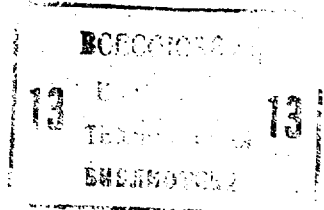




ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР
ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ



- (21) 3875065/24-24
- (22) 25.03.85
- (46) 07.10.86. Бюл. № 37
- (71) Минский радиотехнический институт
- (72) А.А. Шостак
- (53) 681.325(088.8)
- (56) Авторское свидетельство СССР № 1073771, кл. G 06 F 7/52, 1982.
Авторское свидетельство СССР № 1157542, кл. G 06 F 7/52, 1982.
Авторское свидетельство СССР № 1229757, кл. G 06 F 7/52, 1982.

- (54) УСТРОЙСТВО ДЛЯ УМНОЖЕНИЯ
- (57) Изобретение относится к области вычислительной техники и может быть использовано при разработке быстродействующих устройств для умножения десятичных чисел. Оно может быть также применено в качестве основы при разработке универсальных быстродействующих устройств умножения двоичных и десятичных чисел. Целью изобретения является повышение быстродействия устройства. Устройство

во содержит регистры множимого, множителя и произведения, матрицу блоков десятичного умножения, блок двоичного суммирования, блок тетрадного суммирования, блок суммирования тетрадных переносов, блок коррекции и блок десятичного суммирования. Блок тетрадного суммирования содержит узлы суммирования тетрад, блок суммирования тетрадных переносов содержит узлы суммирования тетрадных переносов, блок коррекции содержит узлы умножения на шесть, узлы суммирования и преобразователи двоичного кода в десятичный. Цель достигнута за счет введения в устройство матрицы блоков десятичного умножения и блока тетрадного суммирования, содержащего узлы суммирования тетрад, причем в блоке коррекции узлы умножения на шесть и узлы суммирования выполнены двоичными. При этом выход младшей тетрады первого блока десятичного умножения первой строки матрицы подключен к входу младшего разряда регистра произведения. 1 ил.

(19) SU (11) 1262484 A 1

Изобретение относится к вычислительной технике может быть использовано при разработке быстродействующих устройств для умножения десятичных чисел и также применено в качестве основы при разработке универсальных быстродействующих устройств умножения двоичных и десятичных чисел.

Целью изобретения является повышение быстродействия устройства.

На чертеже приведена структурная схема предлагаемого устройства для умножения в предположении, что количество тетрад разрядов как у множителя, так и у множимого равно m .

Устройство содержит регистры 1-3 соответственно множимого, множителя и произведения, матрицу блоков 4 десятичного умножения, блок 5 двоичного суммирования, блок 6 тетрадного суммирования, блок 7 суммирования тетрадных переносов, блок 8 коррекции и блок 9 десятичного суммирования. Блок 6 тетрадного суммирования содержит узлы $10_1 + 10_{2^{m-1}}$ суммирования тетрад, блок 7 суммирования тетрадных переносов содержит узлы $11_1 + 11_{2^{m-2}}$ суммирования тетрадных переносов, блок 8 коррекции содержит узлы $12_1 + 12_{2^{m-2}}$ умножения на шесть, узлы $13_1 + 13_{2^{m-2}}$ суммирования и преобразователи $14_1 + 14_{2^{m-2}}$ двоичного кода в десятичный, выходы $15_1 + 15_{2^{m-2}}$ тетрадных переносов блока 5 двоичного суммирования.

Регистры 1 и 2 соответственно множимого и множителя предназначены для хранения m -разрядных десятичных сомножителей, в регистр 3 произведения записывается $2m$ -разрядное десятичное произведение.

Каждый блок 4 десятичного умножения матрицы предназначен для десятичного перемножения двух десятичных цифр (цифры множимого и цифры множителя), представленных, например, в коде 8-4-2-1. Пусть, например, цифра множимого равна 9, а цифра множителя равна 7, тогда на выходах старшей и младшей тетрад блока 4 будет сформирован результат $1001 \times 0111 = 0110.0011$. На выходах младших и старших тетрад блоков 4 десятичного умножения одной строки матрицы формируются два m -разрядных десятичных слагаемых, смещенных одно относительно другого на один десятичный разряд: первое слагаемое образовано значениями младших тетрад блоков 4, а второе - значениями стар-

ших тетрад блоков 4 десятичного умножения. Всего же на выходах матрицы блоков 4 десятичного умножения образуется $2m$ m -разрядных десятичных слагаемых, которые далее поступают на входы блока 5 двоичного суммирования в соответствии со значениями весов их разрядов.

Блок 5 двоичного суммирования предназначен для параллельного, по возможности, суммирования по правилам двоичной арифметики $2m$ m -разрядных десятичных слагаемых, сформированных на выходах матрицы блоков 4 десятичного умножения и поступающих на входы блока 5 в соответствии со значениями весов их разрядов. На выходах тетрад блока 5 образуется результат в k -рядном двоичном коде ($k=2, 3, \dots, P$; P - число рядов кода на данном выходе тетрад блока 5 двоичного суммирования), а на выходе $15_1 + 15_{2^{m-2}}$ из блока 5 поступают тетрадные переносы. Например, на выход 15_1 подаются только те переносы, которые образуются в первой наименее значимой тетраде блока 5 при двоичном суммировании в нем десятичных слагаемых и которые должны поступить и поступают в его соседнюю более старшую тетраду для правильного формирования результата на его выходах тетрад. Переносы, которые возникают в первой тетраде блока 5 и в ней же используются, на его выход 15_1 не должны подаваться. Тетрадные переносы, значения которых поступают на выходы $15_1 - 15_{2^{m-2}}$ блока 5, могут быть как одноразрядными двоичными числами, так и многоразрядными (двухразрядными, трёхразрядными или четырехразрядными). Последнее имеет место, например, при использовании в блоке 5 двоичного суммирования многовыходных параллельных комбинационных счетчиков с целью увеличения его быстродействия.

Блок 6 тетрадного суммирования содержит узлы $10_1 - 10_{2^{m-1}}$ суммирования тетрад. В них осуществляется двоичное суммирование значений тетрад, образовавшихся на соответствующих выходах тетрад блока 5. На выходах узлов $10_1 - 10_{2^{m-1}}$ результат суммирования формируется в однорядном двоичном коде. Узлы $10_1 - 10_{2^{m-1}}$ суммирования тетрад фактически являются преобразователями k -рядных двоичных кодов в однорядные и могут быть раз-

работаны известными методами и средствами.

Блок 7 суммирования тетрадных переносов содержит узлы $11_1 - 11_{2m-2}$, каждый из которых выполняет двоичное суммирование тетрадных переносов, формируемых только в одной тетраде блока 5. Например, узел 11_m производит суммирование только тех переносов, которые образуются в m -й тетраде блока 5 двоичного суммирования и обязательно передаются в его $(m+1)$ -ю тетраду.

С целью уменьшения значений двоичных сумм, формируемых на выходах узлов $11_1 - 11_{2m-2}$ блока 7 суммирования тетрадных переносов при умножении в устройстве чисел большой разрядности, узлы $11_1 - 11_{2m-2}$ суммирования тетрадных переносов соединены целью десятичного переноса. Это позволяет существенно упростить блок 8 коррекции и блок 9 десятичного суммирования. Для обеспечения при этом высокой скорости работы блока 7 значения десятичных переносов узлов $11_1 - 11_{2m-2}$ должны зависеть только от значений сумм, поступивших на их входы тетрадных переносов с разновесовых выходов $15_1 - 15_{2m-3}$ блока 5, и не зависеть от значений их входных переносов. А это означает, что десятичный перенос, сформированный на выходе переноса j -го узла ($1 \leq j \leq 2m-3$), поступает на вход переноса $(j+1)$ -го узла 11 и в нем обязательно локализуется, т.е. этот перенос не может вызвать сигнал десятичного переноса из $(j+1)$ -го узла 11 , который в свою очередь мог бы вызвать сигнал переноса из $(j+2)$ -го узла 11 и т.д. Формирование десятичных переносов в блоке 7 может быть организовано по разному, в частности оно может быть следующим: если на вход j -го узла 11 блока 7 поступает с выхода 15_j блока 5 число тетрадных переносов $10 \leq N < 20$, то на его выходе переноса образуется значение переноса, равное единице; если $20 \leq N < 30$, то формируется значение переноса, равное двум и т.д. При этом должны корректироваться определенным образом выходные двоичные суммы узлов $11_1 - 11_{2m-3}$ блока 7.

Блок 8 коррекции содержит узлы $12_1 - 12_{2m-2}$ умножения на шесть, узлы $13_1 - 13_{2m-2}$ суммирования и преобра-

зователи $14_1 - 14_{2m-2}$ двоичного кода в десятичный. По значениям сумм тетрадных переносов, полученным на выходах узлов $11_1 - 11_{2m-2}$ блока 7, в блоке 8 с помощью узлов $12_1 - 12_{2m-2}$ умножения на шесть формируется коррекция для результата, образовавшегося на выходах узлов $10_1 - 10_{2m-1}$ суммирования тетрад блока 6 тетрадного суммирования. Такой принцип формирования коррекции объясняется тем, что при двоичном суммировании в блоке 5 десятичных слагаемых для получения правильного конечного результата необходимо всякий раз, когда возникает одноразрядный перенос из тетрады, корректировать эту тетраду путем добавления к ней числа 6. С целью увеличения быстродействия блока 5 и сокращения количества его оборудования это добавление числа 6 в нем не производится. Вместо этого в блоке 7 суммирования тетрадных переносов для каждой весовой позиции блока 5 подсчитывается число тетрадных переносов, по значению которого в соответствующем узле 12 умножения на шесть блока 8 формируется правильная коррекция. В узлах $12_1 - 12_{2m-2}$ осуществляется двоичное умножение на шесть, и они фактически являются двухвходовыми двоичными сумматорами со сквозным, либо ускоренным распространением переноса.

В блоке 8 с помощью узлов $13_1 - 13_{2m-2}$ производится равновесное двоичное подсуммирование значений коррекций, образованных на выходах узлов $12_1 - 12_{2m-2}$ умножения на шесть, к значениям результатов, сформированных на выходах соответствующих узлов $10_1 - 10_{2m-2}$ суммирования тетрад блока 6. Образовавшиеся при этом на выходах узлов $13_1 - 13_{2m-2}$ двоичные суммы преобразуются на соответствующих преобразователях $14_1 - 14_{2m-2}$ в десятичные. Узлы $13_1 - 13_{2m-2}$ являются быстродействующими двоичными сумматорами для сложения двух чисел. Следует отметить, что совокупность узлов 12-14 одного разряда блока 8 коррекции может быть реализована по соответствующей таблице истинности в виде малоразрядного быстродействующего ПЗУ небольшой емкости.

Блок 9 десятичного суммирования предназначен для быстрого суммирования десятичных результатов, сформиро-

ганных на выходах преобразователей $14_1 - 14_{2^{m-2}}$ двоичного кода в десятичный с учетом весов их разрядов (кроме этого, на вход старшего разряда блока 9 поступает значение результата, образованного на выходе последнего узла $10_{2^{m-1}}$ блока 6 тетрадного суммирования). Организуя определенным образом вычисление десятичных переносов в узлах $11_1 - 11_{2^{m-3}}$ блока 7 и регулируя рядность двоичного кода на выходах тетрад блока 5, в большинстве практических случаев можно обеспечить формирование на выходах преобразователей $14_1 - 14_{2^{m-2}}$ блока 8 коррекции двухразрядных десятичных результатов, а следовательно, в качестве блока 9 десятичного суммирования в устройстве может быть применен быстродействующий десятичный сумматор для сложения двух десятичных чисел.

Устройство работает следующим образом.

Одновременно либо последовательно во времени в регистры 1 и 2 соответственно множимого и множителя загружаются m -разрядные десятичные множители. После загрузки операндов во входные регистры 1 и 2 устройства начинают работать блоки 4 десятичного умножения матрицы, с помощью которых формируются в двоично-десятичном коде (например, в коде 8-4-2-1) тетрадные произведения соответствующих десятичных цифр множимого и множителя. Образованные на выходах блоков 4 десятичного умножения матрицы значения младших и старших тетрад этих произведений поступают далее на входы блока 5 двоичного суммирования в соответствии со значениями весов их разрядов в виде 2^m m -разрядных десятичных слагаемых. В блоке 5 осуществляется быстрое суммирование этих 2^m десятичных слагаемых, представленных в двоично-десятичном коде, как двоичных чисел, в результате чего на выходах тетрад блока 5 образуется k -рядный двоичный код ($k=2,3,\dots, \dots, l$; l - число рядов двоичного кода на данном выходе тетрад блока 5 двоичного суммирования), который в дальнейшем для каждого выхода тетрад блока 5 преобразуется к однородному двоичному коду на соответствующем узле 10 блока 6 тетрадного суммирования. Параллельно с работой блока 6 и частично параллельно с работой

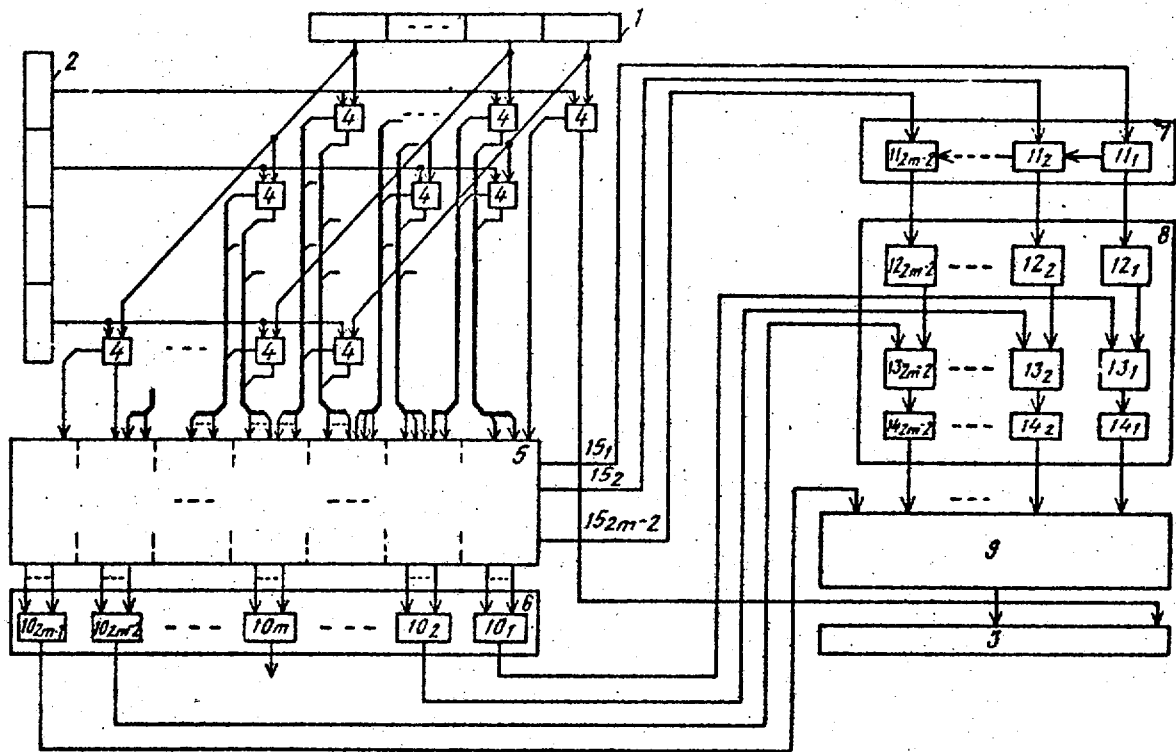
блока 5 в блоке 7 формируются суммы тетрадных переносов, образовавшихся на выходах $15_1 - 15_{2^{m-2}}$ блока 5 двоичного суммирования, по которым в узлах $12_1 - 12_{2^{m-2}}$ умножения на шесть блока 8 формируется коррекция для результата, получившегося на выходах блока 6 тетрадного суммирования. С помощью узлов $13_1 - 13_{2^{m-2}}$ блока 8 производится равновесное двоичное подсуммирование значений коррекций, образованных на выходах узлов $12_1 - 12_{2^{m-2}}$ умножения на шесть, к значениям результатов, сформированных на выходах соответствующих узлов $10_1 - 10_{2^{m-2}}$ суммирования тетрад блока 6. Образовавшиеся при этом на выходах узлов $13_1 - 13_{2^{m-2}}$ двоичные суммы преобразуются на соответствующих преобразователях $14_1 - 14_{2^{m-2}}$ в десятичные, которые далее суммируются в блоке 9 десятичного суммирования в соответствии со значениями весов их разрядов. На выходе блока 9 десятичного суммирования получается окончательный результат умножения в устройстве двух m -разрядных чисел, который и записывается в соответствующие разряды регистра 3 произведения (в младший разряд регистра 3 записывается значение младшей тетрады произведения первого блока 4 десятичного умножения первой строки матрицы).

Ф о р м у л а и з о б р е т е н и я

Устройство для умножения, содержащее регистры множимого, множителя, произведения, блок двоичного суммирования, блок суммирования тетрадных переносов, блок коррекции и блок десятичного суммирования, причем блок суммирования тетрадных переносов содержит узлы суммирования тетрадных переносов, блок коррекции содержит узлы умножения на шесть, узлы суммирования и преобразователи двоичного кода в десятичный, при этом выход i -го тетрадного переноса, где $i=1,2, 2^m-2$ (m -разрядность сомножителей), блока двоичного суммирования соединен с входом i -го узла суммирования тетрадных переносов соответственно, выход которого соединен с входом i -го узла умножения на шесть, выход которого соединен с первым входом i -го узла суммирования, j -й выход ($j=2,3,\dots,2^m$) блока десятичного

суммирования соединен с равновесным j -м входом разряда регистра произведения, i -й выход десятичного переноса узла суммирования тетрадных переносов соединен с входом переноса $(i+1)$ -го узла суммирования тетрадных переносов, отличающееся тем, что, с целью повышения быстродействия, устройство содержит матрицу блоков десятичного умножения и блок тетрадного суммирования, содержащий узлы суммирования тетрад, узлы умножения на шесть и узлы суммирования блока коррекции выполнены двоичными, причем первые входы блоков десятичного умножения k -й строки матрицы ($k=1, 2, \dots, m$) соединены с выходом k -й тетрады регистра множителя, вторые входы блоков десятичного умножения k -го столбца матрицы соединены с выходом k -й тетрады регистра множимо-го, выход младшей тетрады первого блока десятичного умножения первой строки матрицы соединен с входом младшего разряда произведения, вы-

ходы старших тетрад k -х и младших тетрад l -х блоков десятичного умножения первой строки матрицы и выходы младших и старших тетрад k -х блоков десятичного умножения l -й строки ($l=2, 3, \dots, m$) матрицы соединены с входами блока двоичного суммирования в соответствии со значениями весов разрядов, выход p -й тетрады которого ($p=1, 2, \dots, 2m-1$) соединен с входом p -го узла суммирования тетрад, выход i -го узла суммирования тетрад соединен с вторым входом i -го узла суммирования, выход i -го узла суммирования соединен с входом i -го преобразователя двоичного кода в десятичный, выход i -го преобразователя двоичного кода в десятичный соединен с входом i -го разряда блока десятичного суммирования, соответствующего значению веса разряда, выход $(2m-1)$ -го узла суммирования тетрад соединен с входом старшего разряда блока десятичного суммирования.



Составитель Н. Маркелова

Редактор В. Данко

Техред Л. Сердюкова

Корректор Е. Сирохман

Заказ 5428/46

Тираж 671

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