЙ ДЕФЕКТОСКОП
- (57) Изобретение относится к неразрушающему контролю и может быть использовано для контроля сплошности или качества структуры ферромагнитных изделий во всех областях машиностроения. Целью изобретения является расширение эксплуатационных возможностей и снижение энергозатрат путем упро-

щения технологии изготовления, снижение габаритов, потребляемой мощности и расширение диапазона измеряемого магнитного поля. Для этого блок феррозондовых преобразователей выполнен в виде линейного ряда феррозондов дроссельного типа, которые с помощью коммутатора 7, выполненного в виде распределителя 8 импульсов, и блока 9 электронных ключей, каждый из которых соединен с одним из феррозондов, поочередно подключаются к блоку 3 возбуждения, выполненному в виде источника 4, постоянного электронного ключа 5 и генератора 6 управляющих прямоугольных импульсов. Новое исполнение блока 3 возбуждения и коммутации 7 с соответствующими связями обеспечивает идентичные условия возбуждения каждого феррозонда и одинаковые чувствительности к магнитному полю. 4 ил.

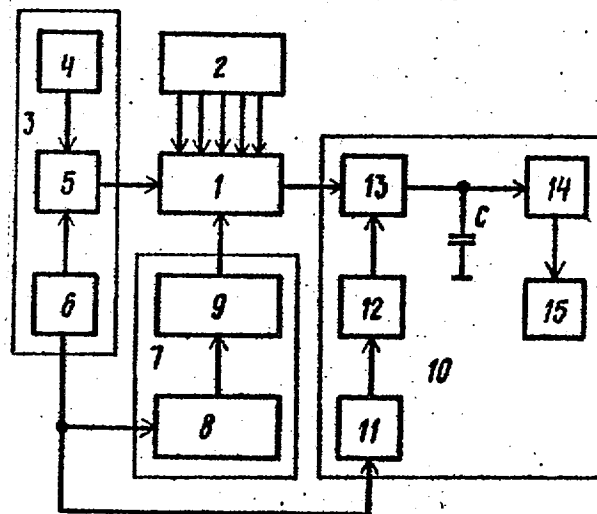


Fig. 1

Изобретение относится к неразрушающему контролю и может быть использовано для контроля сплошности или качества структуры ферромагнитных изделий во всех областях машиностроения.

Целью изобретения является расширение эксплуатационных возможностей и снижение энергозатрат путем упрощения технологии изготовления, снижения габаритов, потребляемой мощности и расширения диапазона измеряемого магнитного поля.

На фиг. 1 приведена функциональная блок-схема устройства; на фиг. 2 - эквивалентная схема цепи возбуждения феррозонда; на фиг. 3 - кривая намагничивания $B(H)$ сердечника феррозонда; на фиг. 4 - временные диаграммы, поясняющие работу устройства (α - выходные импульсы генератора прямоугольных импульсов; δ - импульсы на выходе распределителя; β - форма импульса напряжения на индуктивности феррозонда; γ - импульсы управления пиковым детектором; ϵ - ступенчатое напряжение на обкладках запоминающего конденсатора "с").

Цифры при индексах U_{p1} , U_{p2} и т.д. означают номера каналов или число выходов устройства.

Устройство содержит блок 1 феррозондовых преобразователей, установленных вблизи объекта 2 контроля, создающего при намагничивании магнитный поток рассеяния, причем блок 1 феррозондовых преобразователей выполнен в виде линейного ряда феррозондов дроссельного типа, блок 3 возбуждения феррозондовых преобразователей, выполненный в виде источника 4 постоянного напряжения, электронного ключа 5, потенциальный вход которого связан с выходом источника 4 постоянного напряжения, и генератора 6 прямоугольных импульсов, первый выход которого соединен с управляющим входом электронного ключа 5, выход которого соединен с первым входом блока 1 феррозондовых преобразователей, коммутатор 7, выполненный в виде последовательно соединенных распределителя 8 импульсов, входом подключенного к второму выходу генератора 6 прямоугольных импульсов, и блока 9 электронных ключей, выходом связанного с феррозондами, индикатор 10, выполненный в виде последователь-

но соединенных каскада 11 задержки, вход которого соединен с вторым выходом генератора 6 прямоугольных импульсов, генератора 12 управляющих импульсов, управляемого пикового детектора 13, подключенного вторым входом к выходу блока 1 феррозондовых преобразователей, усилителя 14 постоянного тока и осциллографа 15.

Устройство работает следующим образом.

Объект 2 контроля поступательно перемещается вблизи стационарного блока 1 магниточувствительных феррозондовых преобразователей элементов. Под воздействием внешнего магнитного поля вблизи поверхности объекта 2 контроля создается определенный магнитный рельеф, воздействующий на феррозонды преобразователя, которые считывают нормальные составляющие полей рассеяния. Возбуждение датчиков осуществляется с помощью блока 3. Выходные сигналы датчиков подаются на индикатор 10. Посредством коммутатора 7 производится поочередное подключение феррозондов к блоку 3 возбуждения и индикатору 10. Частота опроса датчиков определяется частотой генератора 6 прямоугольных импульсов, который одновременно является элементом устройства блока 3 возбуждения.

Состояние сердечника феррозонда определяется величиной нормальной составляющей H_n поля рассеяния, действующего на датчик в месте его расположения, и величиной импульсного поля возбуждения, которое пропорционально току I , протекающему в обмотке феррозонда. Для нормальной работы преобразователя необходимо поле возбуждения, обеспечивающее намагничивание сердечника до состояния технического насыщения $+B_s$ (индукция насыщения), поэтому его амплитудное значение H_B выбирается из условия $H_B \geq 2H_s$. Это обеспечивает возможность устойчивой работы преобразователя в диапазоне полей $-H_s < H_n < +H_s$ при возбуждении феррозонда однополярными импульсами.

Возбуждая феррозонд, с помощью источника постоянного напряжения с пренебрежимо малым внутренним сопротивлением и управляемого электронного ключа 5, представляющего собой транзистор, включенный по схеме с общим эмиттером, сопротивление коллектор-

эмиттер которого при переходе из состояния насыщения в закрытое состояние меняется от нескольких Ом до $M\Omega$ и является функцией времени t , то амплитуда импульса противоположной по отношению к питающему напряжению полярности, возникающего на индуктивности феррозонда вследствие переходных процессов при запираании электронного ключа 5, при выполнении ряда условий пропорциональных $H_S - H_n$. Линейная зависимость амплитуды ЭДС индукции использована для измерения постоянных или меняющихся во времени магнитных полей в широком амплитудном и частотном диапазонах и заложена в основу работы феррозондов дроссельного типа, применяемых в качестве магниточувствительных элементов феррозондового преобразователя.

Частота следования импульсов поля возбуждения равна частоте импульсов генератора 6 прямоугольных импульсов, а амплитуда пропорциональна току, создаваемому источником 4 (величина U такая, что выполняется условие $H_B + H_n \geq +H_S$). В процессе формирования импульса возбуждения принимает участие только один транзистор (электронный ключ 5), поэтому обеспечивается условие одинаковой чувствительности всех датчиков к магнитному полю, поскольку в каждый момент времени этим импульсом возбуждается только один феррозонд.

Временное разделение феррозондов производится с помощью коммутатора 7 следующим образом. Импульсы, вырабатываемые генератором 6 (фиг. 4а), распределяются по m выходам распределителя 8. Каждый выход распределителя связан с одним из ключей блока электронных ключей 9, который, в свою очередь, связан с одним из датчиков блока 1 магниточувствительных феррозондов. Импульсы с выхода распределителя 8 (фиг. 4б) открывают соответствующий ключ, и через него на феррозонд подается импульс напряжения прямоугольной формы, поступающий с выхода устройства 3 возбуждения. Процесс переключения ключей осуществляется с приходом каждого импульса с генератора 6 прямоугольных импульсов, поэтому частота возбуждения каждого феррозонда отличается от частоты генератора 6 в m раз (m - число зондов), длительность

управляющих импульсов (фиг. 4) распределителя 8 определяется периодом следования генератора 6. Моменты коммутации феррозондов и переключения электронного ключа 5 из насыщенного состояния в запертое разнесены во времени, поэтому работа коммутатора не ухудшает характеристики преобразователя.

Из-за переходных процессов происходит искажение формы импульса возбуждения. В результате напряжение на индуктивности феррозонда имеет форму, отличную от прямоугольной (фиг. 4в). Это напряжение поступает на вход индикатора 10, который создает визуальное изображение магнитного рельефа объекта контроля. Информацию о величине поля рассеяния H_n , действующего на каждый зонд, несет только отрицательная полуволна импульса напряжения U_L , амплитуда которой пропорциональна $H_S - H_n$. Извлечение полезной информации осуществляется с помощью управляемого диодного пикового детектора 11, который подключен к выходу блока 1 магниточувствительных феррозондов. Благодаря использованию диода на запоминающий конденсатор пикового детектора 13 поступает только напряжение, возникающее на индуктивности при переходе электронного ключа 5 из насыщенного состояния в запертое, т.е. импульс напряжения противоположной по отношению к питающему напряжению полярности. Одновременно с появлением входного импульса в цепи управления детектором 13 подается стробирующий импульс и создаются условия для заряда конденсатора с детектора 13 до экстремального значения входного импульса $U_{L\min} = -\epsilon_{2\max}$. Если следующий импульс, поступающий с очередного феррозонда, оказывается большим по абсолютной величине, то конденсатор дополнительно заряжается до амплитудного значения этого импульса. Если значение очередного импульса наоборот меньше по абсолютной величине, то конденсатор разряжается, и напряжение на нем становится равным новому значению. Таким образом, напряжение на конденсаторе с пикового детектора 13 следит за изменением амплитуды $|\epsilon_{2\max}|$ входных импульсов (импульсов, поступающих с выхода блока 1 магниточувствительных феррозондовых преобразо-

вателей. В паузах между импульсами напряжение на конденсаторе практически не изменяется, сохраняя амплитудное значение входного напряжения на весь период.

Управление пиковым детектором 13 производится короткими импульсами от генератора 12 управляющих импульсов, который срабатывает с задержкой относительно фронта импульса возбуждения феррозонда (фиг. 4₂). Требуемое время задержки устанавливается каскадом 11 задержки, вход которого соединен с выходом генератора прямоугольных импульсов.

При воздействии на преобразователь неоднородного магнитного поля объекта 2, амплитуда импульсов $\xi_{2\text{макс}}$ будет меняться при переходе от одного феррозонда к другому в соответствии с изменением поля H_n , действующего на сердечники, поэтому на запоминающем конденсаторе С пикового детектора 13 образуется ступенчатое напряжение (фиг. 4_в), которое затем усиливается усилителем 14 постоянного тока и поступает на вход осциллографа 15. В результате на его экране создается визуальное изображение, эквивалентное магнитному рельефу магнитного поля контролируемого объекта 2. Этот рельеф коррелируется со свойствами ферромагнитного материала контролируемого объекта.

По указанному визуальному изображению можно определить, например, сплошность в этом объекте или некачественную структуру исследуемого материала. Таким образом, применение феррозондов дроссельного типа и устройства возбуждения, выполненного в виде источника постоянного напряжения и электронного ключа, управляемого генератором прямоугольных импульсов, обеспечивает выполнение условий, при которых амплитуда импульса напряжения, противоположной по отношению к питающему напряжению полярности, возникающего на индуктивности феррозонда вследствие переходных процессов при переключении электронного ключа из насыщенного состояния в запертое, оказывается пропорциональной $H_s - H_n$ и, таким образом, может служить информативным параметром для измерения величины напряженности магнитного поля H_n , действующего на сердечник зонда. Благодаря

подбору материала сердечника со скачкообразным изменением μd (фиг. 3) удается получить практически линейную зависимость $\xi_{2\text{макс}}$ от $(H_s - H_n)$ в широком диапазоне магнитных полей от $+H_s$ до $-H_s$ при сохранении высокой чувствительности к слабым магнитным полям и к фазе измеряемого сигнала. Величина H_s может варьироваться в широких пределах в зависимости от размагничивающего фактора сердечника.

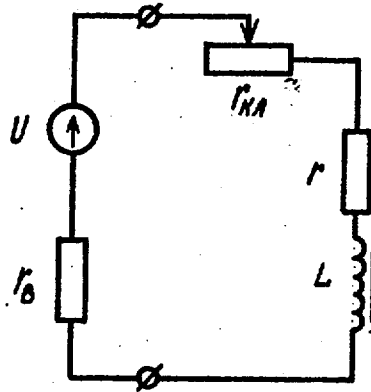
В результате применения источника постоянного напряжения, управляемого электронного ключа, блока магнито-чувствительных элементов, выполненного в виде линейного ряда феррозондов дроссельного типа и коммутатора, выполненного в виде распределителя импульсов, поступающих с генератора прямоугольных импульсов, и блока электронных ключей, связанных с феррозондами, удалось расширить диапазон полей, в которых возможна устойчивая работа преобразователя до ± 300 А/см, поскольку это позволило осуществлять попеременное возбуждение феррозондов импульсами большой скважности и малой мощности и дало возможность применить сердечники с большим размагничивающим фактором.

Ф о р м у л а и з о б р е т е н и я

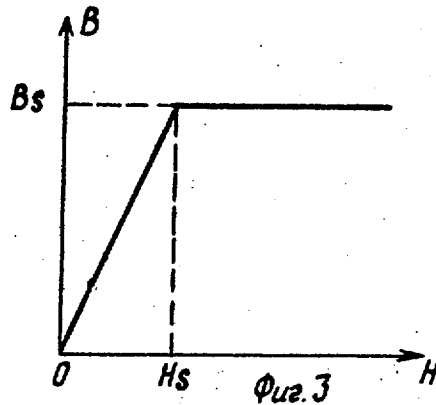
Феррозондовый дефектоскоп, содержащий блок феррозондовых преобразователей, блок возбуждения преобразователей и коммутатор, подключенные соответственно к его первому и второму входам, и индикатор, подключенный к выходу блока феррозондовых преобразователей, отличающийся тем, что, с целью расширения эксплуатационных возможностей и снижения энергозатрат, блок феррозондовых преобразователей выполнен в виде линейного ряда феррозондов дроссельного типа, блок возбуждения преобразователей выполнен в виде источника постоянного напряжения, электронного ключа, потенциальный вход которого связан с выходом источника постоянного напряжения, и генератора прямоугольных импульсов, первый выход которого соединен с управляющим входом электронного ключа, выход которого соединен с первым входом блока феррозондовых преобразователей,

коммутатор выполнен в виде последовательно соединенных распределителя, входом подключенного к второму выходу генератора прямоугольных импульсов, и блока электронных ключей, выходом связанного с феррозондами, причем индикатор выполнен в виде последовательно соединенных каскада

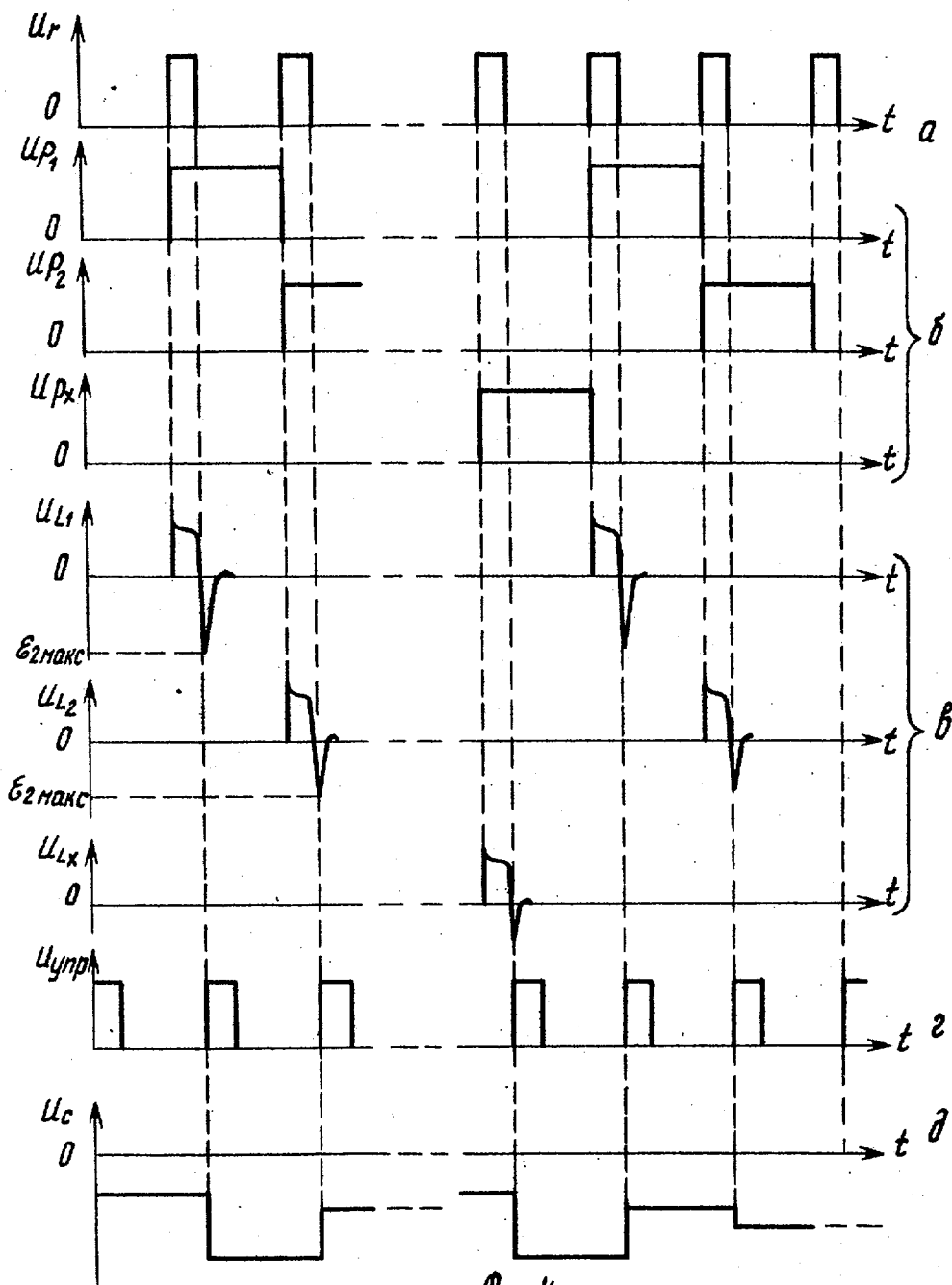
задержки, вход которого соединен с вторым выходом генератора прямоугольных импульсов, генератора управляющих импульсов, управляемого пикового детектора, подключенного вторым входом к выходу блока феррозондовых преобразователей, усилителя постоянного тока и осциллографа.



Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4

Редактор В.Иванова Составитель А.Бодров Корректор А.Обручар
 Техред Н.Глуценко

Заказ 5653/37

Тираж 778

Подписное

ВНИИПИ Государственного комитета СССР
 по делам изобретений и открытий
 113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д.4/5

Производственно-полиграфическое предприятие, г.Ужгород, ул.Проектная, 4